



# MNA-Konzepte für Teeröfaltlasten – drei Fallbeispiele aus NRW





# Gliederung des Vortrags

## 1. Einleitung: LABO-Anforderungen an MNA-Konzepte

## 2. Fallbeispiele

### a. Ehemaliges Gaswerk der Stadt Detmold:

*Redoxzonierung, Isotopenuntersuchung, „PAK-Durchbrüche“*

### b. Ehemalige Zeche und Kokerei Massen III/IV in Unna:

*Schadstoffabnahme entlang von Stromlinien, mehrere getrennte Teerölphasenkörper*

### c. Ehemalige Zeche und Kokerei Prosper I in Bottrop:

*Schadstoffabnahme entlang von Stromlinien, punktuelle Bodenbelastungen im Abstrom, jahreszeitlich schwankende Elektronenakzeptor-Konzentrationen*

## 3. Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teeröfaltlasten



## Einleitung (1)

Im LABO-Positionspapier „Berücksichtigung natürlicher Schadstoffminderungsprozesse bei der Altlastenbearbeitung“ werden umfassende Anforderungen an MNA-Konzepte gestellt, und zwar insbesondere an die

- Charakterisierung und den Umgang mit der Schadstoffquelle,
- die Betrachtung der Schadstofffahne.
- die Bewertung der Schadstofffahne und die Prognose des Fahnenverhaltens,
- den Schutz des nicht beeinträchtigten Grundwassers und Berücksichtigung weiterer Schutzgüter.



## Einleitung (2)

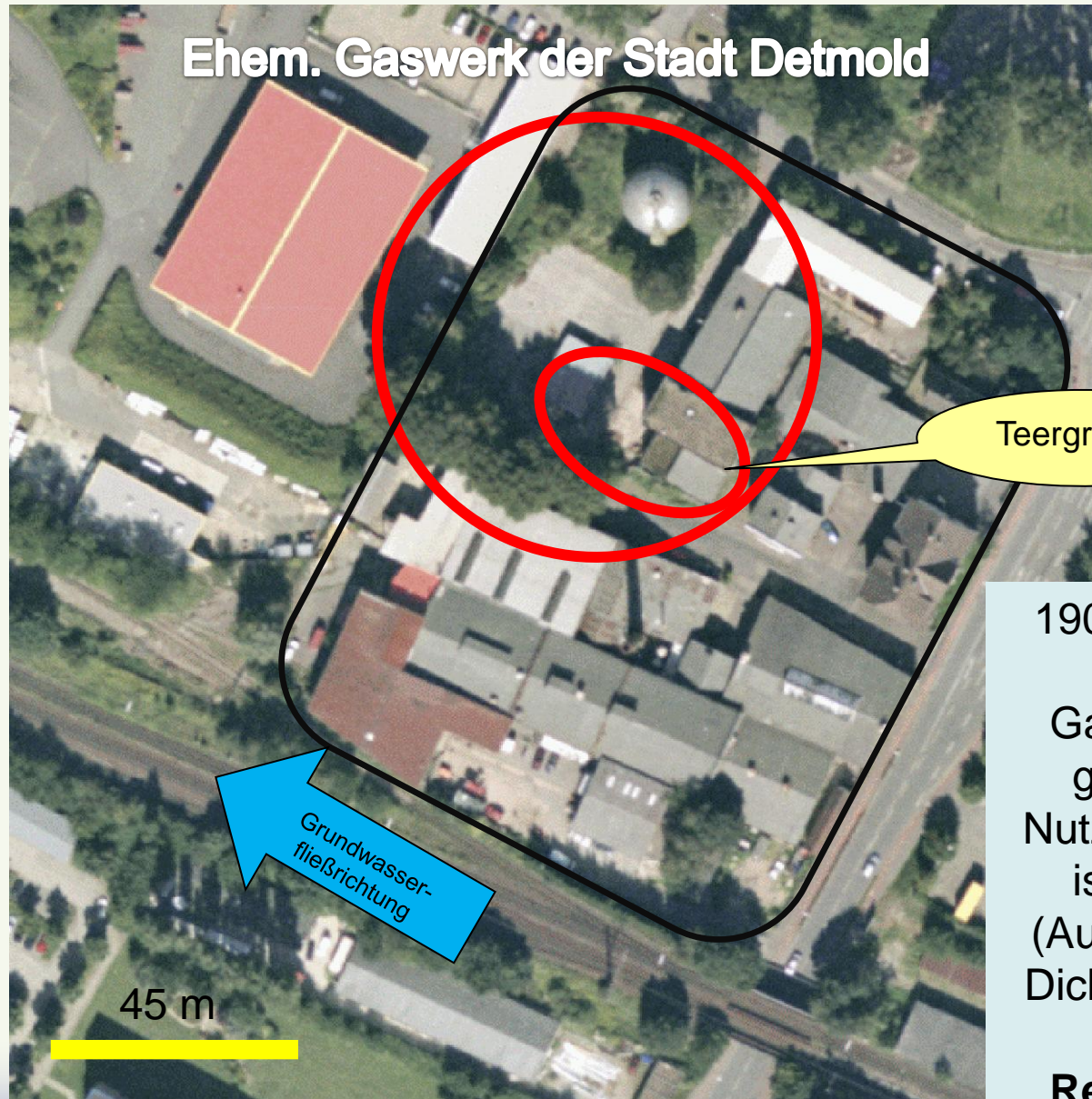
Bei der Bearbeitung von MNA-Konzepten sind die LABO-Anforderungen entsprechend zu berücksichtigen. Daraus resultiert, dass zunächst

- die hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse am Standort selbst und seinem Umfeld sowie
- die Schadstoffverteilung im Untergrund erkundet werden müssen.

Darauf aufbauend ist

- ein hydrogeologisches Modell,
- ein Schadstoffverteilungs-Modell und
- ein Modell der ablaufenden Schadstoffabbau-Prozesse zu entwickeln und hierauf basierend eine (Langzeit-) Prognose zu erstellen.

Aspekte dieser grundsätzlichen Vorgehensweise sollen nachfolgend an den Fallbeispielen dargestellt werden.



## Ehem. Gaswerk der Stadt Detmold

Teergruben

Grundwasser-  
fließrichtung

45 m

1907 – 1950 Betrieb eines **kleinen** städtischen Gaswerks; anschließend gewerbliche Nutzung / Nutzung als Bauhof; aktuell ist eine **Teilsanierung** (Auskoffering Teergruben, Dichtwand, OFAD) geplant.  
**Verbleibende Restbelastungen: MNA**

## Untergrundaufbau

bis ca. 1 m GOK (max. 2,2 m):  
Unterhalb des Apparatehauses  
fehlt die Auffüllung.

Auffüllung: Mineralisches Gemisch aus  
Schluff, Sand und Kies, untergeordnet  
Ton, mit wechselnden Anteilen an Gesteins- und  
Ziegelbruch, geringe Asche.

bis ca. 1,5 m u. GOK:  
(stellenweise fehlend)

Auenlehm: Schluff, tonig, schwach  
sandig

bis ca. 2,0 m u. GOK:  
(stellenweise fehlend)

Auensand: Sand, schwach schluffig

bis ca. 8 m u. GOK:

Niederterrasse: Kies und Sand,  
schwach schluffig; an der Basis stark  
steinig

Mittlere  $k_f$ -Werte aus Pumpversuch und  
Slug-/Bailtests um  $4,5 \cdot 10^{-5}$  m/s

ab ca. 8 m u. GOK:

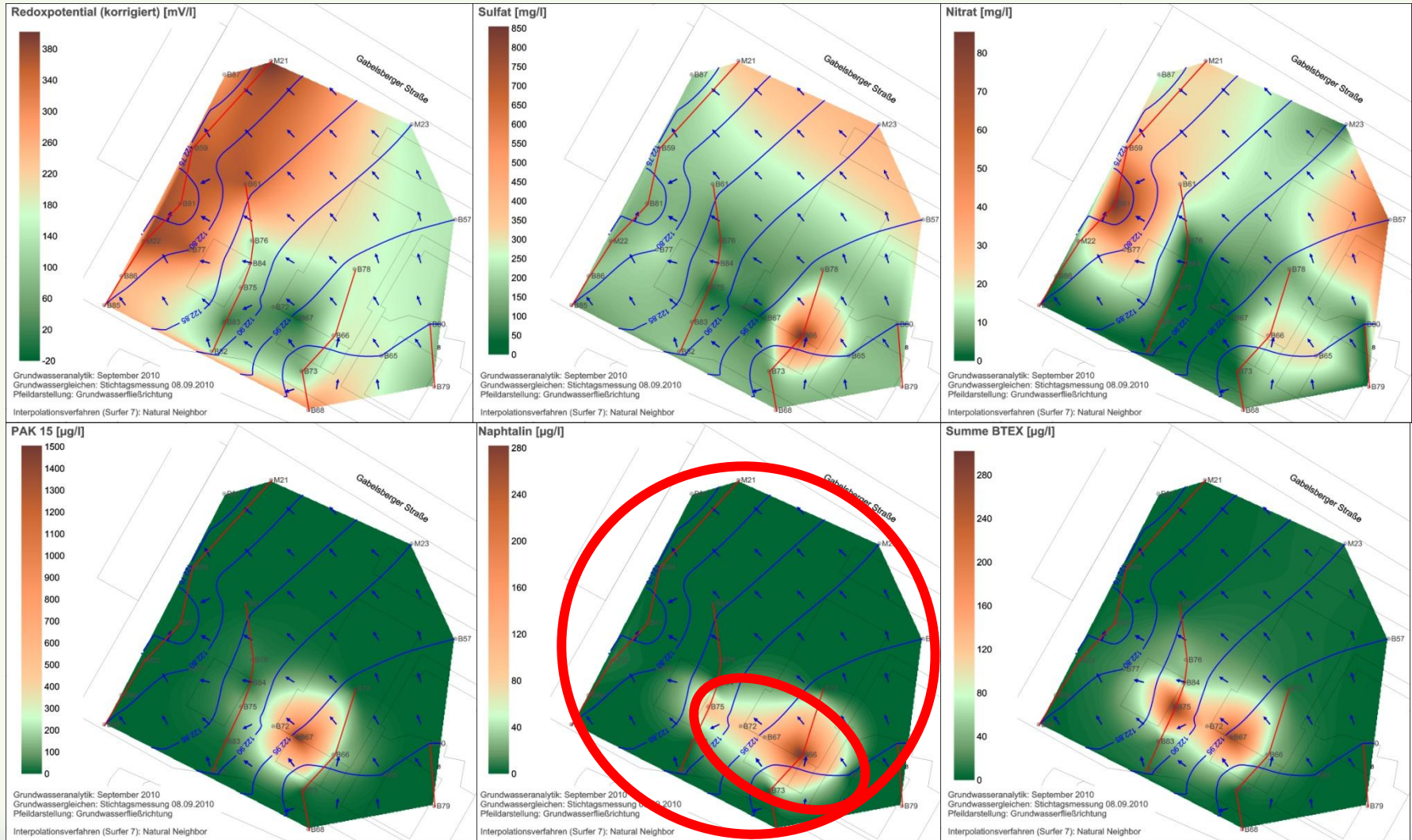
Mittlerer Keuper: Ton- bis Mergelstein

*GW-Flurabstand: 2,5 – 4,0 m*

*Mittlere Abstandsgeschwindigkeit: 26 m/a*



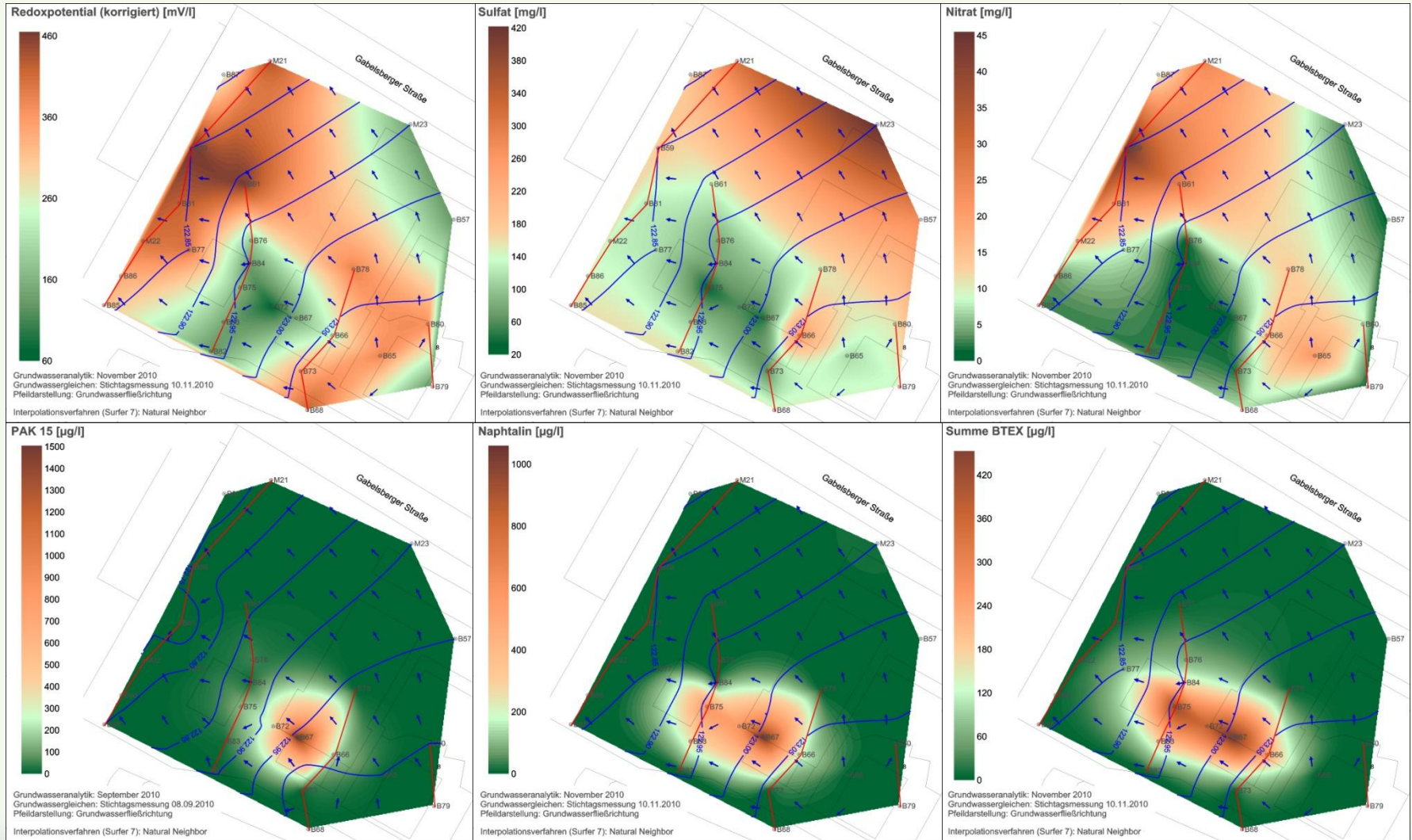
# Redox, Sulfat, Nitrat, PAK15, Naphthalin, BTEX September 2010



45 m



# Redox, Sulfat, Nitrat, PAK15, Naphthalin, BTEX November 2010

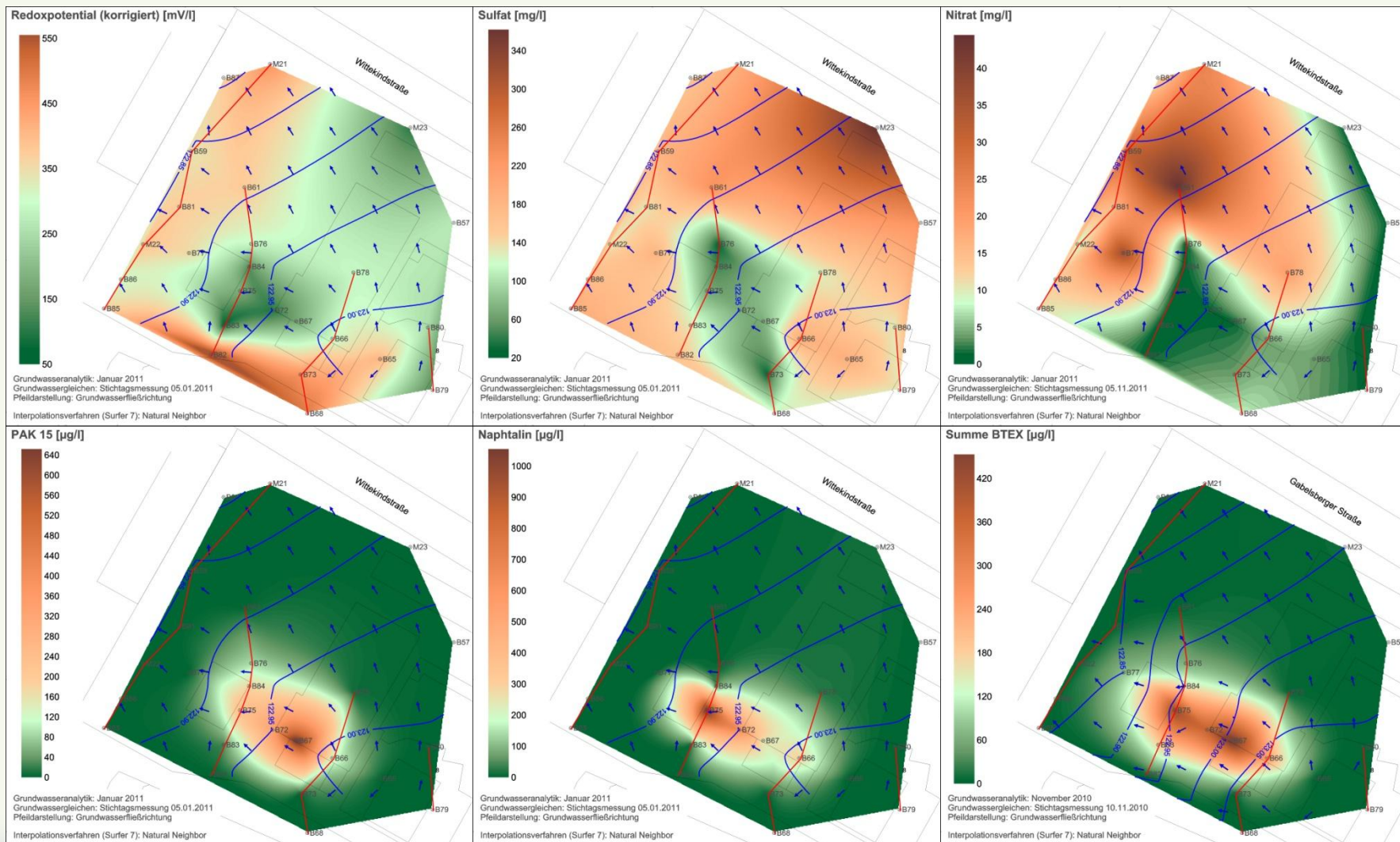


45 m



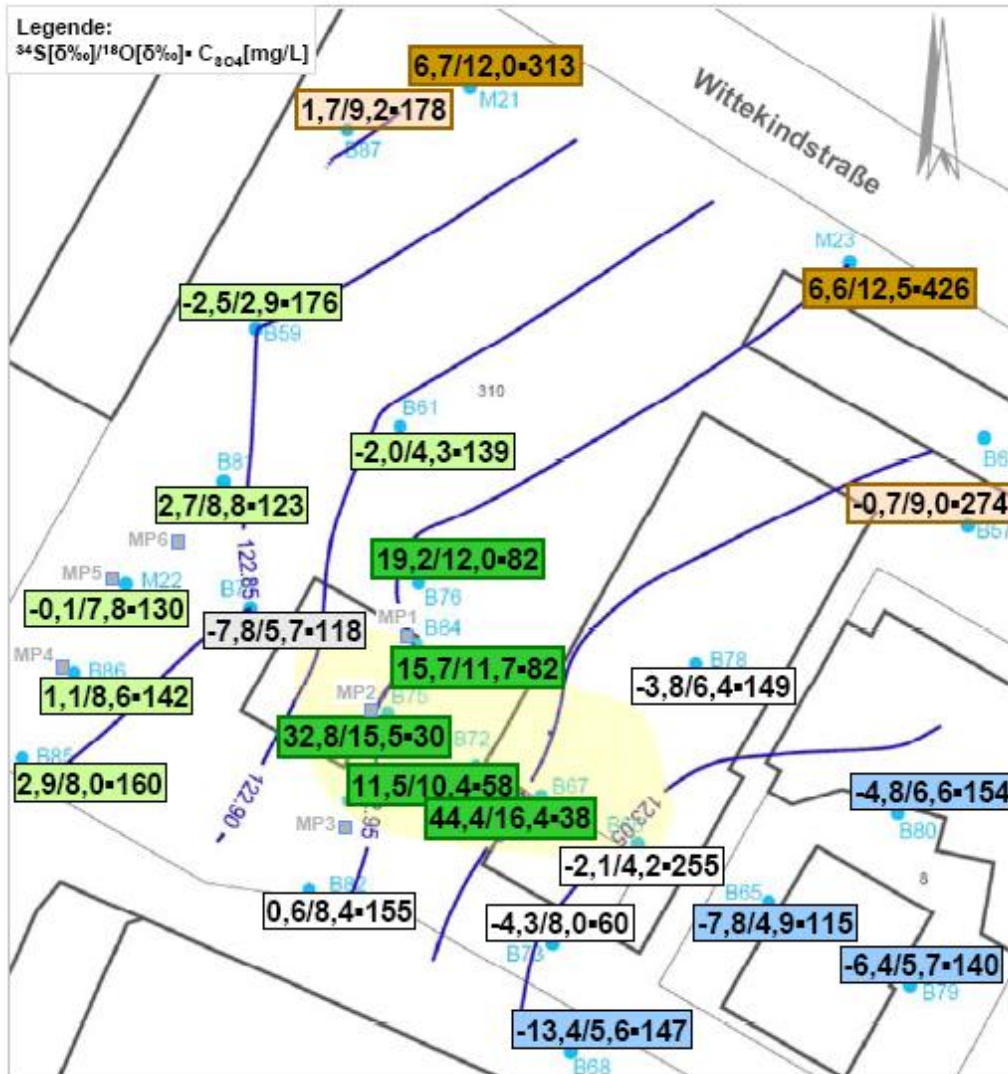


# Redox, Sulfat, Nitrat, PAK15, Naphthalin, BTEX Januar 2011



45 m

# Isotopensignaturen des Sulfat-Schwefels und -Sauerstoffs



- 19,2/12,0-82** Starke biologische Sulfatreduktion
- 4,3/8,0-60** Geringe biologische Sulfatreduktion
- 4,8/6,6-154** Keine biologische Sulfatreduktion (Anstrom)
- 2,9/8,0-160** Vermischungszone im Abstrom
- 7,8/5,7-118** Keine biologische Sulfatreduktion (Abstrom)
- 6,6/12,5-426** Starker Abwassereinfluss
- 0,7/9,0-274** Abwassereinfluss

Außerdem:  
 Nachweis eines mikrobiellen  
 BTEX-Abbaus durch  
 Isotopenuntersuchungen!

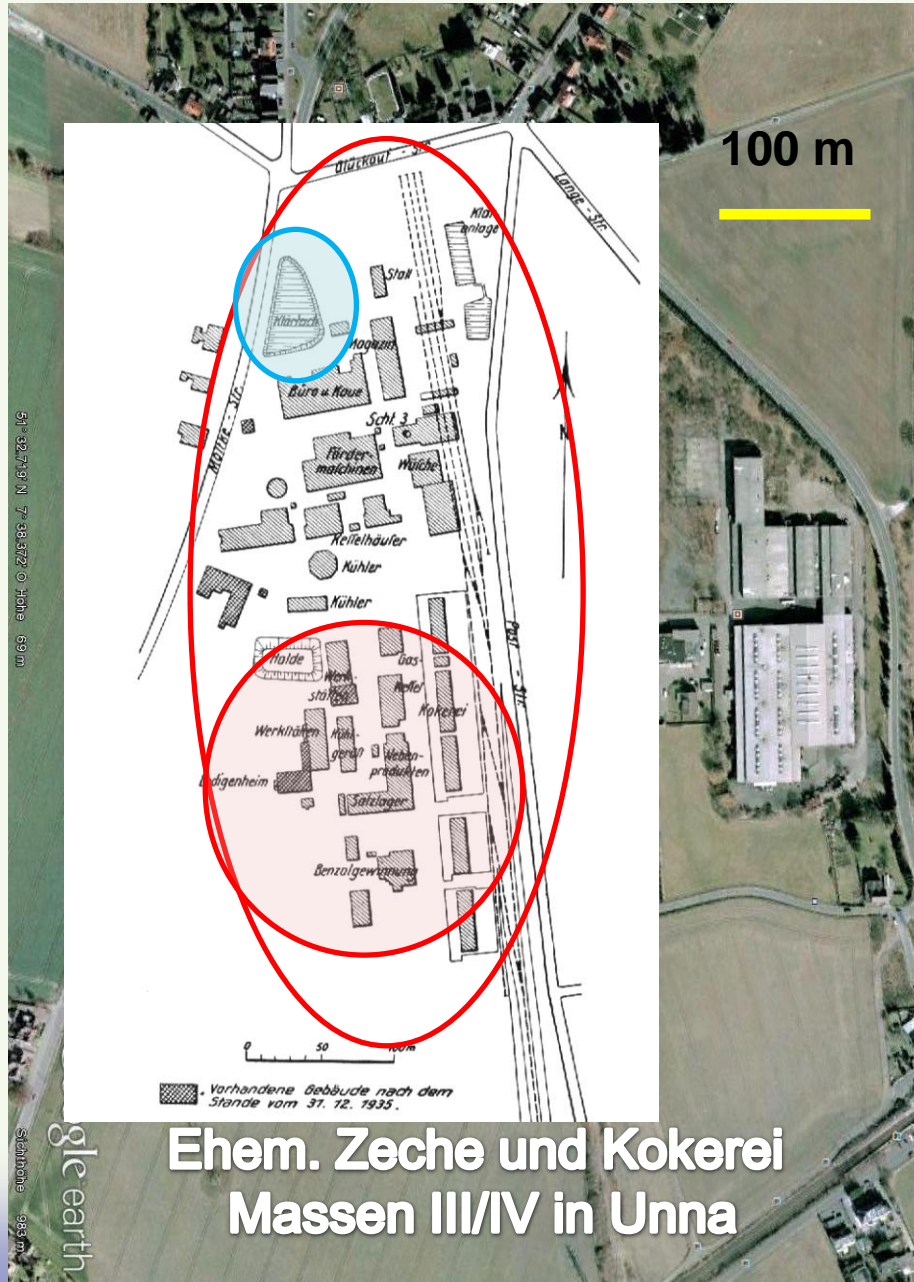


## PAK- und BTEX-“Durchbrüche“

		PAK15 [µg/l]	Naphthalin [µg/l]	BTEX [µg/l]	Benzol [µg/l]
<b>Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA [6]</b>		0,2	2	10	1
<b>M22</b> (ca. 30 m abstromig Teerölphasenkörper)	Juli 1993	<b>1,1</b>	< 0,2	5	<b>5</b>
	März 1994	<b>0,4</b>	< 0,2	< 5	< 5
	Jan. 1998	<0,02	<b>2,1</b>	< 0,5	< 0,5
	Okt. 2004	0,03	< 0,02	< 1	< 1
	Sept. 2009	0,048	< 0,05	< 1	< 1
	Sept. 2010	< 0,02	< 0,02	7,7	<b>7,7</b>
	Nov. 2010	0,06	0,022	< 1	< 0,25
	Jan. 2011	0,02	0,02	< 1	< 0,25

## Historie

- 1895 Abteufen Schacht III
- 1898 Errichtung der Kokerei
- 1914 Errichtung Benzolfabrik
- 1919 Errichtung weiterer Nebengewinnungsanlagen
- 1925 Stilllegung
- 1935 weitgehender Abbruch erfolgt
- 1935 – 1945: Nordteil: Nutzung durch die Reichsluftwaffe
- 1950er Nutzung des Gesamtgeländes durch die Bundeswehr
- 1970er – heute: Gewerbliche Nutzung des Südteils
- heute: Gewerbliche Nutzung des Gesamtgeländes





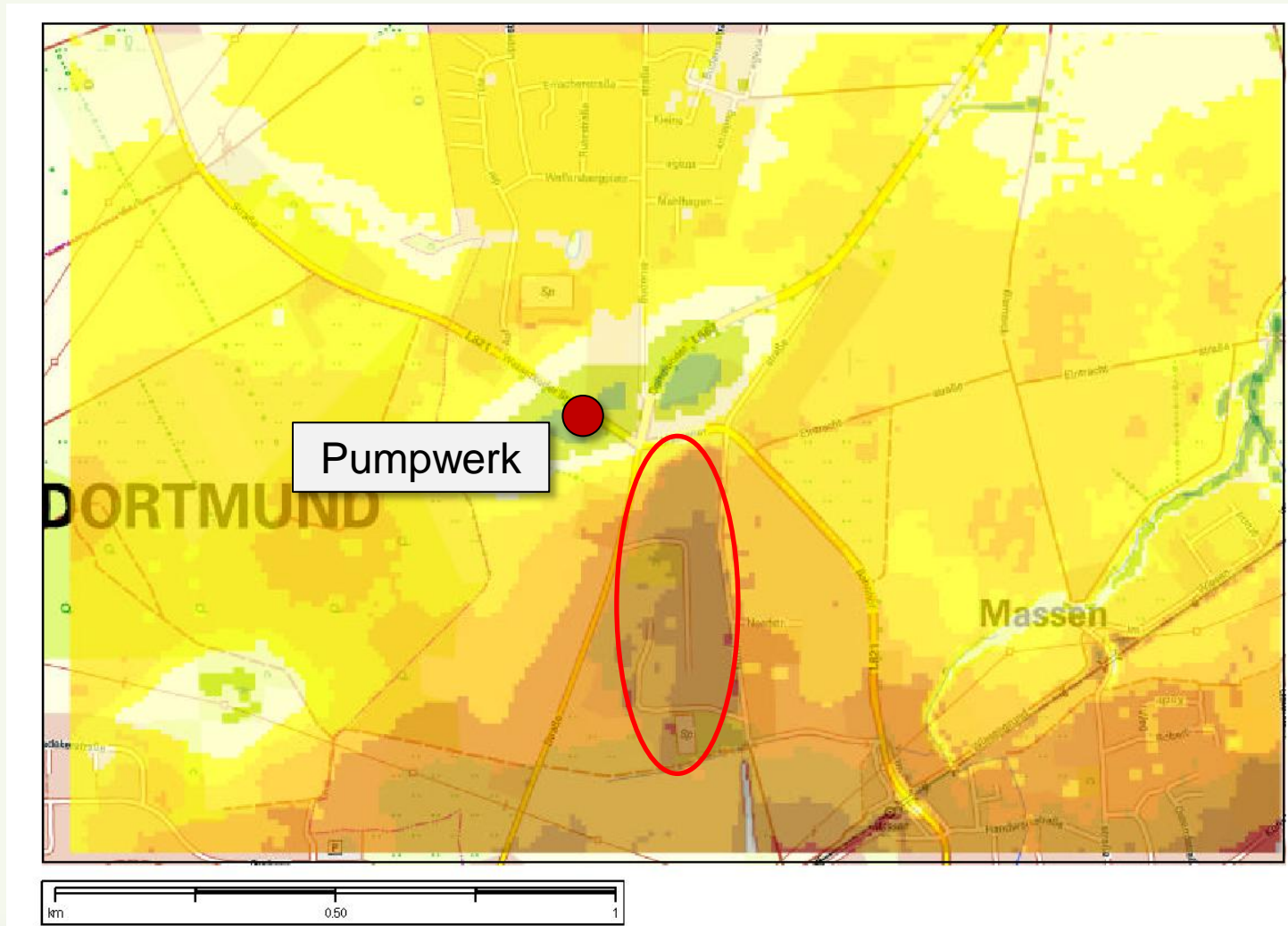
## Untergrundaufbau

Geologische Einheit	Mächtigkeit [m]	Geologische Beschreibung
Auffüllung	1 - 4	Sandiger, schluffiger Kies mit Steinen, Material bestehend aus Bergematerial, Asche, Bauschutt, Boden
Löß / Lößlehm / Fließerde	bis 6	Schluff, feinsandig, zum Liegenden zu höherer Sand- und Kiesanteil
„Kiessand“	1 – 2, örtlich 3 – 4	Sandiger Kies mit wechselnden Schluffanteilen
Emschermergel bzw. verwitterte Kreideoberfläche	Wenige Meter	Toniger Schluff, kalkhaltig bis toniger Mergelstein
Kreide	ca. 95	Kalkmergelsteine

*GW-Flurabstand: 1,5 – 5,0 m*

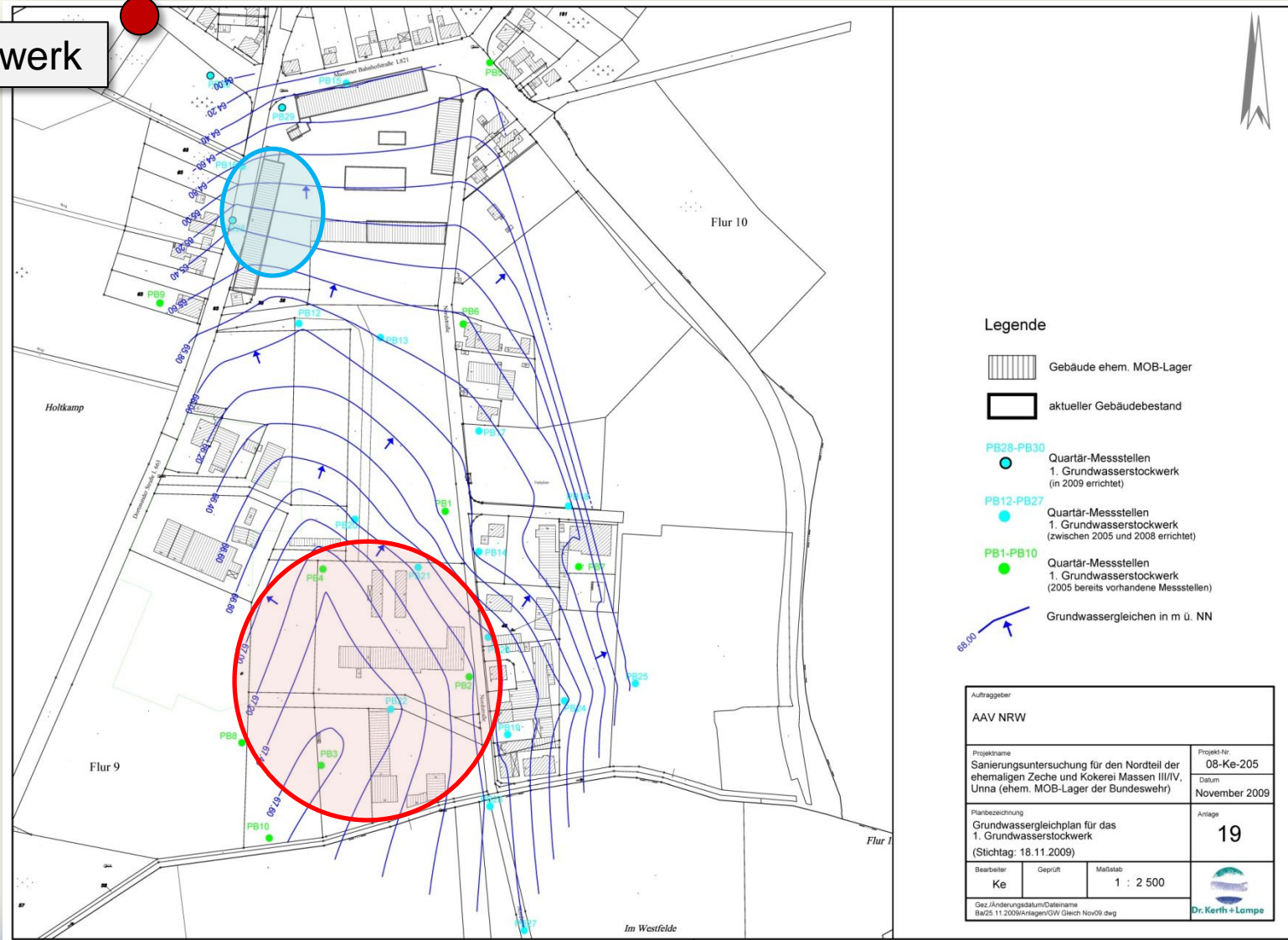
*Abstandsgeschwindigkeit: 20 – 125 m/a*

## „Bergsenkungswanne“ nördlich der ehem. Zeche u. Kokerei



# Grundwassergleichenplan für das Gesamtgelände

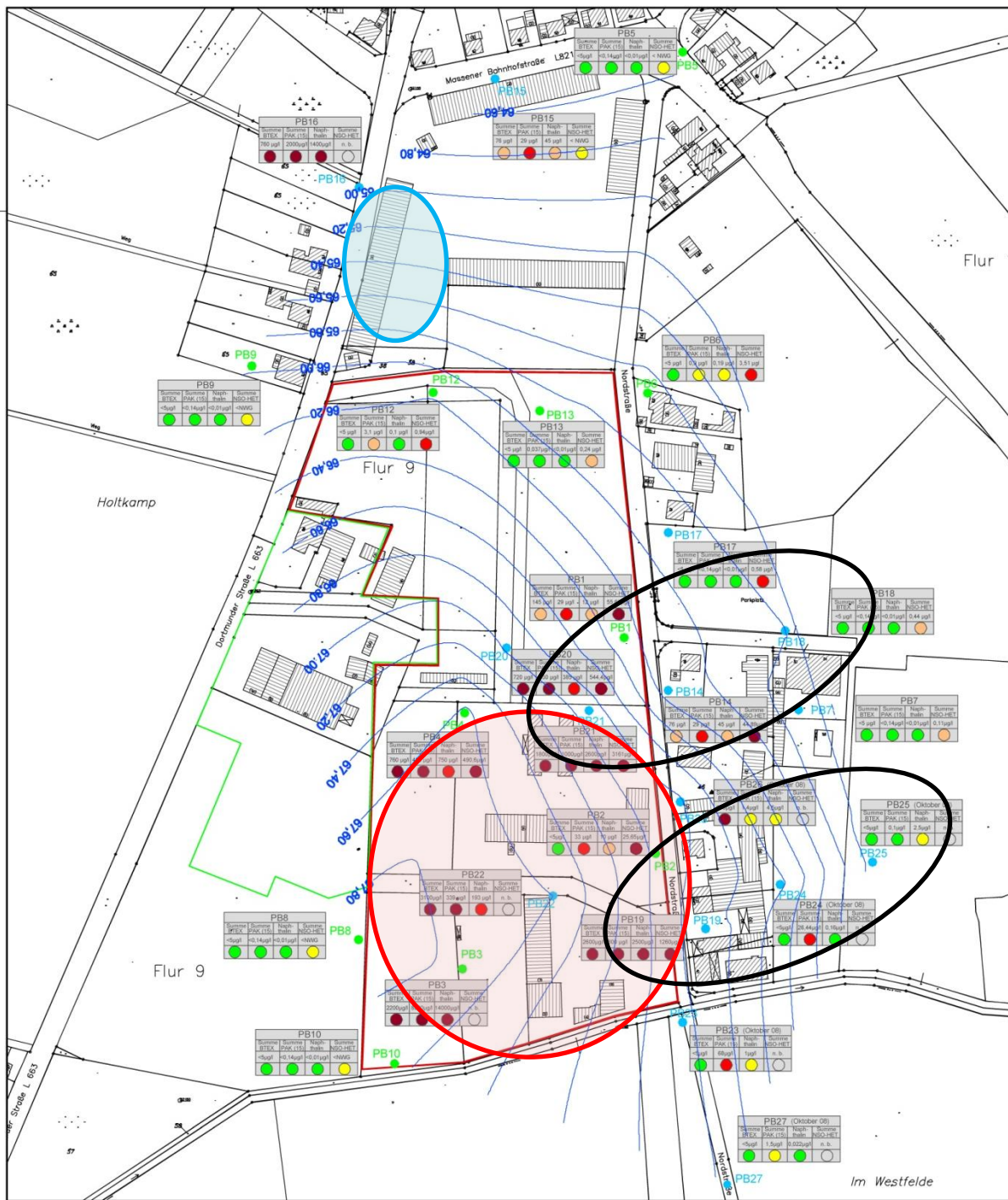
Pumpwerk



## Legende

- Gebäude ehem. MOB-Lager
- aktueller Gebäudebestand
- PB28-PB30 Quartär-Messstellen  
1. Grundwasserstockwerk  
(in 2009 errichtet)
- PB12-PB27 Quartär-Messstellen  
1. Grundwasserstockwerk  
(zwischen 2005 und 2008 errichtet)
- PB1-PB10 Quartär-Messstellen  
1. Grundwasserstockwerk  
(2005 bereits vorhandene Messstellen)
- Grundwassergleichen in m ü. NN

Auftraggeber AAV NRW			Projekt-Nr. 08-Ke-205
Projektname Sanierungsuntersuchung für den Nordteil der ehemaligen Zeche und Kokerei Massen III/IV, Unna (ehem. MOB-Lager der Bundeswehr)			Datum November 2009
Planbezeichnung Grundwassergleichplan für das 1. Grundwasserstockwerk (Stichtag: 18.11.2009)			Anlage 19
Bearbeiter Ke	Geprüft	Maßstab 1 : 2 500	
Gez./Änderungsdatum/Datename Bar25_11_2009/Anlagen/GW_Gleich_Nov09.dwg			



**Legende**

- Untersuchungsgebiet
- Untersuchte Flurstücke im Besitz der Julius Ewald Schmitt GbR
- Grundwassermessstellen "Kiessand" (2005 bereits vorhandene Messstellen)
- neu eingerichtete Grundwassermessstellen "Kiessand" im Rahmen des Projekts neu eingerichtet

PB7			
Summe BTEX	Summe PAK (15)	Naphthalin	Summe NSO-HET
µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<span style="color: green;">●</span> < 20	<span style="color: green;">●</span> < 0,2	<span style="color: green;">●</span> < 1	<span style="color: green;">●</span> < 0,01
<span style="color: orange;">●</span> > 20 - 200	<span style="color: orange;">●</span> > 0,2 - > 2	<span style="color: orange;">●</span> > 1 - > 10	<span style="color: orange;">●</span> > 0,01 - > 0,05
<span style="color: red;">●</span> > 200	<span style="color: red;">●</span> > 2 - < 20	<span style="color: red;">●</span> > 10 - < 100	<span style="color: red;">●</span> > 0,05 - < 0,5
	<span style="color: red;">●</span> > 20 - < 200	<span style="color: red;">●</span> > 100 - < 1000	<span style="color: red;">●</span> > 0,5 - < 5
	<span style="color: red;">●</span> < 200	<span style="color: red;">●</span> < 1000	<span style="color: red;">●</span> < 5

n. b. : nicht bestimmt

Grundwassergleichen 1. Grundwasserstockwerk  
Stichtag 29. Oktober 2008

Auftraggeber <b>AAV NRW</b>		Projekt-Nr. <b>07-Ke-117</b>	
Projekt Sanierungsuntersuchung für die ehemalige Zeche und Kokerei Massen III/IV in Unna		Datum <b>November 2008</b>	
Planbezeichnung Lageplan-Darstellung der Grundwasseranalysen- Ergebnisse (1. Grundwasserstockwerk) vom vom Februar 2008 bzw. Oktober 2008		Anlage <b>11.6</b>	
Bearbeiter <b>Ke</b>	Geprüft <b>1</b>	Maßstab <b>1 : 2 000</b>	
Gdz./Änderungsdatum/Dateiname Krt1.04.2008/Anlage11-6.dwg			

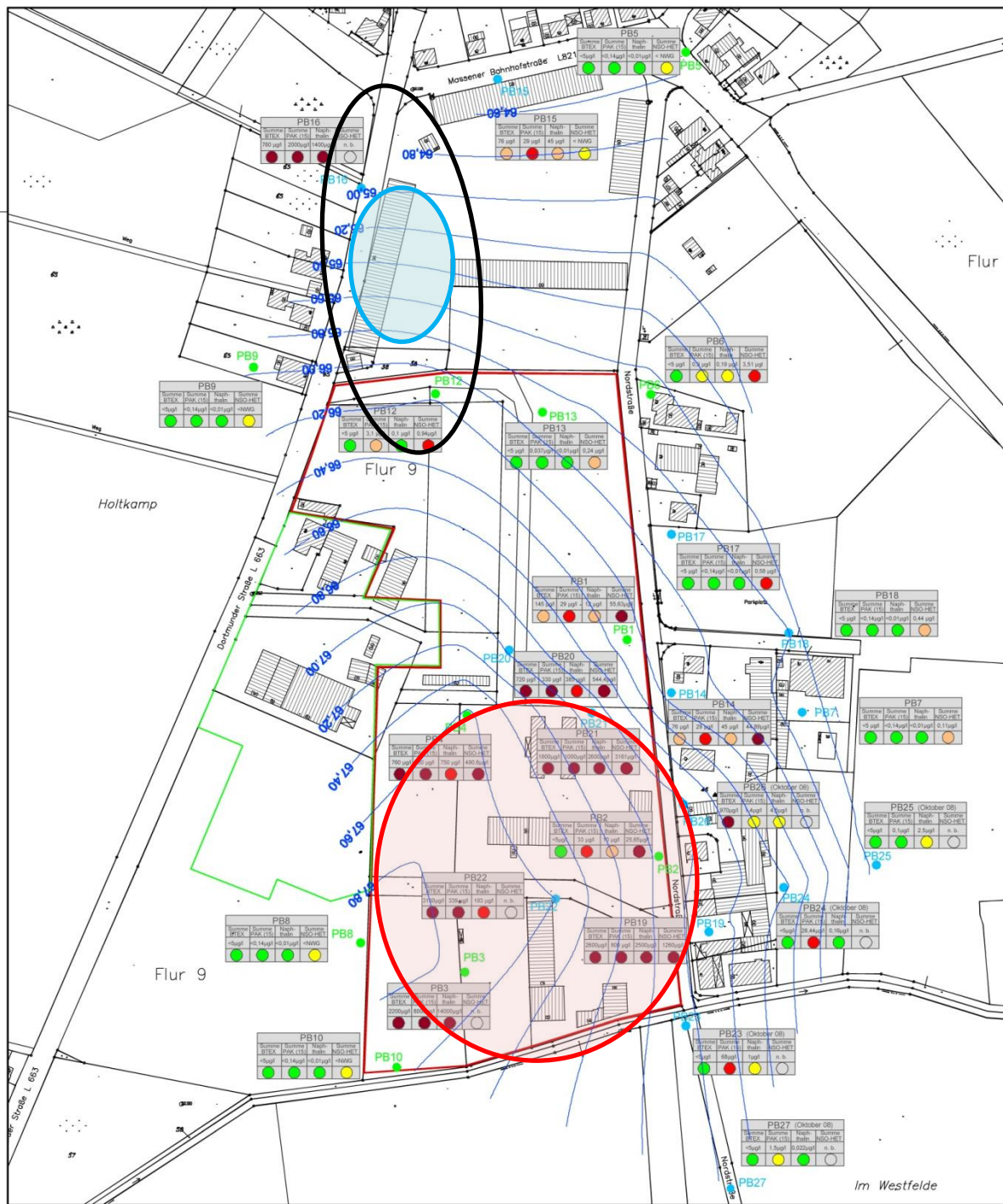




## Konzentrationsprofile für kokereispezifische Schadstoffe entlang von Stromlinien (zentraler Teil des Geländes)

	<b>PB21</b>	<b>PB14</b>	<b>PB18</b>
<b>Entfernung zu PB21 entlang Stromlinie [m]</b>	0	51	125
<b>Fließdauer [Jahre]</b>	0	0,4 – 2,6	1,0 – 6,25
<b>Ammonium [mg/l]</b>	120	53	11
<b>Summe BTEX [µg/l]</b>	1.800	76	<5
<b>Naphthalin [µg/l]</b>	2.600	45	<0,01
<b>PAK 15 [µg/l]</b>	1.000	29	<0,14
<b>NSO-Het. [µg/l]</b>	3.161	45	0,44

	<b>PB19</b>	<b>PB24</b>	<b>PB25</b>
<b>Entfernung zu PB19 entlang Stromlinie [m]</b>	0	51	110
<b>Fließdauer [Jahre]</b>	0	0,4 – 2,6	0,9 – 5,5
<b>Ammonium [mg/l]</b>	2,3	0,95	<0,05
<b>Summe BTEX [µg/l]</b>	2.600	<5	<5
<b>Naphthalin [µg/l]</b>	2.500	0,16	2,5
<b>PAK 15 [µg/l]</b>	800	26	2,6



**Legende**

- Untersuchungsgebiet
- Untersuchte Flurstücke im Besitz der Julius Ewald Schmitt GbR
- **PB1-PB10** Grundwassermessstellen "Kiessand" (2005 bereits vorhandenen Messstellen)
- **PB12-PB27** neu eingerichtete Grundwassermessstellen "Kiessand" im Rahmen des Projekts neu eingerichtet

PB7			
Summe BTEX µg/l	Summe PAK (15) µg/l	Naphthalin µg/l	Summe NSO-HET µg/l
<span style="color: green;">●</span> < 20	<span style="color: green;">●</span> < 0.2	<span style="color: green;">●</span> < 1	<span style="color: green;">●</span> < 0.01
<span style="color: yellow;">●</span> > 20 - < 200	<span style="color: yellow;">●</span> > 0.2 - < 2	<span style="color: yellow;">●</span> > 1 - < 10	<span style="color: yellow;">●</span> > 0.01 - < 0.05
<span style="color: orange;">●</span> > 200 - < 1000	<span style="color: orange;">●</span> > 2 - < 20	<span style="color: orange;">●</span> > 10 - < 100	<span style="color: orange;">●</span> > 0.05 - < 0.5
<span style="color: red;">●</span> > 1000	<span style="color: red;">●</span> > 20 - < 200	<span style="color: red;">●</span> > 100 - < 1000	<span style="color: red;">●</span> > 0.5 - < 5
<span style="color: darkred;">●</span> > 2000	<span style="color: darkred;">●</span> > 200	<span style="color: darkred;">●</span> > 1000	<span style="color: darkred;">●</span> > 5

n. b.: nicht bestimmt

Grundwassergleichen 1. Grundwasserstockwerk  
Stichtag 29. Oktober 2008

Auftraggeber <b>AAV NRW</b>		Projekt-Nr. <b>07-Ke-117</b>
Projekt Sanierungsuntersuchung für die ehemalige Zeche und Kokerei Massen III/IV in Unna		Datum November 2008
Planbezeichnung Lageplan-Darstellung der Grundwasseranalysen- Ergebnisse (1. Grundwasserstockwerk) vom vom Februar 2008 bzw. Oktober 2008		Anlage <b>11.6</b>
Bearbeiter <b>Ke</b>	Geprüft <b>Maßstab</b>	1 : 2 000
Datei: J:\Handlungsdatum\Dateiname K174.04.2008\Anlage11.6.dwg		

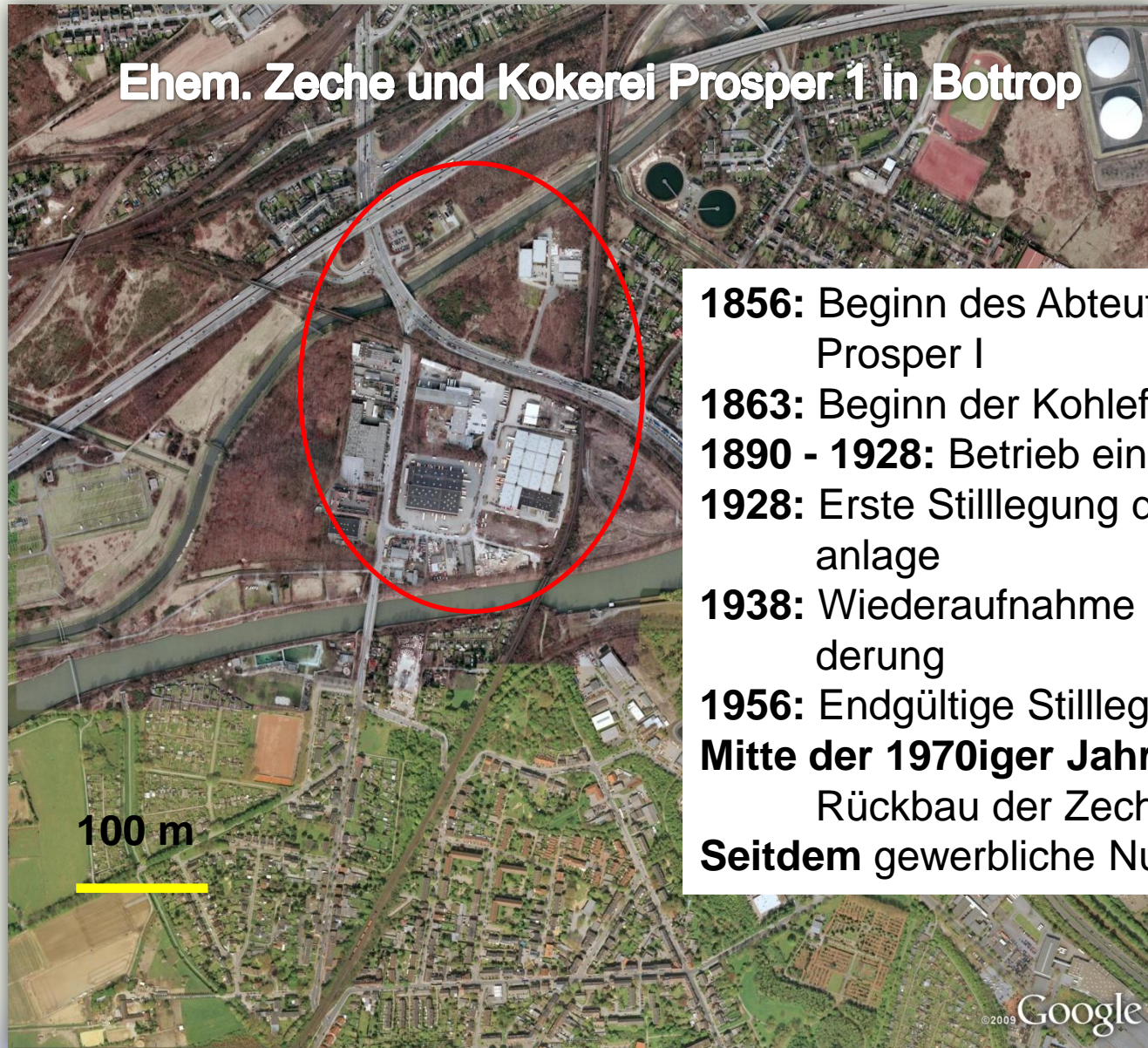
## Konzentrationsprofil für kokereispezifische Schadstoffe entlang von Stromlinien im Nordteil

	<b>PB12</b>	<b>PB16</b>
<b>Summe BTEX [<math>\mu\text{g/l}</math>]</b>	< 5	760
<b>Summe PAK 16 [<math>\mu\text{g/l}</math>]</b>	3,2	3.400

Sehr starker „Wieder-“ Anstieg, d. h. Vorhandensein eines weiteren Schadensherdes!

Die Fließstrecke bis zur Wasserfassung des Pumpwerks reicht nicht für einen ausreichenden PAK-Abbau aus. Daher ist hier MNA nicht geeignet!

## Ehem. Zeche und Kokerei Prosper 1 in Böttrop



- 1856:** Beginn des Abteufens Schacht Prosper I
- 1863:** Beginn der Kohleförderung
- 1890 - 1928:** Betrieb einer Kokerei
- 1928:** Erste Stilllegung der Zechenanlage
- 1938:** Wiederaufnahme der Förderung
- 1956:** Endgültige Stilllegung
- Mitte der 1970iger Jahre - 1980:** Rückbau der Zechenanlage
- Seitdem** gewerbliche Nutzung



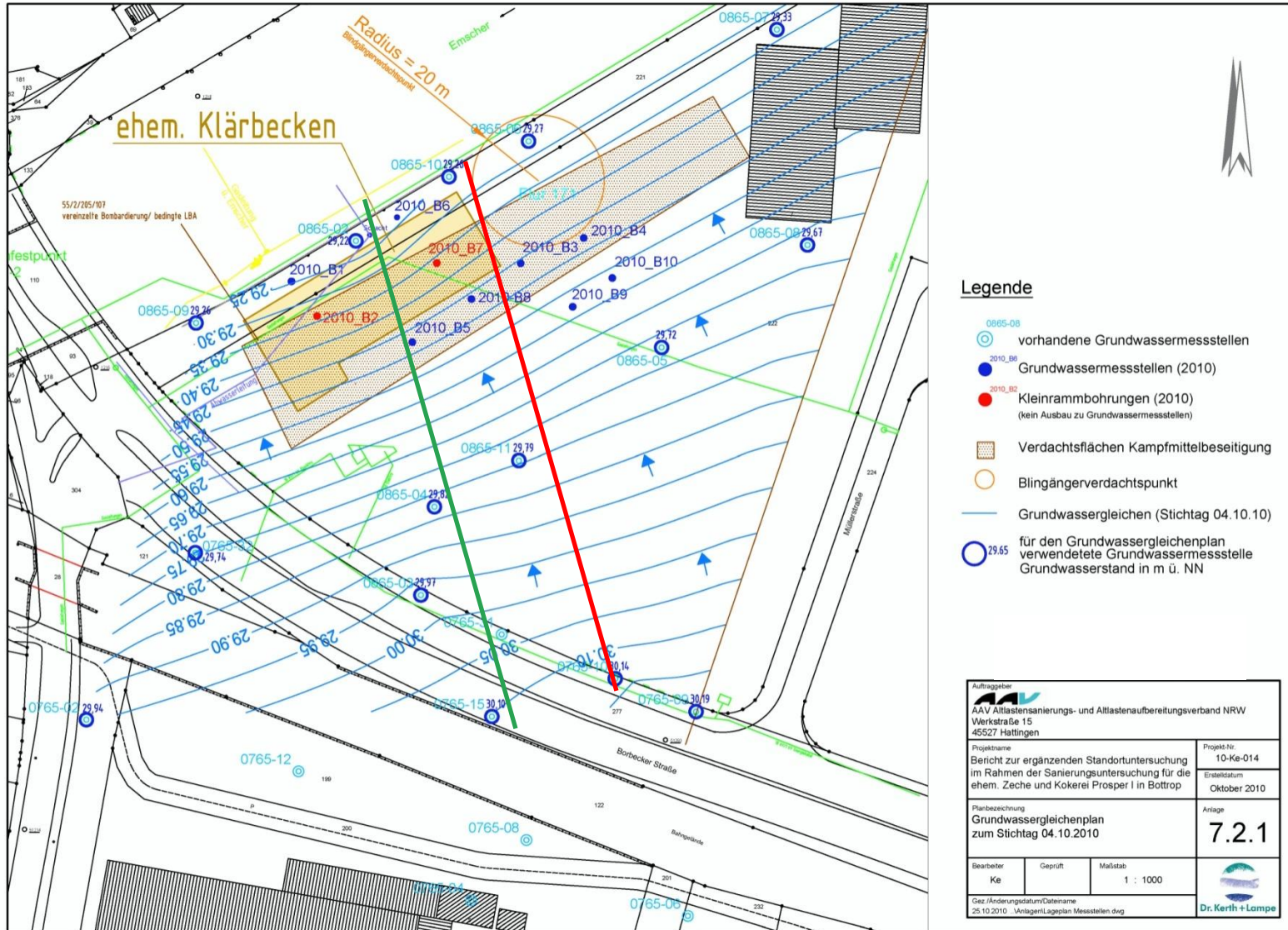
## Untergrundaufbau

Geologische Einheit	Mächtigkeit	Geologische Beschreibung
Auffüllung	im Mittel 2 m, max. 6,2 m	Sandig-schluffiger Kies mit Steinen, Material bestehend aus Bergematerial, Asche, Schlacke, Bauschutt, Boden
Tal- und Auenlehm, teilweise auch Talsande (Schicht bei mächtigerer Auffüllung bzw. tiefen Eingriffen in den Boden z. T. fehlend)	wenige Dezimeter bis wenige Meter	Schwach tonige Schluffe, feinsandig, teilweise auch Mittelsand, feinsandig
Fein- und Mittelsande, z. T. auch Sande und sandige Kiese; mit Einschaltungen von Schluff	Einige Meter	Sandiger Kies mit wechselnden Schluffanteilen
Emschermergel bzw. verwitterte Kreideoberfläche	Wenige Meter	Toniger Schluff, kalkhaltig bis toniger Mergelstein

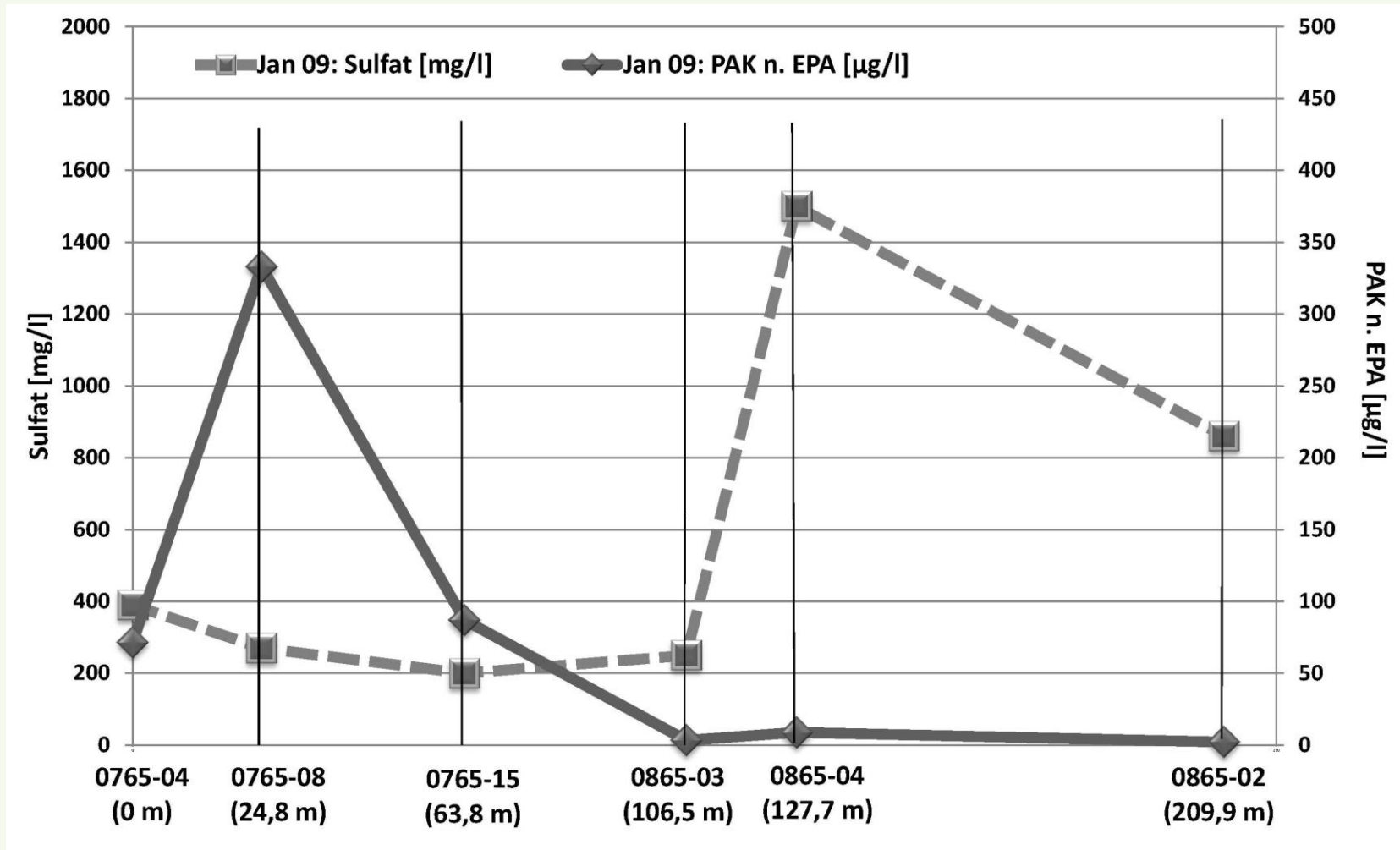
*GW-Flurabstand: 6,5 – 10 m*

*Abstandsgeschwindigkeit: 4 – 90 m/a*

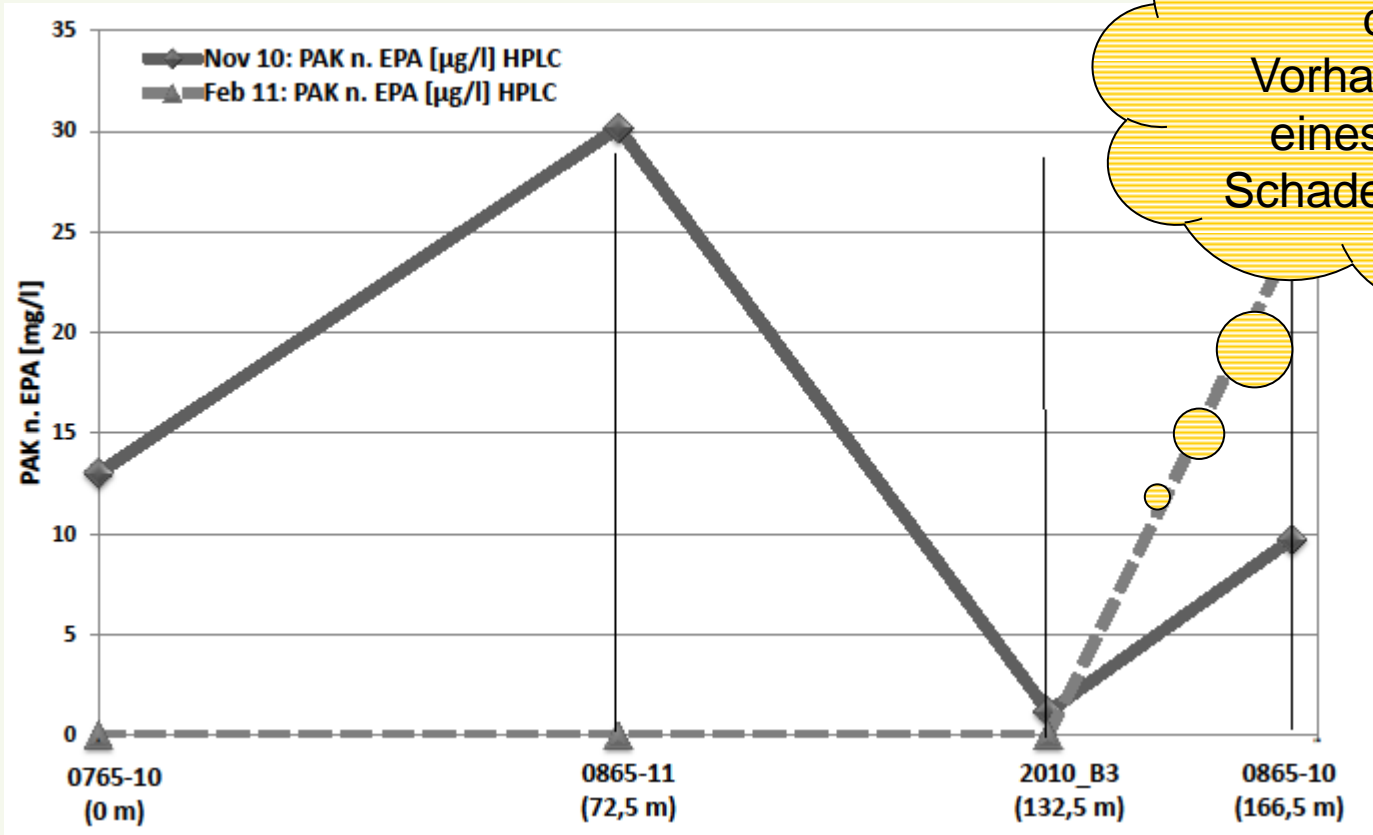
# Grundwassergleichenplan vom 04.10.2010



## Konzentrationsverlauf von PAK und Sulfat westliche Stromlinie



## Konzentrationsverlauf von PAK östliche Stromlinie



„Wieder-“ Anstieg,  
d. h.  
Vorhandensein  
eines lokalen  
Schadensherdes!





# Sulfateinträge in das Grundwasser mit „frischem“ Sickerwasser

November 2010

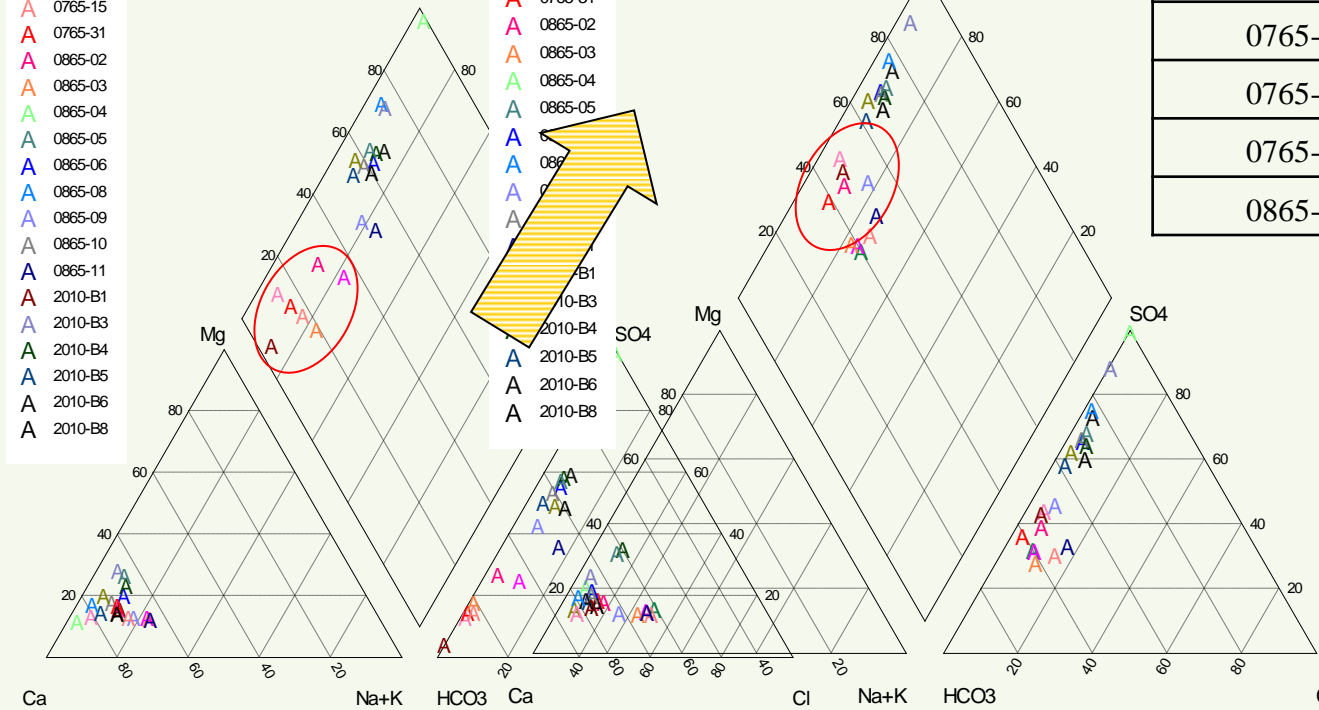
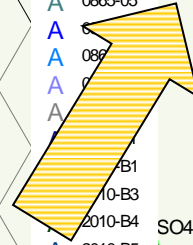
Februar 2011

Legende

- A 0765-06
- A 0765-08
- A 0765-09
- A 0765-10
- A 0765-15
- A 0765-31
- A 0865-02
- A 0865-03
- A 0865-04
- A 0865-05
- A 0865-06
- A 0865-08
- A 0865-09
- A 0865-10
- A 0865-11
- A 2010-B1
- A 2010-B3
- A 2010-B4
- A 2010-B5
- A 2010-B6
- A 2010-B8

Legende

- A 0765-06
- A 0765-08
- A 0765-09
- A 0765-10
- A 0765-15
- A 0765-31
- A 0865-02
- A 0865-03
- A 0865-04
- A 0865-05
- A 0865-06
- A 0865-08
- A 0865-09
- A 0865-10
- A 0865-11
- A 2010-B1
- A 2010-B3
- A 2010-B4
- A 2010-B5
- A 2010-B6
- A 2010-B8



	Sulfat [mg/l]	
Messstelle	Nov 10	Feb 11
0765-08	320	364
0765-10	112	623
0765-15	152	416
0765-31	148	525
0865-03	161	348



## Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teeröfaltlasten (1)

- **Grundvoraussetzung für MNA ist ein ausreichender „Reaktionsraum“** im Abstrom ohne sensible Nutzung und hochrangige Schutzgüter. Im Ruhrgebiet, insbesondere in der Emscherzone, war bis in die jüngere Vergangenheit diese Voraussetzung i. d. R. erfüllt.
- Die fortschreitende **Gewässerrenaturierung im Emscher- und Lippegebiet** schafft aber **Handlungsbedarf** auch in Bezug auf den Parameter PAK und engt damit die Anwendbarkeit von MNA ein.
- In **Gebieten mit erhöhten Hintergrundbelastungen**, in denen potentielle oder tatsächliche Grundwassernutzer sowieso von Belastungen ausgehen, ist dabei **MNA eher anwendbar** als in Gebieten mit generell guter Grundwasserbeschaffenheit.
- Bei der „Bemessung“ des „Reaktionsraums“ sind die beobachteten zeitlich variablen **„PAK-Durchbrüche“** unbedingt mit zu berücksichtigen.



## Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teerölaltlasten (2)

- Eine **weitere zwingende Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren**. Generell kann im Ruhrgebiet insbesondere bei Standorten der Montanindustrie durch die meist großflächigen Bergematerial- und Bauschutt-Auffüllungen von einer hohen Verfügbarkeit von Sulfat ausgegangen werden. Weiter steht vor allem auch dreiwertiges Eisen zur Verfügung. Offen ist aber, ob das Angebot an Elektronenakzeptoren bis zum weitgehenden Abbau der Schadstoffquelle (wofür Zeiträume von z. T. 1.000 Jahren und mehr anzunehmen sind!) ausreicht.
- Da das **Angebot an Elektronenakzeptoren endlich** ist und z. B. auch zunehmende Versiegelung zu einer verminderten Durchsickerung sulfathaltiger Auffüllungen führt, ist es sinnvoll, geeignete **Reserveflächen für ENA-Maßnahmen** von einer (dauerhaften) Bebauung freizuhalten.



## Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teeröfaltlasten (3)

- Vor dem Hintergrund der extrem langen Zeiträume bis zum Abbau der Teerölphasenkörper erscheint grundsätzlich eine **Reduktion der im Untergrund vorhandenen Schadstoffmasse** sinnvoll, weil dann zu hoffen ist, dass zumindest die Emissionsdauer abnimmt.
- Für die **große Zahl von noch nicht oder nur begrenzt sanierten Teeröfaltlasten im Ruhrgebiet**, die bereits wieder einer – meist gewerblichen – Neunutzung zugeführt wurden, wird eine solche Dekontamination jedoch nur dann verhältnismäßig sein, wenn sehr hochrangige Schutzgüter betroffen sind. Von daher wird in vielen Fällen (nur) **MNA als verhältnismäßige Strategie** in Betracht kommen.



## Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teeröfaltlasten (4)

- Auf den großflächigen Montanindustriestandorten, sind häufig **mehrere nicht miteinander in Verbindung stehende Teerölphasenkörper** vorhanden. Dabei kann es sein, dass auf einem Standort für den einen Schadensherd MNA geeignet ist, für einen anderen, näher am Schutzgut liegenden Schadensherd jedoch nicht. Trotz ggf. gleicher Belastung im Boden und im Grundwasser kann dies dazu führen, dass der eine Eigentümer einer Teilfläche „nur“ zu einer relativ günstigen MNA-„Maßnahme“, der andere jedoch zu einer Dekontamination herangezogen wird. Dies kann im Einzelfall zu **Akzeptanzproblemen** führen.
- **MNA-Standorte** müssen bei den Überwachungsbehörden ständig **„auf Wiedervorlage“** liegen. Dabei muss das Monitoring so angelegt sein, dass relevante Veränderungen und insbesondere eine Abnahme der Schadstoffminderungsprozesse möglichst frühzeitig erkannt werden können.



## Schlussfolgerungen zur Anwendung von MNA bei Teerölaltlasten (5)

- Den kurzen Beobachtungszeiträumen bei der Ableitung von MNA-Konzepten für Teerölaltlasten stehen sehr lange Zeiträume bis zum Abbau gegenüber. Dies führt zwangsläufig – auch bei Nutzung Rechner-gestützter Simulationen – zu hohen Prognose-  
Unsicherheiten. Daher ist zu erwarten, dass in Zukunft bei einigen MNA-„Maßnahmen“ weitergehender Handlungsbedarf entstehen wird.
- **MNA-„Maßnahmen“** könnten demnach in vielen Fällen nur eine **mittel- bis langfristige „Zwischenlösung“** darstellen, die so lange „betrieben“ werden können, wie die natürlichen Abbauprozesse ohne menschliches Zutun funktionieren.

**MNA bei Teerölaltlasten  
nur „Zwischenlösung“?**



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

