

**U 9a: Fachgespräch**  
**Langlaufende Grundwassersanierungen**  
**24. September 2018 im**  
**Schloss Rauischholzhausen**  
**35085 Ebsdorfergrund**

**U 9b: Fachgespräch**  
**Langlaufende Grundwassersanierungen**  
**23. Oktober 2018 in der**  
**Hessischen Gartenakademie**  
**65366 Geisenheim, Brentanostraße 9,**

## **Kurzgutachten Fallbeispiel B**

## Inhalt

Anlagenverzeichnis.....	2
1. Anlass.....	3
2. Erkundung.....	3
2.1. Schadenshistorie.....	3
2.2. Grundwasserleiter .....	3
2.3. Schutzgebiete.....	3
2.4. Grundwasserstände und -fließrichtung.....	3
2.5. Messstellenbestand .....	3
3. Sanierung .....	4
3.1. Anlass.....	4
3.2. Boden / Bodenluft.....	4
3.3. Grundwasser .....	4
3.4. Aktueller Sanierungsabschnitt .....	4
4. Optimierung der Sanierung .....	5
5. Weitere Vorgehensweise bei Aufrechterhaltung des Status Quo.....	5

## Anlagenverzeichnis

<b>Anlage 1</b>	Lageplandarstellungen (4 Stück)
<b>Anlage 2</b>	Basisdaten (Schadensherd und Schadensfahne)
<b>Anlage 3</b>	Konzentrationsverläufe
<b>Anlage 4</b>	Konzentrationsangaben aus dem letzten Berichtsjahr

## 1. Anlass

Seitens der Kommune steht eine großflächige Überplanung des Fahnenbereiches einschließlich der Standplätze der Sanierungsanlagen an, sodass aus diesem Grund eine Überprüfung notwendig wird, ob die Sanierung mit verhältnismäßigen Mitteln fortgeführt werden kann, da dabei eine Neuerrichtung der verwendeten Sanierungseinrichtungen (Anlagen und Brunnen, Zuleitungen, etc.) unvermeidlich erscheint.

Darüber hinaus geht die für die Sanierung eingesetzte Anlagentechnik auf das Jahr 1999 zurück und wird im nächsten Jahr 20 Jahre alt sein. Aufgrund einer Häufung von Defekten in der Anlagensteuerung zeichnet sich bereits jetzt ab, dass eine Erneuerung der Steuerungen in den drei Anlagen unausweichlich wird. Eine vergleichsweise einfache Reparatur scheint nicht mehr möglich, da die dafür notwendigen elektronischen Komponenten kaum noch am Markt erhältlich sind.

Die im Freien aufgestellten Sanierungsanlagen selbst, Stripkolonnen, gefertigt aus HDPE, zeigen unter dem Einfluss von nahezu zwei Jahrzehnten UV-Licht-Bestrahlung ernstzunehmende Alterungserscheinungen bis hin zur Rissbildungen.

## 2. Erkundung

### 2.1. Schadenshistorie

Ausgehend von einer systematischen Bodenluft- und Grundwasseruntersuchung am Ort der hier betrachteten südhessischen Kommune wurde eine massive LCKW-Belastung des Grundwassers festgestellt, welche ihren Ursprung in zwei Chemisch-Reinigungsbetrieben (Primärquellen) bzw. der schadhafte Abwasserkanalisation (Sekundärquelle) nahm. Die Ausbildung einer ca. 800 m langen und ca. 120 m breiten LCKW-Kontaminationsfahne konnte beobachtet werden.

### 2.2. Grundwasserleiter

Das Beispielfahren B befindet sich in der Hessischen Oberrheinebene. Demzufolge werden vor allem peistozäne Terrassenablagerungen des Rheins angesprochen: sandige (Fein- bis Grobsande) und teilweise auch kiesige Sedimente. Unterlagert werden diese Sedimente von dem sogenannten Oberen Zwischenhorizont, eine feinkörnigste Sedimentschicht aus Ton. Dieser Zwischenhorizont bildet die Basis für den Oberen Grundwasserleiter, welcher eine Mächtigkeit von ca. 35/40 m aufweist und bedingt durch die fluviatile Genese schluffige Einschaltungen aufweisen kann. Unterhalb des Oberen Zwischenhorizontes schließt sich der sogenannte Mittlere Grundwasserleiter mit einer Mächtigkeit von bis zu 80 m an.

Die beiden angesprochenen Grundwasserleiter sind als gut durchlässige Porengrundwasserleiter anzusprechen.

### 2.3. Schutzgebiete / Gewässer

Das Betrachtungsgebiet befindet sich aufgrund seiner innerörtlichen Lage weder in einem Wasserschutzgebiet noch in einem Heilquellenschutzgebiet. In ca. 800 m Entfernung in Grundwasserfließrichtung befindet sich ein Baggersee.

### 2.4. Grundwasserstände und -fließrichtung

Die generelle Fließrichtung des Grundwassers verläuft von Süd-Süd-Ost nach Nord-Nord-West. Die Grundwasserflurabstände betragen im Betrachtungsgebiet zwischen 2 m und 4 m, der Grundwasserschwankungsbereich kann mit 1,9 m angegeben werden. Das Grundwassergefälle (i) im Betrachtungsraum kann mit 0,03‰ bis 0,045‰ angegeben werden.

### 2.5. Messstellenbestand

Die im Betrachtungsgebiet vorhandenen Grundwassermessstellen erschließen alle den Oberen Grundwasserleiter, jedoch in unterschiedlichen Ausbauniveaus:

- Ausbauniveau A: bis 10 m unter Gelände
- Ausbauniveau B: von 10 bis 26 m unter Gelände
- Ausbauniveau C: von 26 bis 40 m unter Gelände

Verschiedene Messstellen erschließen mehr als nur ein Ausbauniveau und werden zum Teil dreifach untersucht.

### 3. Sanierung

#### 3.1. Anlass

Aus Gründen des allgemeinen Grundwasserschutzes und zur Abwehr von Gefahren für die Allgemeinheit, beispielsweise bei der privaten Grundwassernutzung über Gartenbrunnen oder aber Schadstoffausgasungen in Kellerräumlichkeiten hinein, war eine umfassende Sanierung der betroffenen Umweltkompartimente angezeigt. So wurden für das Grundwasser Sanierungszielwerte von 10 µg/l (LCKW<sub>Gesamt</sub>) und 2 µg/l (Vinylchlorid) festgelegt.

#### 3.2. Boden / Bodenluft

Als Sofortmaßnahme wurde eine umfassende Bodenluftsanierung ausgeführt, die langfristig über einen Zeitraum von 10 Jahren (12/1988 bis 12/1998) betrieben worden ist und dabei über 655 kg LCKW aus dem Boden entfernen konnte. Nachkontrollen bis in das Jahr 2008 hinein wiesen dauerhaft niedrige Gehalte nach. Die Sekundärquelle, hier durch einen schadhafte Abwasserkanal gegeben, wurde Ende der 1980er Jahre instandgesetzt, dabei konnte auch verunreinigtes Erdreich ausgetauscht werden.

#### 3.3. Grundwasser

Erste Sanierungsmaßnahmen im Grundwasserbereich, vom Herd über die Fahnenmitte bis zur Fahnen spitze wurden mittels UVB-Verfahren (Grundwasserzirkulationsbrunnen) realisiert. Als Zeitraum sind hier die Jahre 1994 bis 1997 anzugeben. Aufgrund technischer Probleme wurde in 1997 die Umplanung auf eine Abpumpmaßnahme forciert.

#### 3.4. Aktueller Sanierungsabschnitt

Die Umstellung auf eine Pump&Treat-Maßnahme unter Verwendung dreier Sanierungsanlagen mit mehreren jeweils angeschlossenen Sanierungsbrunnen erfolgte in den Jahren 1999/2000

##### Sanierung Schadensherd

###### *Zeitlicher Ablauf*

Die Pump&Treat-Maßnahme wurde im Frühjahr **2000** mittels Anschluss eines Brunnens an die Wasseraufbereitungsanlage begonnen. Im Juli **2005** erfolgte der Wechsel auf einen neu errichteten Brunnen.

###### *Schadensherd*

Die Gehalte an den randlich gelegenen Überwachungsbrunnen liegen aktuell bei < 50 µg/l, im zentralen Bereich wird die Hauptbelastungszone mit mittleren Gehalten im Intervall von 134 bis 601 µg/l in den Tiefenniveaus A und B detektiert.

Die Rohwassergehalte des Sanierungsbrunnens liegen aktuell bei im Mittel 195 µg/l, wobei ca. 80% durch cis-Dichlorethen gestellt wird. Der mittlere Wasserdurchsatz liegt aktuell bei 3 m<sup>3</sup>/h. Die im Zeitraum von **2000 bis 2017** geförderte Wassermenge ist mit ca. 329.000 m<sup>3</sup> anzugeben, die Menge an entfernten LCKW mit ca. 250 kg.

## Sanierung Fahne

### *Zeitlicher Ablauf*

In Bereich der Fahne wurden in deren Mitte und an deren Spitze in **1999** jeweils eine Sanierungsanlage errichtet. Die Inbetriebnahme erfolgte in der Fahnenmitte im Januar 2000, an der Fahnen Spitze im November **2001**.

An der Fahnen Spitze wurden in **2004** drei neue Entnahmebrunnen errichtet und in **2005** an die Sanierungsanlage angeschlossen. Ab Mai 2010 konnten zwei weitere neu errichtete Entnahmebrunnen angeschlossen, ein alter Brunnen außer Betrieb genommen werden.

Im Mai **2010** erfolgte der Wechsel auf zwei neu errichtete Entnahmebrunnen in der Fahnenmitte, unter Abschaltung alter Entnahmebrunnen.

Von **Oktober 2015 bis März 2016** wurde ein Pumpversuch im Bereich der Fahnen Spitze ausgeführt. Die Konsequenz daraus war die Errichtung und Inbetriebnahme eines neuen Sanierungsbrunnens im Herbst 2016 und Herausnahme eines alten Sanierungsbrunnens.

### *Fahnenmitte*

An dem Sanierungsbrunnen der Anlage Fahnenmitte wird aktuell im Mittel eine Belastung von 620 µg/l gemessen, der Anteil an cis-Dichlorethen liegt bei ca. 85%. Der mittlere Wasserdurchsatz lag bei 6 m<sup>3</sup>/h.

Die Randpegel der Fahnenmitte zeigen aktuell LCKW-Gehalte < 10 µg/l auf. Bei den zentralen Pegeln sind vier in einer Größenordnung von im Mittel 900 bis 1858 µg/l belastet, alle weiteren liegen aktuell bei < 100 µg/l. Betroffen sind die Tiefenniveaus A und B.

### *Fahnen Spitze*

Für die Sanierungsbrunnen der Anlage Fahnen Spitze kann aktuell im Mittel eine Belastung von ca. 400 µg/l errechnet werden. Der Anteil an cis-Dichlorethen liegt bei > 90%. Der mittlere Wasserdurchsatz lag bei 19 m<sup>3</sup>/h.

Die Randpegel der Fahnen Spitze zeigen aktuell LCKW-Gehalte von < 100 µg/l auf. Drei der dreizehn zentralen Pegel weisen Gehalte von im Mittel 307 bis 834 µg/l auf. Alle anderen Pegel liegen bei < 100 µg/l. In den A-Niveaus der Messstellen werden in der Regel erhöhte PER-Gehalte ermittelt, während in den B-Niveaus eine Verschiebung zum CIS zu beobachten ist. An den C-Niveaus der mehrfach verfilterten Messstellen werden so gut wie keine Belastungen nachgewiesen (aktuell < 5 µg/l mit einer Ausnahme von 14 µg/l).

Insgesamt wurden im Bereich der gesamten Fahne bis zum Juni **2017** 2.333.000 m<sup>3</sup> Wasser gefördert und dabei ca. 2.344 kg LCKW aus dem Wasser entfernt.

## **4. Optimierung der Sanierung**

Ausgehend von einem die Sanierung begleitenden hydrogeologischen Schadstofftransportmodell wurde immer wieder die optimale Lage für Sanierungsbrunnen bestimmt und im Feld angepasst. Der potentiell mögliche Wechsel zu einer Nutzung von ausschließlich Wasseraktivkohle statt einer Strippung wurde im Hinblick auf die bestehende CIS- und VC-Problematik verworfen. Unter Beibehaltung der aktuellen Sanierungstechnologie ist über einen möglichen Intervallbetrieb zu entscheiden.

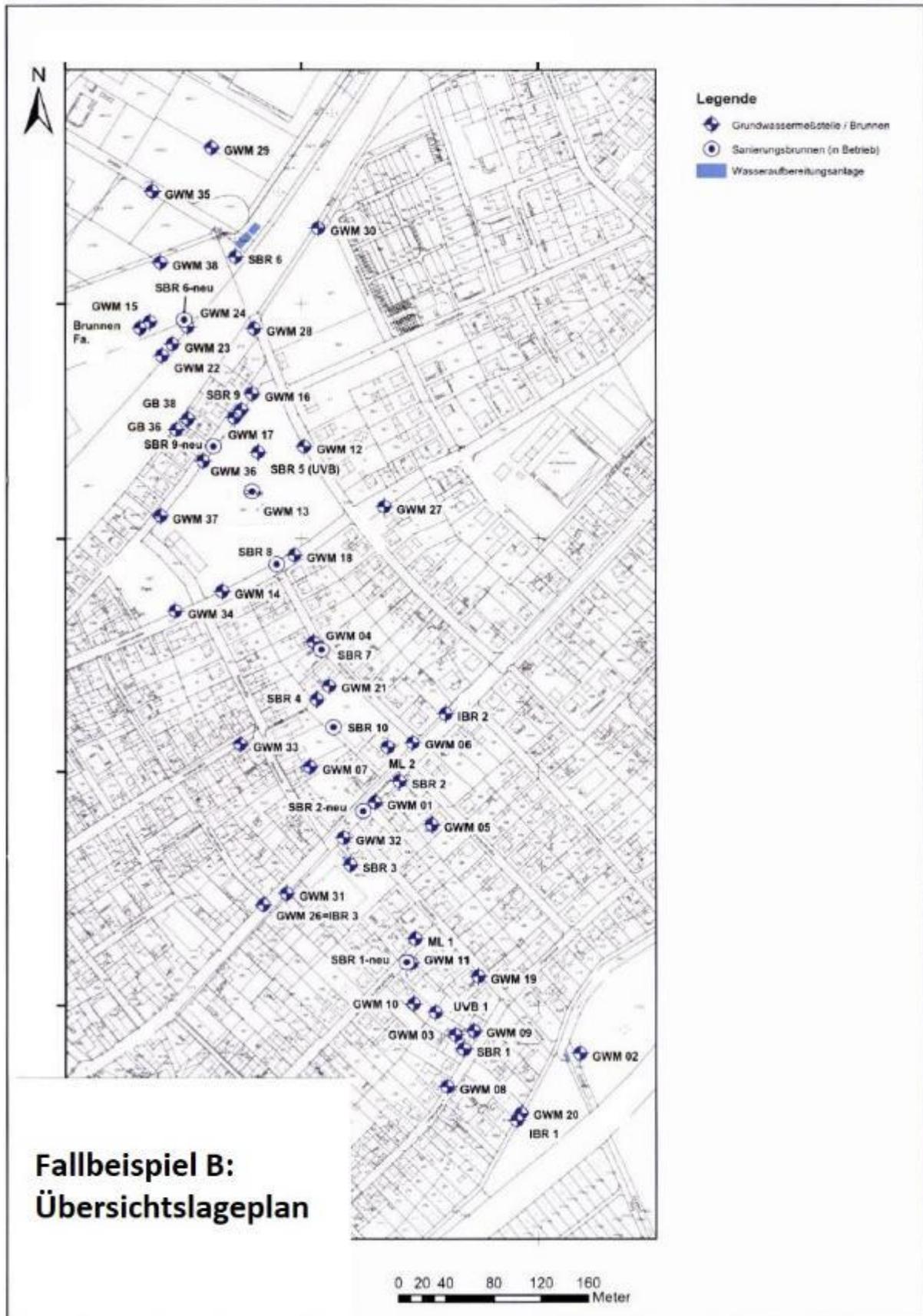
Die Anlagenkomponenten unterliegen einer regelmäßigen Wartung: Leitungsreinigung, Füllkörperwechsel, Erneuerung Innenbeschichtung Wasseraktivkohlefilter, Pumpenwechsel, etc.

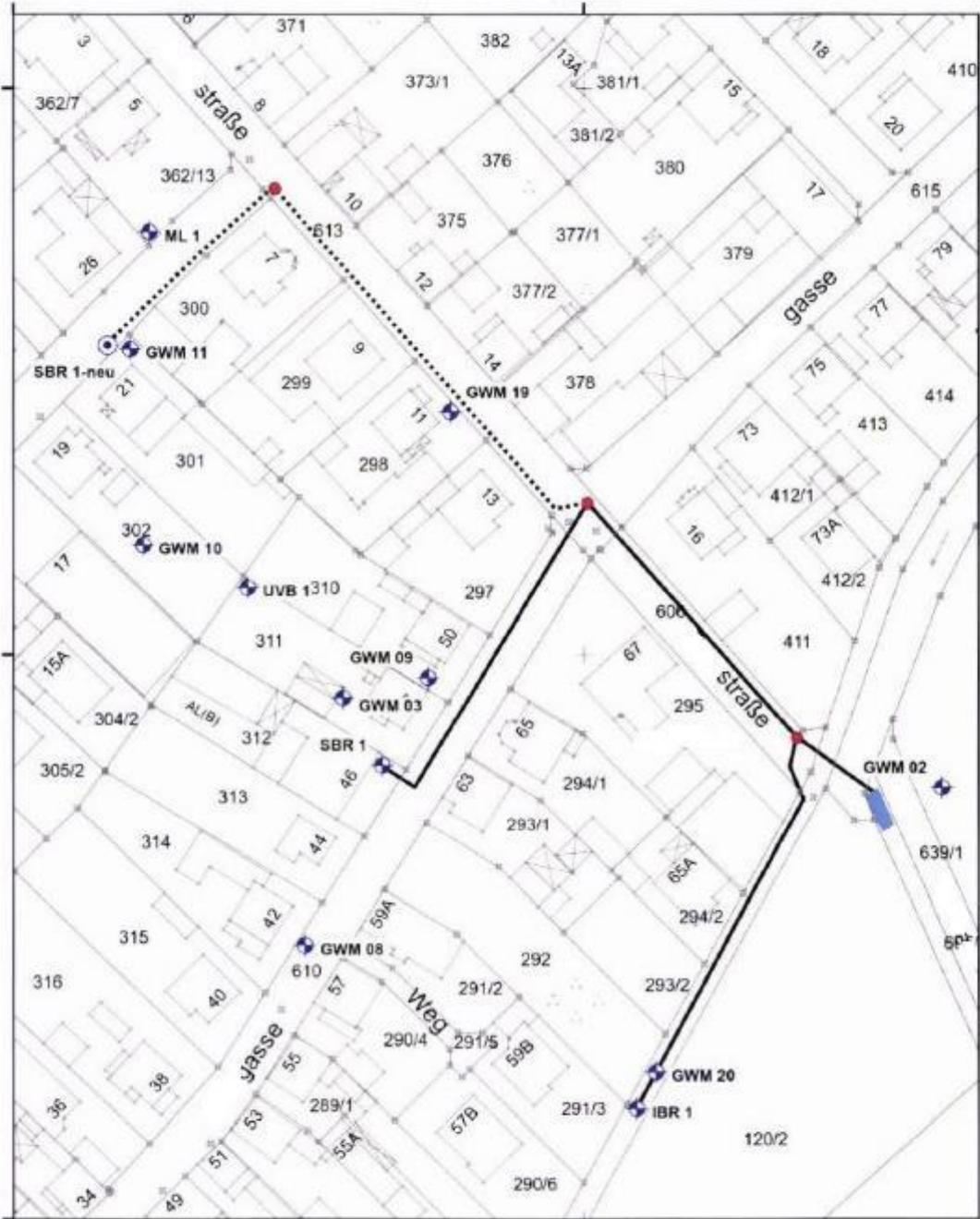
Ein erneuter Verfahrenswechsel, beispielsweise von Pump&Treat auf eine mikrobiologische In-Situ – Sanierungsmaßnahme ist noch zu diskutieren.

## **5. Weitere Vorgehensweise bei Aufrechterhaltung des Status Quo**

Wird die bislang bewährte Pump&Treat – Technologie beibehalten, so werden im Bereich des Schadensherdes 3 m<sup>3</sup>/h, im Bereich der Fahnenmitte 6 m<sup>3</sup>/h und im Bereich der Fahnen Spitze 19m<sup>3</sup>/h gefördert werden.

## Anlage 1 – Lageplandarstellungen (4 Stück)



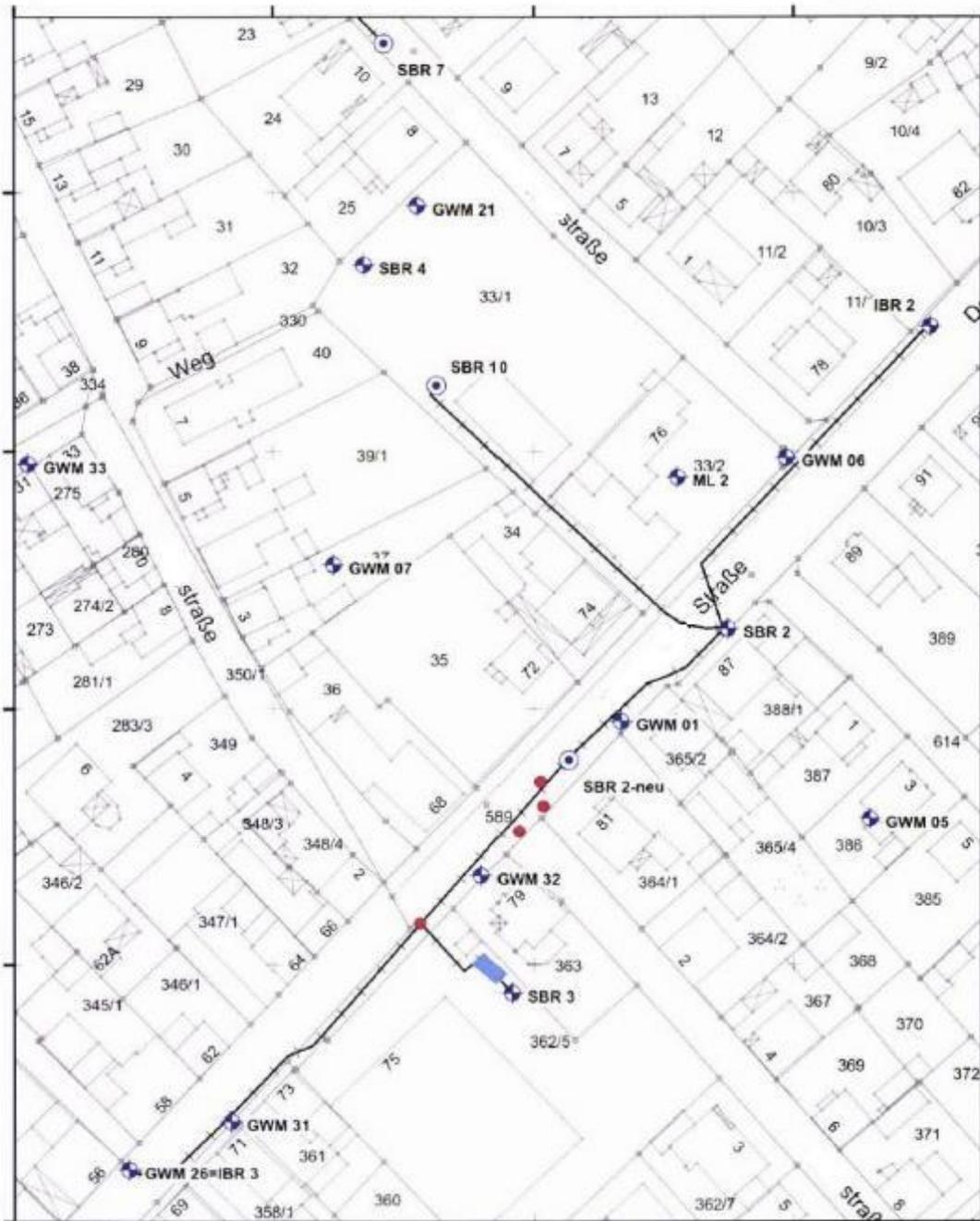


**Legende**

- Revisionsschacht
- ◆ Grundwassermeßstelle / Brunnen
- ⊙ Sanierungsbrunnen (in Betrieb)
- Wasseraufbereitungsanlage
- Leitungsverlauf SBR 1
- ..... Leitungsverlauf SBR 1-neu

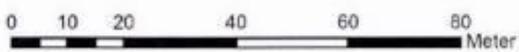
**Fallbeispiel B:  
Herdbereich**



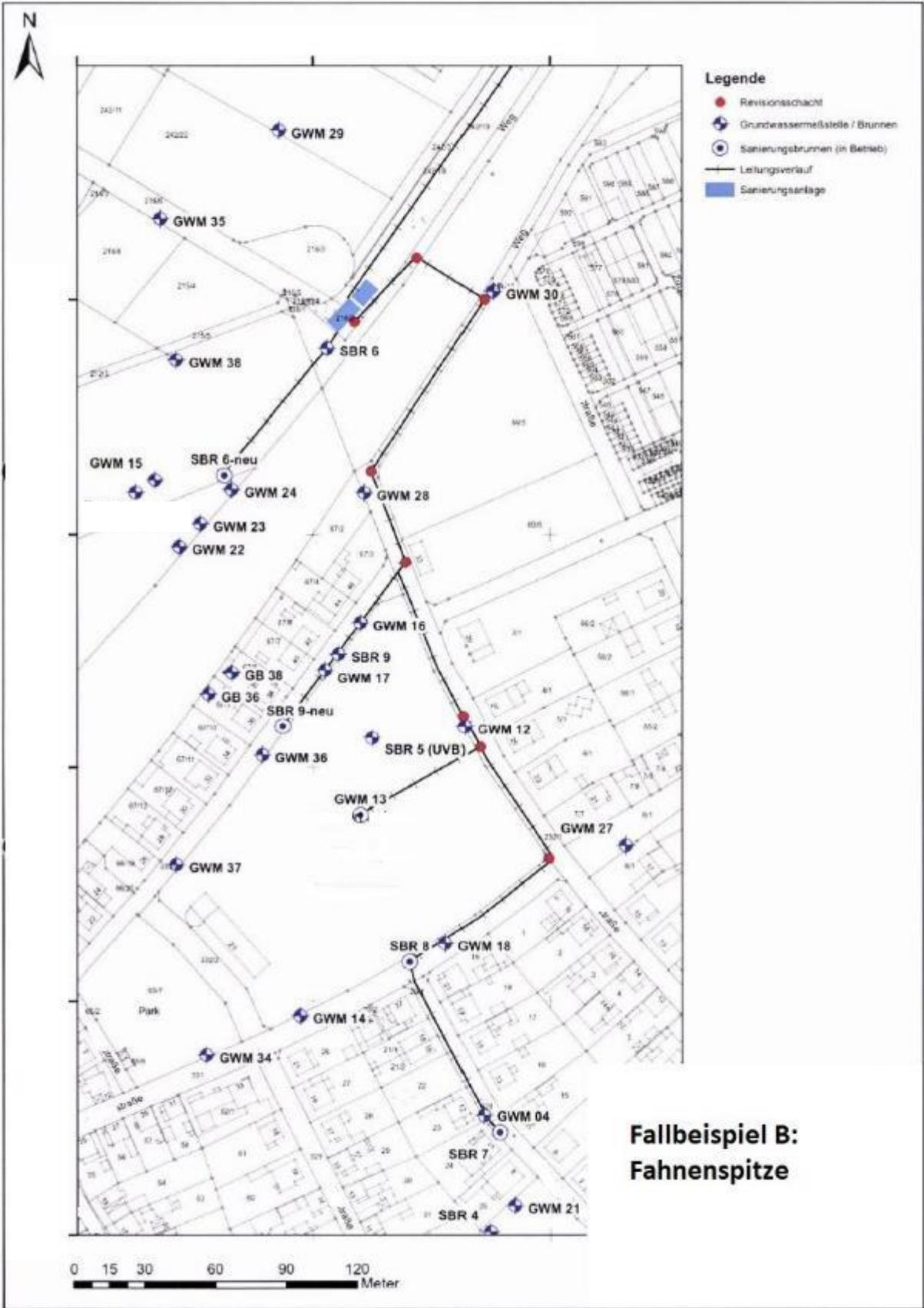


**Legende**

- Revisionschacht
- ⊕ Grundwassermeßstelle / Brunnen
- ⊙ Sanierungsbrunnen (in Betrieb)
- Wasseraufbereitungsanlage
- Leitungsverlauf



**Fallbeispiel B:  
Fahnenmitte**



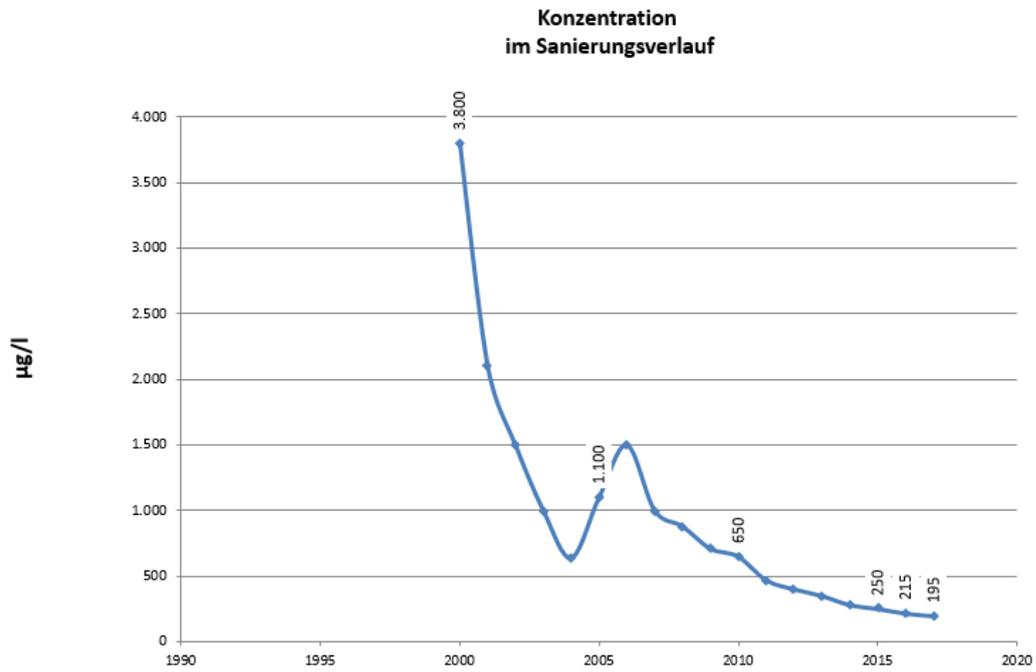
## Anlage 2 Basisdaten

Beispielfall B: Herdsanierung			
Jahr	Konzentration in µg/l	Wassermenge in m <sup>3</sup> /a	Jahreskosten in €
1999			45809,21
2000	3800	8100	113968,48
2001	2100	11000	102752,78
2002	1500	11000	71351,63
2003	1000	18000	62460,86
2004	640	21000	62762,24
2005	1100	20000	126282,07
2006	1500	19000	71123,57
2007	1000	21000	85566,22
2008	880	18000	103676,42
2009	710	21000	93530,73
2010	650	16000	112443,44
2011	470	15000	87382,37
2012	400	19000	68349,85
2013	350	26000	73649,84
2014	280	26000	89210,57
2015	250	26000	83721,85
2016	215	24500	65243,72
2017	195	27000	66000

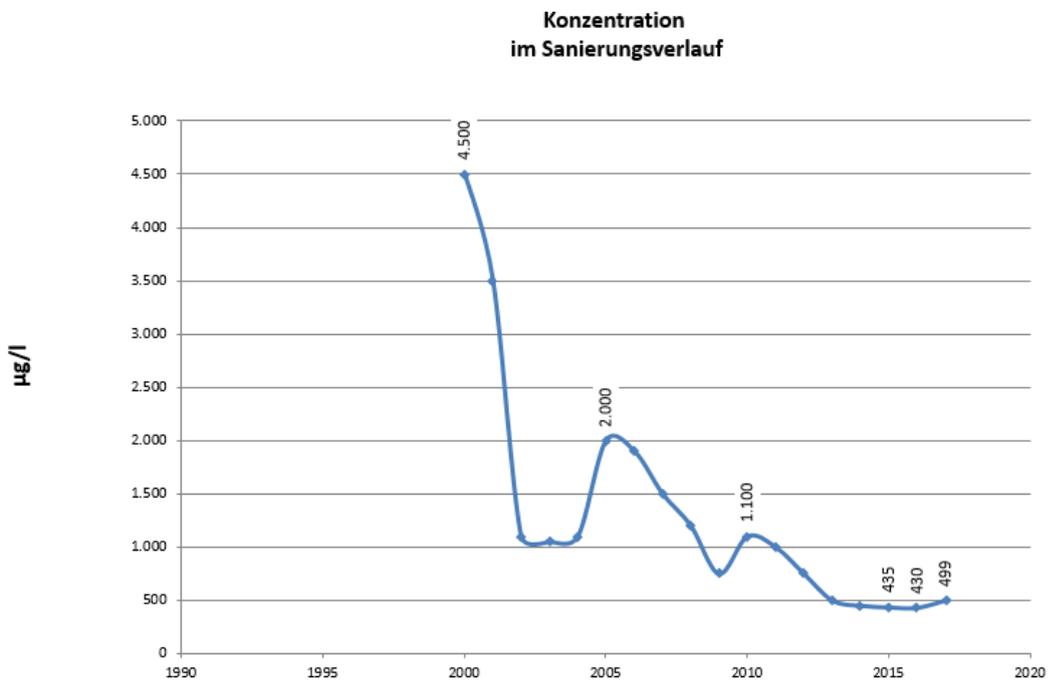
Beispielfall B: Fahnensanierung			
Jahr	Konzentration in µg/l	Wassermenge in m <sup>3</sup> /a	Jahreskosten in €
1999			274522,84
2000	4500	26000	101251,44
2001	3500	23000	134667,83
2002	1100	80000	192558,59
2003	1050	116000	186704,27
2004	1100	111000	286968,97
2005	2000	152000	221542,16
2006	1900	164000	188556,29
2007	1500	164000	251702,07
2008	1200	160000	246573,94
2009	750	191000	251902,43
2010	1100	160000	319991,88
2011	1000	149000	260061,24
2012	750	154000	223271,81
2013	500	175000	202731,73
2014	450	191000	180287,44
2015	435	145000	165562,72
2016	430	145000	227228,25
2017	499	204500	220000

## Anlage 3 – Konzentrationsverläufe

### Herdsanierung



### Fahnsanierung – aggregiert über Mitte und Spitze



## Anlage 4: Konzentrationsangaben aus dem letzten Berichtsjahr

### Herdbereich

Randpegel:

Pegel	aktueller	Berichtszeitraum	letzter	Berichtszeitraum
	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung
SBR 1	n.n.		n.n.	
UVB 1	n.n.		13	90 % VC
GWM 9-A	4,1	0 % VC	7,2	22 % VC
GWM 9-B	0,7	zuletzt n.n.	3,3	
GWM 9-C	n.n.		n.n.	
GWM 19-A	29	22 % VC	39	10 % VC
GWM 19-B	34	95 % VC	53	96 % VC
GWM 19-C	n.n.		n.n.	

Zentrale Pegel:

Pegel	aktueller	Berichtszeitraum	letzter	Berichtszeitraum
	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung
GWM 3	601	zuletzt 1.050 µg/l	863	81 % PER
GWM 10-A	216	zuletzt 171 µg/l	473	83 % PER
GWM 10-B	59	69 % VC	86	82 % VC
GWM 10-C	6,6	73 % CIS	9,4	77 % CIS
GWM 11-A	83	80 % CIS	100	70 % CIS
GWM 11-B	134	21 % VC	109	17 % VC
GWM 11-C	4,9	97 % CIS	6,7	97 % CIS

### Fahnenmitte

Randpegel:

In den Randpegeln GWM 5 und GWM 31 wurden LHKW-Gehalte zumeist kleiner Nachweisgrenze bzw. bis maximal 3,9 µg/l an der GWM 31 B ermittelt.

Zentrale Pegel:

Pegel	aktueller	Berichtszeitraum	letzter	Berichtszeitraum
	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung
GWM 1-A	74	90 % PER	102	voll verfilterter Pegel
GWM 1-B	37	63 % CIS	31	38 % CIS
SBR 2-neu	349	Tendenz fallend	242	90 % CIS
SBR 2	4		6,8	
SBR 3	900	Tendenz fallend	1.246	
GWM 32-A	1.380	12 % VC	1.860	4 % VC
GWM 32-B	1.577	11 % VC	1.410	8 % VC
GWM 32-C	112	25 % VC	107	14 % VC
GWM 07-A-I	1.858	Tendenz fallend	2.760	97 % CIS
GWM 07-B-I	69	38 % VC	95	19 % VC
GWM 07-C-I	42	Tendenz fallend	87	
SBR 4-A-I	46	Tendenz fallend	253	88 % CIS
SBR 4-B-I	50	Tendenz fallend	324	90 % CIS
SBR 4-C-I	30	26% VC	39	

## Weiterer Fahnenverlauf und Fahnen Spitze

Rand- und Abstrompegel:

Pegel	aktueller	Berichtszeitraum	letzter	Berichtszeitraum
	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung
GWM 37 A	58	82 % CIS	92	88 % CIS
GWM 37 B	11	100 % CIS	15	100 % CIS
GWM 38 A	57	100 % CIS	57	100 % CIS
GWM 38 B	n.n.		n.n.	

An den weiteren Rand- und Abstrompegeln SBR 6, GWM 12, GWM 15, GWM 28, GWM 34 und GWM 35 (jeweils alle Niveaus) lagen die Gehalte im Berichtszeitraum weiterhin niedrig mit Gehalten von maximal 4,7 µg/l

Zentrale Pegel:

Pegel	aktueller	Berichtszeitraum	letzter	Berichtszeitraum
	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung	Durchschnitt [µg/l]	Bemerkung
GWM 4-A	50	kaum Veränderung	40	
GWM 4-B	50	kaum Veränderung	66	
GWM 14-A	340	kaum Veränderung	310	
GWM 14-B	307		387	
GWM 18-A	54		63	
GWM 18-B	74		87	
GWM 18-C	n.n.		0,4	
GWM 13-A	18		28	
GWM 13-B	308	Sanierungsbrunnen	298	
GWM 13-C	1		n.n.	
GWM 16-A	14	ca. 70 % PER	15	
GWM 16-B	6	ca. 100 % CIS	6	
GWM 17-A	23	87 % PER	33	
GWM 17-B	80	ca. 90 % CIS	136	
GWM 17-C	14	100 % CIS	14	
GWM 36-A	52	66 % PER	159	
GWM 36-B	834	95 % CIS	2917	
GWM 36-C	1,5		4	
SBR 9	29	nach Außerbetriebnahme	--	
GB 36	59	ca. 50 % PER	206	
GB 38	57	61 % Per	218	
GWM 22	54	80 % PER	103	77 % PER
GWM 23	60	80 % PER	284	
GWM 24	17	80 % PER	34	