

## **Beitrag zum 11. Altbergbau- Kolloquium / 03. bis 05.**

**November 2011**

**DMT GmbH & Co. KG / Dipl.-Geol. Thomas Kappernagel**

### **Der Bergbau und seine Spätfolgen am Beispiel einer hydraulischen Sicherungsmaßnahme sowie deren Anpassung an veränderte Bedingungen**

#### **1 Einleitung**

In den 1970er Jahren setzte verstärkt ein Umweltbewusstsein ein und leitete damit auch den intensiveren Umgang mit ehemaligen Bergbauflächen im Ruhrgebiet ein. In den Folgejahren wurden groß angelegte Restrukturierungsprojekte mit dem Ziel umgesetzt, diese ehemaligen Montanstandorte herzurichten und einer neuen Nutzung zuzuführen. Im Rahmen des bergrechtlichen Abschlussbetriebsplanverfahrens wurden intensive Untersuchungen auf den ehemaligen Bergbaustandorten durchgeführt, mit dem Ziel diese Flächen „wie neu“ herzurichten. Schnell erkannte man, dass weder die technischen noch die finanziellen Möglichkeiten bestanden, dieses Ziel vollständig zu erreichen. Darüber hinaus zeigte sich auch, dass die verschiedenen Umweltbelange unterschiedlich zu behandeln waren. Einer unmittelbaren Gefährdung durch z.B. den Direktkontakt mit verunreinigtem Boden konnte sofort begegnet werden, indem z.B. Dekontaminationsmaßnahmen oder alternative Sicherungsverfahren umgesetzt wurden. Diese Maßnahmen waren zeitlich begrenzt, während die Behandlung von Beeinträchtigungen im Grundwasser oftmals eine Maßnahme ohne definiertes Ende darstellt.

Heute werden sowohl Umweltschäden als auch deren Behandlungen über das BundesBodenSchutzGesetz geregelt.

Am Beispiel eines ehemaligen Bergwerkes mit Kokereistandort wird der typische Werdegang einer solchen Fläche kurz vorgestellt sowie die Entwicklung im Umgang mit der Grundwassersituation aufgezeigt.

## 2 Historischer Abriss

Der bergbaulich genutzte Standort mit einer Fläche von etwa 30 ha entwickelte sich im 19. Jahrhundert mit dem Abteufen dreier Schächte in den Jahren 1873 bis 1921. In den Folgejahren erreichte man mit über 1.000 m die 10. Abbausohle. 1880 wurde eine Kokerei in Betrieb genommen, die bis 1896 ständig erweitert wurde. Der Betrieb der Kokerei wurde bereits 1928 wieder eingestellt. Ab 1896 etablierten sich weitere chemische Betriebe, deren Produktion bis 1971 liefen. Die Stilllegung der Schachanlage erfolgte 1974.

Der unten abgebildete Lageplan zeigt die Anlage um 1925. Neben produktionsbedingten Abgängen und Havarien stellen die Folgen des 2. Weltkriegs eine wesentliche Ursache für die Kontaminationen in Boden und Grundwasser dar. Die Geländeoberfläche des ehemaligen Betriebsgeländes ist heute wieder hergerichtet und einer Folgenutzung zugeführt, wobei auch alte Einrichtungen der Schachanlage wie Waschkaue oder Maschinenhaus nach aufwendigen Instandsetzungsarbeiten weitergenutzt werden.

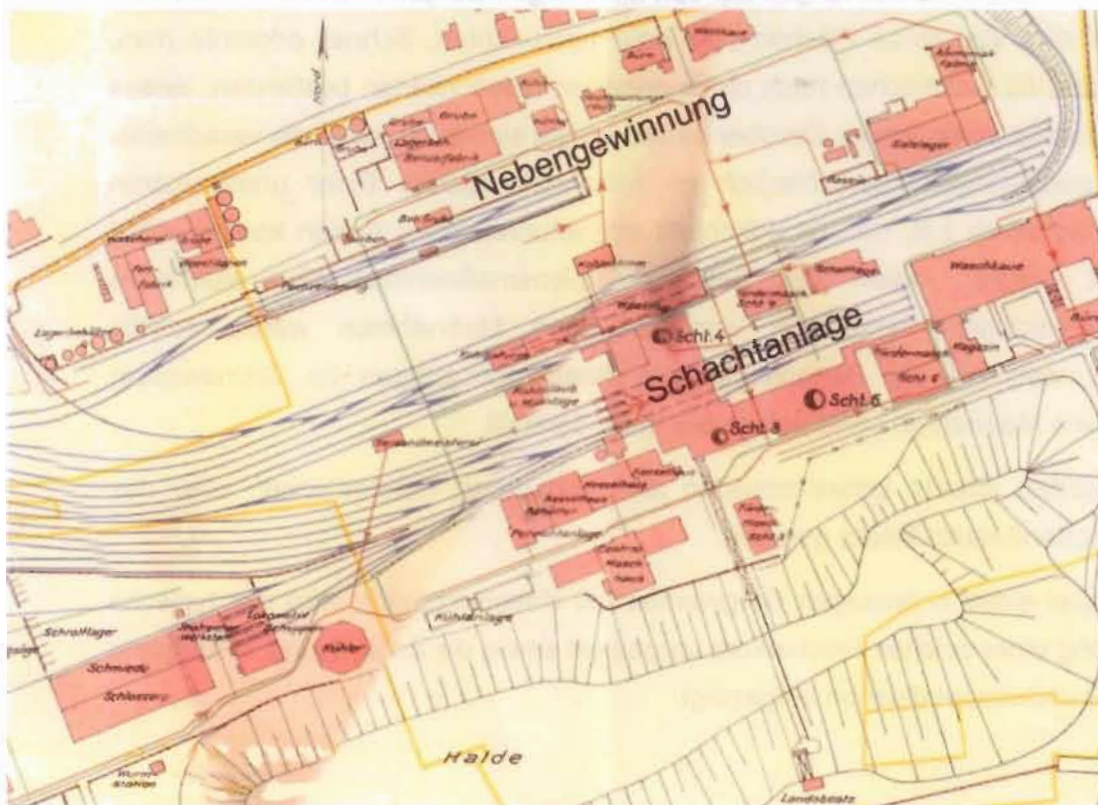


Abbildung 1 Schachanlage und Kokerei um 1925

### **3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick**

Das Bearbeitungsgebiet liegt im Bereich des Bochumer und Soester Grünsandes, einem sandigen glaukonitischen Mergelstein der Oberkreide (Turon). Er wird flächendeckend von pleistozänen Sedimenten des Quartärs überdeckt. Diese bestehen an der Quartärbasis aus tonigem Schluff mit vereinzelt Kies (Grundmoräne), gefolgt von einem kalkhaltigen bis kalkfreien Schluff (Löß und Lößlehm). Nahezu das gesamte Betrachtungsgebiet ist von anthropogenen Anschüttungsmaterialien überprägt.

Hydrogeologisch werden die quartären Sedimente als Porengrundwasserleiter bezeichnet, die aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit als Grundwassergeleiter einzustufen sind. Der Bochumer resp. Soester Grünsand stellt im oberen Bereich der Schichten eine Kombination aus einem gering durchlässigen Porengrundwasserleiter und einem Kluftgrundwasserleiter dar. Mit zunehmender Tiefe geht der Grünsand mehr und mehr in einen Kluftgrundwasserleiter über.

Die oben geschilderten hydraulischen Charakteristika der Gesteine führen im Betrachtungsraum im Allgemeinen zu gespannten Grundwasserverhältnissen im Bochumer und Soester Grünsand. Die Grundwasserdruckspiegel der Oberkreide liegen daher zumeist in den Lößsedimenten. Die auflagernden feinkörnigen Quartärsedimente sind in der Regel schlecht wasserwegsam.

Der grundsätzliche Grundwasserabfluss erfolgt von Süden nach Norden (vgl. Abbildung 2).

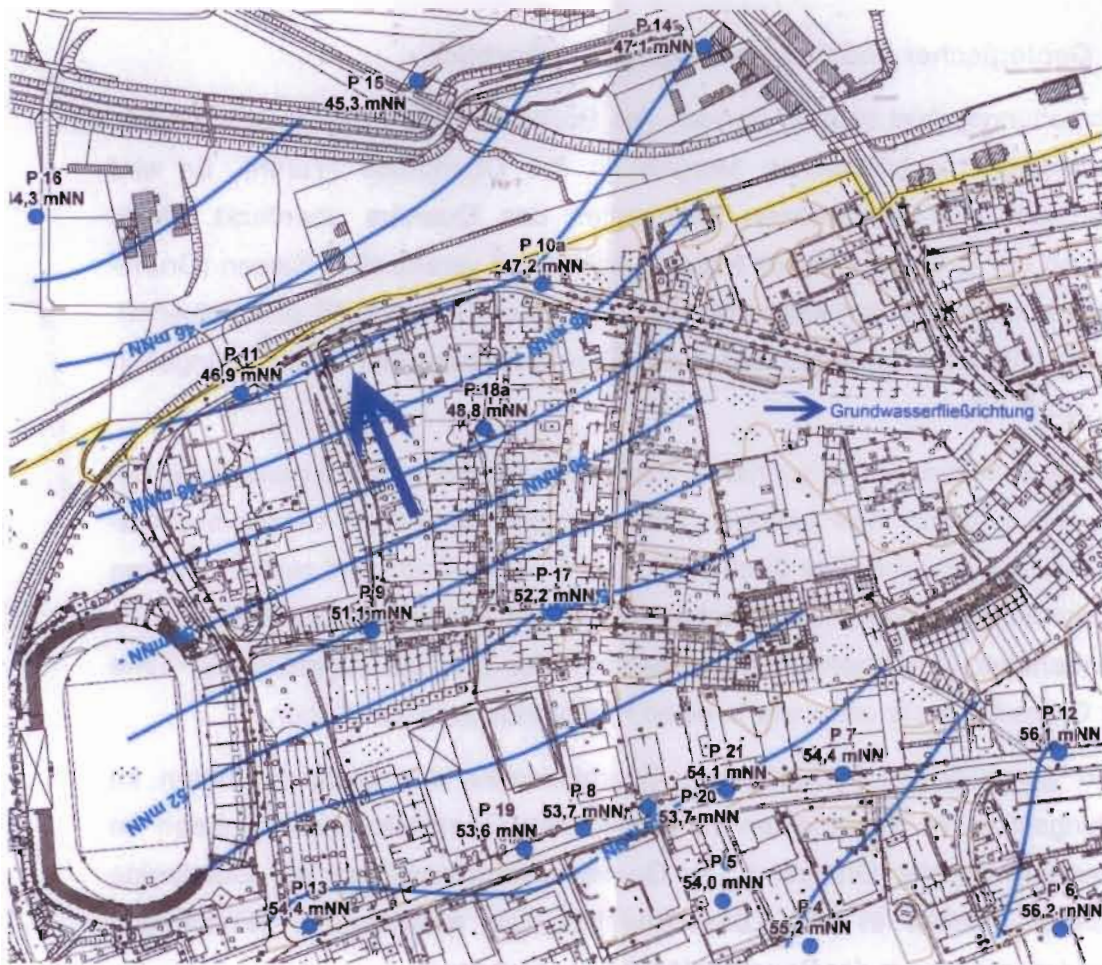


Abbildung 2 hydrogeologische Situation im Oktober 2010

#### 4 Durchgeführte Untersuchungen

Die ersten Grundwasseruntersuchungen im Bereich der ehemaligen Schachanlage und Nebengewinnung wurden in den 1980ern durchgeführt. Dabei wurden lokale Belastungen mit kokereispezifischen Inhaltsstoffen, insbesondere im Umfeld der ehemaligen Nebengewinnung im quartären Porengrundwasserleiter sowie im tiefer liegenden Kluftgrundwasserleiter der Oberkreide nachgewiesen. Die wesentlichen Inhaltsstoffe werden durch mono- und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen gebildet. Im unmittelbaren Bereich der ehemaligen Nebengewinnungsanlagen (Schadensquelle) wurden BTEX und PAK- Gehalte bis zu 1 g/l im kretazischen Grundwasserleiter festgestellt.

Mit der Fortsetzung der Untersuchungen in den 1990er konzentrierten sich die Erkundungen bis heute vor allem auf die Absicherung der Schadstoffquelle in der Oberkreide. Damit einhergehend wurde das Grundwassermessstellennetz ständig angepasst.

In 1995 wurde eine Pilotanlage mit Pumpbetrieb und Abreinigung der kontaminierten Wässer über eine Aktivkohleanlage errichtet und in Betrieb genommen mit dem Ziel der Quellenbehandlung sowie den weiteren Schadstoffaustrag über den in der Oberkreide liegenden Grundwasserhorizont zu minimieren. Aufgrund von Verharzungseffekten des Filterraumes wurde der Brunnen in 2004 erneuert und der Betrieb fortgesetzt. Bis 2008 wurden das Grundwassermonitoring sowie der Pumpbetrieb unverändert fortgeführt.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Entwicklung der Schadstofffahne am Beispiel von Benzol in den Jahren 2000 und 2010. Zu erkennen ist einerseits, dass sich die Fahnenränder weitgehend stabil darstellen. Vergleich man die Stoffkonzentrationen, scheint sich andererseits die Schadensquelle im Bereich der ehemaligen Benzolfabrik im Süden des Untersuchungsgebietes mit dem Grundwasserabstrom weiter nach Norden zu verlagern.

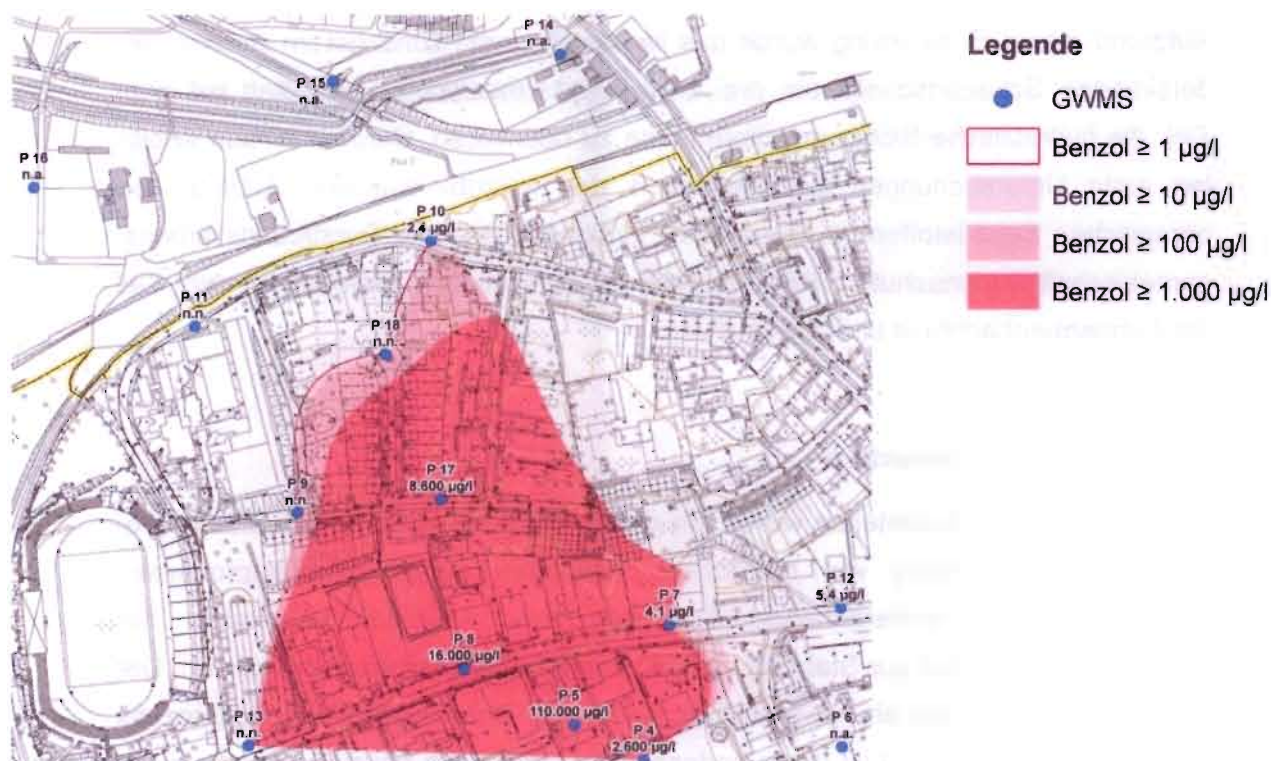


Abbildung 3 Benzolfahne im Dezember 2000

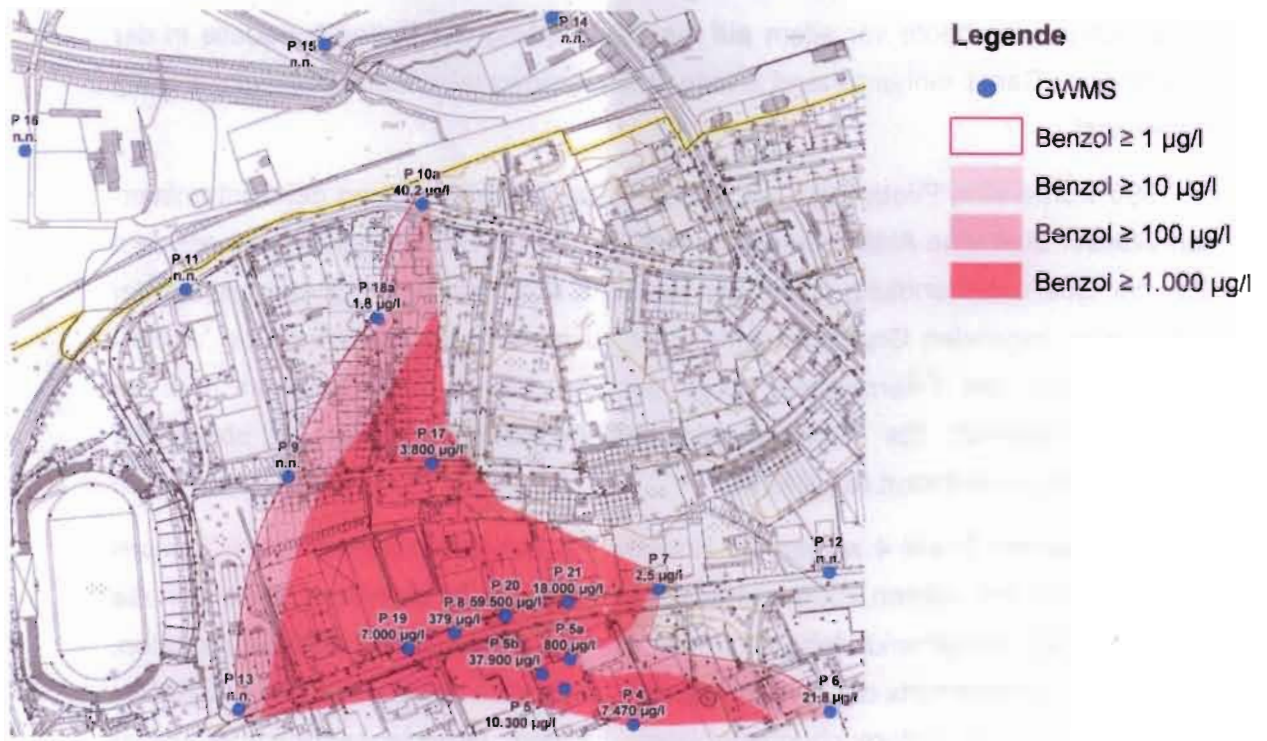


Abbildung 4 Benzolfahne im Oktober 2010

Aufgrund dieser Entwicklung wurde das Messstellennetz zunächst im Bereich der detektierten Schadensquelle um drei Grundwassermessstellen erweitert mit dem Ziel, die hydraulische Sicherungsmaßnahme zu optimieren. Darüber hinaus erfolgten erste Untersuchungen zum Nachweis des mikrobiologischen Abbaus von organischen Schadstoffen im Sinne des Positionspapiers der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABIO- Papier) als ergänzendes Element mit dem Ziel der Fahnenbeobachtung und -behandlung.

## 5 Natural Attenuation

An ausgewählten Messstellen wurde ein erstes orientierendes Untersuchungsprogramm zum Nachweis von möglichen natürlichen Schadstoffabbauprozessen durchgeführt, um weitergehende Aussagen zum Ausbreitungsverhalten der Schadstoffe und somit zur Stabilität der Schadstofffahne erarbeiten zu können. Der biologische Abbau als ein wesentlicher natürlicher Schadstoffminderungsprozess (NA, Natural Attenuation) ist dabei bodenschutzrechtlich als beurteilungserhebliche Standorteigenschaft einzustufen.

An fünf ausgewählten Wasserproben wurden Untersuchungen zum Nachweis von mikrobiellen Abbauprozessen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, mögliche natürliche biologische Schadstoffabbauprozesse im Grundwasser aufzuzeigen, qualitativ und auch quantitativ zu beschreiben.

Als prioritäre kokereitypische Schadstoffe sind vor allem BTEX und PAK zu betrachten. Folgende Untersuchungen werden hierzu durchgeführt:

- Charakterisierung der mikrobiellen Milieubedingungen,
- Isotopenuntersuchungen am Kohlenstoff der BTEX und Naphthalin zur Quantifizierung der Abbauprozesse (Bestimmung Schadstoff-spezifischer Abbauraten),
- Einmalige Untersuchung auf Metabolite des anaeroben Abbaus von Aromaten zum Nachweis mikrobieller Abbauaktivitäten.

Zusammenfassend zeigten die ersten Untersuchungsergebnisse zur hydrogeochemischen Charakterisierung, dass sich im schadstoffbelasteten Abstrom des Untersuchungsgebiets (Fahnenbereich) ausgeprägte anaerobe Milieubedingungen eingestellt haben, was auf einen anaeroben mikrobieller Stoffumsatz hinweist.

Anhand der Isotopenfraktionierung konnte zunächst nur in Teilbereichen des Untersuchungsgebiets qualitativ eindeutige Anhaltspunkte für einen mikrobiellen Abbau gewonnen werden.

Der Nachweis auf Metabolite in Ergänzung zu den isotopenchemischen Untersuchungen ist als eindeutiger qualitativer Beleg für einen anaeroben mikrobiellen Abbau der BTEX- Aromaten und der relativ gut wassergängigen PAK Naphthalin / Methylnaphthaline, Phenanthren, Acenaphthen und Fluoren zu werten. Weiterhin ist hervorzuheben, dass eine Anreicherung von möglicherweise toxischen Metaboliten in keinem Fall beobachtet werden konnte.

## **6 Ausblick**

Die nächsten Untersuchungsschritte sehen neben einer optimierten Quellenbehandlung die weitere räumliche Eingrenzung der Schadstofffahne sowie zusätzliche Untersuchungen zu Schadstoffminderungsprozessen vor. Ziel ist es, im Sinne des Positionspapiers der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz neben der aktiven hydraulischen Maßnahme der Schadensquelle eine retrograde Entwicklung der Schadstofffahne durch MNA- Maßnahmen (Monitored Natural Attenuation) oder ENA- Maßnahmen (Enhanced Natural Attenuation) herbeizuführen.