



Grundwasserreinigung auf dem ehemaligen Gelände einer chemischen Fabrik in Hamburg-Moorfleet

Chemisch-biologische Reinigung des mit chlororganischen Stoffen belasteten Grundwassers

Die Bauer und Mourik Umwelttechnik GmbH, die Umweltfirma der BAUER-Gruppe führt bei der Sicherung des ehemaligen Werksgeländes der Firma C. H. Boehringer Sohn im Südosten Hamburgs die Grundwasserreinigung aus. Diese Grundwasserreinigung ist Teil des umfassenden Sicherungskonzeptes, das auf dem weitläufigen Areal von Dezember 1996 bis Oktober 1998 umgesetzt wurde.

Kern der Sicherung des Geländes war die Einkapselung des gesamten Areals, damit das Gelände wieder eingeschränkt gewerblich genutzt werden kann, eine Nutzung, die mit der im Untergrund verbleibenden Kontamination vereinbar ist. Dazu wurde durch Bauer Spezialtiefbau Schrobenhausen rund um das Gelände eine unterirdische Dichtwand hergestellt. Diese bildet zusammen mit dem Grundwasserstauer und der Oberflächenabdich-

tung einen geschlossenen Topf, in dem die Schadstoffe eingekapselt sind.

Vorgeschichte

In ihrem Werk in Hamburg-Moorfleet stellte die Firma C. H. Boehringer Sohn chemische Produkte her, insbesondere Pflanzenschutzmittel. Hierzu wurden organische Chlorverbindungen als Rohstoffe, Zwischenprodukte und als Endprodukte verwendet. Bei der Produktion gelangten chlororganische Schadstoffe, vor allem Chlorbenzole, Hexachlorcyclohexane und chlorierte Phenole, vornehmlich im Bereich der Produktionsanlagen in den Boden.

Das Sicherungskonzept

Ziel der Einkapselung ist der Schutz des Grund- und Oberflächenwas-

sers, die Verhinderung des Kontaktes mit schadstoffbelastetem Boden sowie die Vermeidung von Emissionen über den Luftpfad. Das Sicherungskonzept sah folgende Maßnahmen vor:

- Umschließung des ca. 85.000 m² großen Werksgeländes mit einer Dichtwand, die zwei Meter in den in größerer Tiefe im Untergrund anstehenden Glimmerton einbindet (Herstellung eines Dichtwandtopfes),
- Abdeckung des Dichtwandtopfes mit einer bituminösen Oberflächenabdichtung,
- Erzeugung eines zum Topf gerichteten hydraulischen Gefälles durch gezielte Grundwasserentnahme innerhalb der Dichtwandumschließung,
- Hydraulische Förderung der Schadstoffe in flüssiger Phase aus dem Untergrund,
- Entnahme von schadstoffbelastetem Grundwasser aus dem Um-



Ansicht der Wasserreinigungsanlage auf dem eingekapselten und oberflächenversiegelten Areal

feld des Werksgeländes (Sanierung der Schadstofffahne im Grundwasserleiter),

- Reinigung des geförderten Grundwassers und Einleitung in den Moorfleeter Kanal,
- Langfristige Überwachung der Grundwasserdruckdifferenz an der Dichtwand und der Schadstoffbelastung des Grundwassers im Umfeld des Werksgeländes zur Kontrolle der Wirksamkeit der Sicherungsmaßnahmen.

Grundwasserförderung

Um sicherzustellen, daß kein kontaminiertes Grundwasser aus dem Gelände gelangen kann, wird Grundwasser aus der Einkapselung gefördert. Damit wird der Grundwasserstand im eingekapselten Bereich tiefer gehalten als der umgebende Grundwasserstand. Durch die Absenkung des Grundwassers innerhalb der Einkapselung wird ein hydrostatischer Druck von außen nach innen erzeugt. Dieser stellt sicher, daß nur Wasser durch Diffusion durch die Dichtwand von außen nach innen gelangt.

Phasenentnahme

Schadstoffe in flüssiger Phase, die schwerer sind als Wasser, fließen aus dem ersten Grundwasserleiter auf dem Grundwasserstauer mehreren Brunnen zu. Aus diesen Brunnen wird auch nach Einkapselung des Werksgeländes flüssige Schadstoffphase von der Aquiferbasis geschöpft. Die Phase wird bis zum Versiegen der Brunnen diskontinuierlich abgepumpt.

Fahnnensanierung

Zur Rückholung der in den Grundwasserleiter außerhalb der Dichtwandumschließung gelangten boehringer-spezifischen Schadstoffe und zur Verhinderung eines weiteren Verdriftens der Schadstofffahne wird Grundwasser aus dem ersten Grundwasserleiter entnommen.

Die Technik der Grundwasserreinigung

Die Förderung des Grundwassers und dessen Reinigung, sowie die Kontrolle der Absenkung des Grundwassers innerhalb der Einkapselung, erfordert eine Vielzahl von Anlagenkomponenten. Die einzelnen Teile werden im folgenden dargestellt. Im wesentlichen sind folgende Baugruppen zu nennen:

1. Grundwasserförderung und Grundwassermeßnetz,
2. Enteisung,
3. Biologie,
4. Aktivkohlefiltration,
5. Schlammaufbereitung und Abluftreinigung,
6. Meß-, Steuer und Regeltechnik.

Grundwasserförderung und Grundwassermeßnetz

Die Grundwasserförderung erfolgt sowohl innerhalb als auch außerhalb der Einkapselung. Zur Grundwasserförderung innerhalb der Dichtwand dienen vier Grundwasserbrunnen. Diese sind mit Unterwassermotorpumpen ausgestattet, die jeweils bis zu 5 m³/h Wasser för-

dern können. Die Förderung des Grundwassers außerhalb der Einkapselung erfolgt ebenfalls über vier Brunnen. Diese sind entlang der Hauptkontaminationsfahnen niedergebracht.

Die Absenkung des Grundwassers innerhalb der Einkapselung, wird permanent erfaßt. Hierzu sind entlang der Dichtwandtrasse zehn Pegelpaare eingerichtet. Jedes Pegelpaar besteht aus je einem Pegel innerhalb und einem Pegel außerhalb der Dichtwand. Darüber hinaus sind elf Pegel im weiteren Umfeld des Geländes zur Grundwasserkontrolle eingerichtet.

In jedem Pegel wird der Grundwasserstand kontinuierlich erfaßt und registriert. Hierzu sind die Pegel mit hydrostatischen Druckaufnehmern ausgestattet. Die weiter entfernten Überwachungspegel sind mit autarken Datenerfassungssystemen ausgestattet.

Durch die dichte Kontrolle der Grundwasserstände kann das geforderte Ziel der Grundwasserabsenkung innerhalb der Einkapselung lückenlos kontrolliert werden.

Enteisung

Das zu reinigende Grundwasser zeigt neben den standortspezifischen Verunreinigungen (chlorierte cyclische und aromatische Kohlenwasserstoffe) auch einen hohen Gehalt an Eisen. Da der Eisengehalt die biologische Reinigung stört, muß das Wasser zunächst enteisert werden. Die Enteisung baut sich aus vier Stufen auf:

- Reaktion (Fällung),
- Flockung,
- Sedimentation,
- Filtration.

Die Reaktion von löslichem Eisen (II) zu unlöslichem Eisen (III) erfolgt durch die Zugabe von Luftsauerstoff, die pH-Wert-Korrektur und die Zudosierung eines Fällungsmittels. Anschließend wird ein Flockungshilfsmittel zugesetzt. Dieses unterstützt die Flockenbildung. Die gebildeten Eisen (III) - Hydroxidflocken sedimentieren im Sedimentationsbecken. Aus dem Vorlagebehälter 2 wird das Wasser in die Filtration gefördert. In den Sandfiltern werden nicht sedimentierte kleinere Eisenhydroxidpartikel zurückgehalten. Nach den Sandfiltern ist das Wasser weitgehend vom Eisen befreit.



Die Wasserreinigungsanlage ist vorerst fünf Jahre in Betrieb



Luftbild aus der Vergangenheit: C. H. Boehring Sohn produzierte hier über Jahrzehnte

Biologie

Die Reinigung des Wassers von den standortspezifischen Schadstoffen erfolgt durch mikrobiologischen Schadstoffabbau. Die Schadstoffe werden dabei von adaptierten Mikroorganismen für deren Stoffwechsel genutzt und dabei abgebaut. Da das Grundwasser mit schwer abbaubaren Verbindungen aus der Pflanzenschutzmittelproduktion belastet ist, ist dies der schwierigste Verfahrensschritt. Zum biologischen Schadstoffabbau dienen drei Bioreaktoren. Diese sind mit einem speziellen Trägermaterial gefüllt. An diesem siedeln sich die Mikroben an und bilden so eine

Festbettbiologie. Zur Unterstützung des Schadstoffabbaus wird das Wasser mit Luft und Nährstoffen angereichert. Dies erfolgt aus verfahrenstechnischen Gründen vor den Sandfiltern.

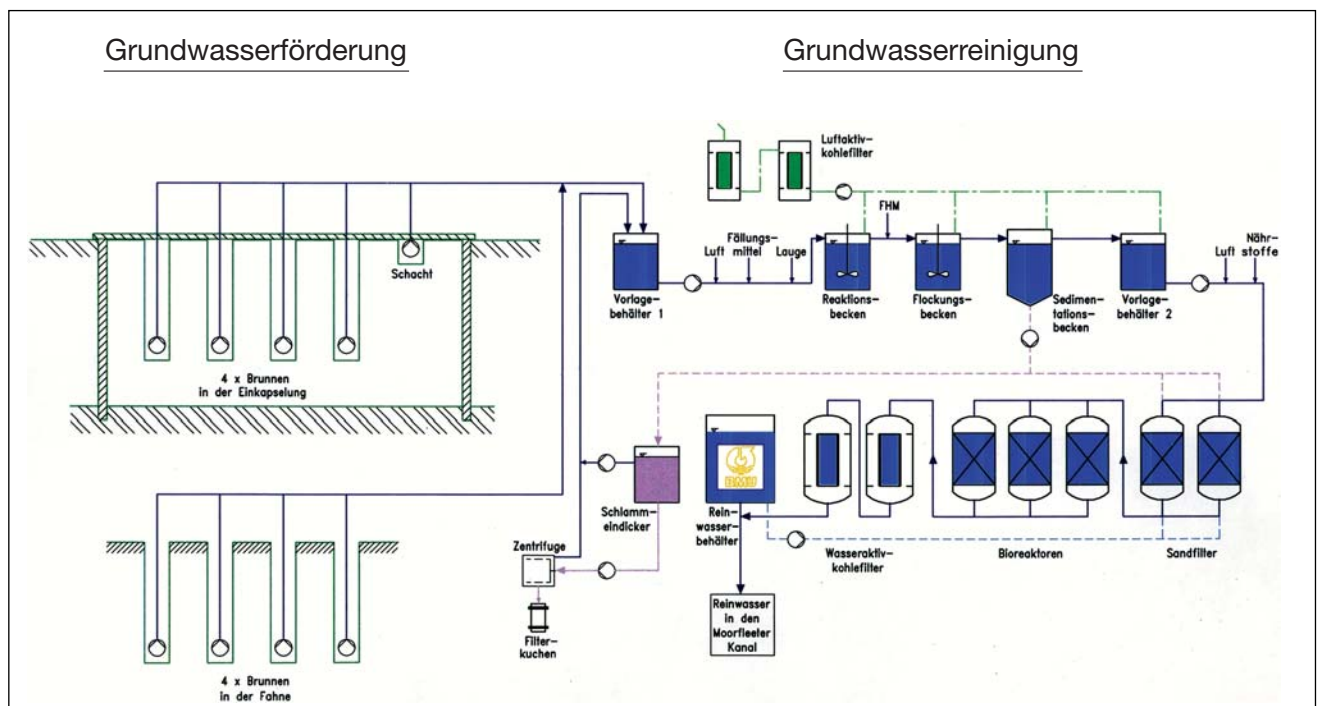
Aktivkohlefiltration

Der biologische Schadstoffabbau kann nie vollständig sein. Um die nicht abgebauten Schadstoffe zurückzuhalten, wird das Wasser über zwei in Reihe geschaltete Aktivkohlefilter geleitet. Die Aktivkohle adsorbiert die noch im Wasser enthaltenen Schadstoffe vollständig. Das gereinigte Wasser wird neutra-

lisiert und direkt in den Moorfleeter Kanal eingeleitet.

Schlammaufbereitung und Abluftreinigung

Im Prozeß fällt an verschiedenen Stellen Schlamm an. Der Schlamm wird in den Schlammeindicker gefördert. Der eingedickte Schlamm wird in einer speziellen Zentrifuge entwässert. Der Filterkuchen wird in dichte Fässer gefüllt und der Sonderabfallverbrennung zugeführt, da im Schlamm die Schadstoffe zum Teil angereichert sind. Zur Vermeidung diffuser Emissionen werden sämtliche Behälter abgesaugt. Fer-



Verfahrensfließbild der Grundwasserreinigungsanlage

ner wird auch die im Prozeß anfallende Luft erfaßt. Die abgesaugte Luft wird über zwei in Reihe geschaltete Luftaktivkohlefilter gereinigt und über Dach abgegeben.

Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Sicherheitstechnik

Die gesamte Anlage läuft vollautomatisch. Die Steuerung erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Zur Bedienung ist ein Prozeßleitsystem installiert. Dieses überwacht und dokumentiert sämtliche Betriebszustände. Ferner können hier über einen PC sämtliche Bedienungen und Kontrollen ausgeführt werden. Die Bedienung ist sowohl vor Ort als auch über Datenfernübertragung aus der BMU-Zentrale möglich.

Über den Bildschirm werden sämtliche Betriebszustände der Gesamtanlage in einem Fließbild dargestellt. Per „Mausklick“ können detaillierte Teildarstellungen aufgerufen werden oder Aggregateinstellungen, Regelparameter usw. verändert werden. Ferner werden Störungen angezeigt und registriert. Die Daten sämtlicher Meßwertnehmer werden hier erfaßt, verarbeitet und gespeichert. Zur Kontrolle des gesamten Prozesses sind eine Vielzahl von Meßgeräten installiert. Innerhalb der Anlage werden an unterschiedlichen Stellen z. B. folgende Parameter erfaßt:

- Füllstände von Behältern,
- Durchflußraten,
- Betriebsdrücke,

Parameter	Einheit	Zustrom	Reinwasser
Eisen ges.	mg/l	22	0,9
CSB	mg/l O2	40	< 15*
AOX	mg/l Cl	5,6	< 0,002*
Chlorbenzole	mg/l	n. b.	< 0,1*
Chlorbenole	mg/l	n. b.	< 0,1*
Hexachlorcyclohexan	mg/l	n. b.	< 0,01*

n.b.: nicht bestimmt, * Nachweisgrenze des Analyseverfahrens

Die Tabelle zeigt, daß die Reinigungsleistung bezogen auf AOX bei über 99,9 % liegt. Die Enteisung führt zu einer Reduktion des Eisengehaltes von über 95 %. Neben den Schadstoffen ist auch der pH-Wert des gereinigten Wassers in engen Grenzen zu halten. Der pH-Wert des Ablaufs hält permanent den Bereich von 6,5 bis 7,5 ein. Der Aufbau der Biologie zeigte schon nach drei Monaten erste Erfolge. So konnte bereits ein biologischer Schadstoffabbau von ca. 80 % nachgewiesen werden.

- Sauerstoffgehalt im Wasser,
- pH-Wert des Wassers.

Die eingesetzte Meßtechnik dient neben der Betriebsführung auch der Anlagensicherheit. So werden Behälter auf Überfüllung, Rohrleitung auf Überdruck, Auffangbehälter auf Niveau kontrolliert. Darüber hinaus ist die Anlage mit entsprechenden Auffangwannen ausgestattet, die eventuelles Leckagewasser aufnehmen würden.

Leistungen der Anlage

Die Grundwasserreinigungsanlage ist auf einen Durchsatz von 20 m³/h ausgelegt. Im Jahr ergibt dies eine Durchsatzmenge von 150.000 m³. In

den ersten neun Monaten ab der Inbetriebnahme wurden bereits ca. 100.000 m³ Wasser gereinigt. Dabei wurde eine Verfügbarkeit der Anlage von über 90 % erreicht. Bereits ab der Inbetriebnahme konnte die zuverlässige Reinigung des Wassers nachgewiesen werden. In der Tabelle oben sind exemplarische Werte für den Zustrom zur Anlage und das Reinwasser wiedergegeben.

Ausblick

Mit der Übergabe der betriebsbereiten Anlage am 28. Mai 1998 wurde der reguläre Betrieb aufgenommen. Dabei ist die BMU Betreiber und führt den kompletten Betrieb in eigener Regie aus. Für die Zukunft ist zu erwarten, daß die Schadstoffgehalte im Grundwasser außerhalb der Einkapselung langsam zurückgehen. Bei entsprechend niedrigen Werten ist der Verzicht auf die Grundwasserförderung außerhalb der Dichtwand denkbar. Dann wäre nur noch Wasser aus der Einkapselung zu fördern und zu reinigen.



Detail aus dem Pumpen- und Armaturencontainer

BAUER und MOURIK
 UMWELTECHNIK GmbH & Co
 Gewerbegebiet Edelshausen
 In der Scherau 1
 86529 Schrobenhausen
 Telefon: 0 82 52 / 8 84-0
 Telefax: 0 82 52 / 8 84-111