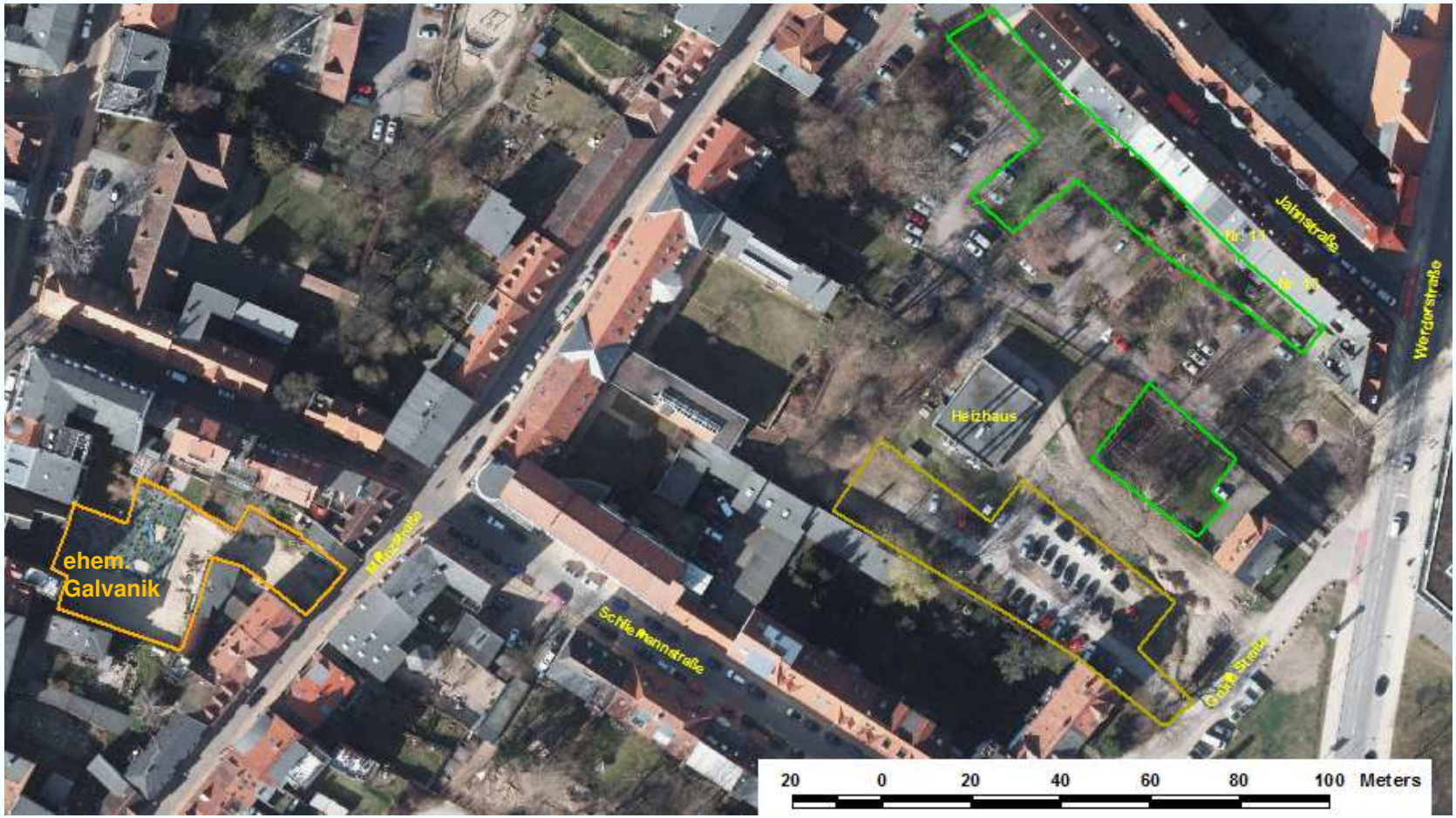
Grundwassermonitoring ehemalige Galvanik und Arsenverunreinigung im Grundwasser Bereich Parkplatz Grüne Straße / Gärten Jahnstraße



GIG - Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH - Dipl.-Hydrogeol. D. Sacharowa

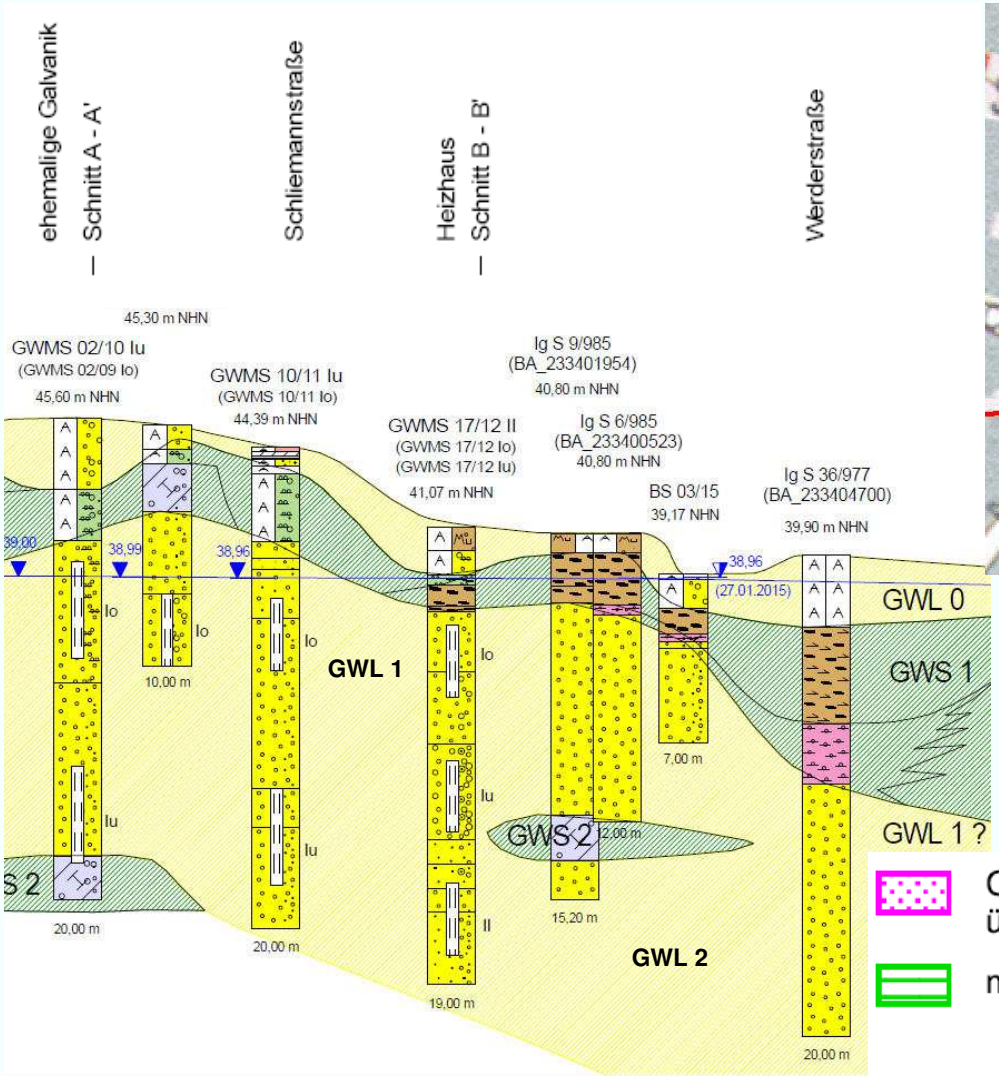
© GIG mbH

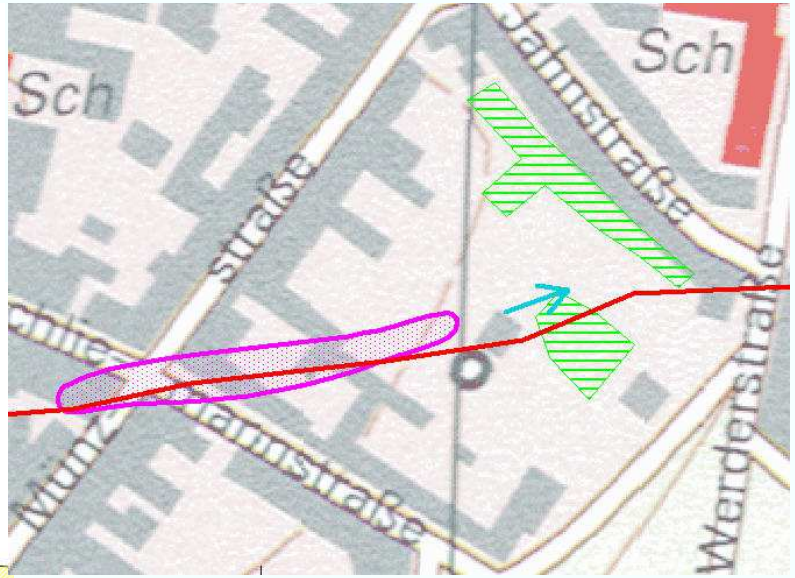
Gliederung

- **Hydrogeologische Standortverhältnisse**
  - geologisch-hydrogeologische Verhältnisse
  - Grundwasserfließgeschehen
- **Ergebnis Grundwassersanierung Bereich Galvanik**
  - Schadstoffausträge Grundwassersanierung (April 2013 bis Dezember 2014)
  - verbliebene Restbelastungen im Grundwasser
- **Grundwasserbelastungen Chrom(gesamt) / Chrom(VI) und Nickel**
  - Entwicklung seit September 2014
  - Ergebnisse der Säulenversuche
  - Gefährdungsabschätzung zu verbliebenen Restbelastungen
- **Grundwasserverunreinigung durch Arsen**
  - Entwicklung seit September 2014
  - Ergebnisse der Säulenversuche
  - vorläufige Gefährdungsabschätzung Grundwasser
  - Kenntnislücken
- **Maßnahmeempfehlungen**

© GIG mbH

Geologisch-hydrogeologische Situation abstromig der Chrom(VI)-GW-Restbelastung





Grundwasserleiter

Grundwasserhemmer

Schnittlinie

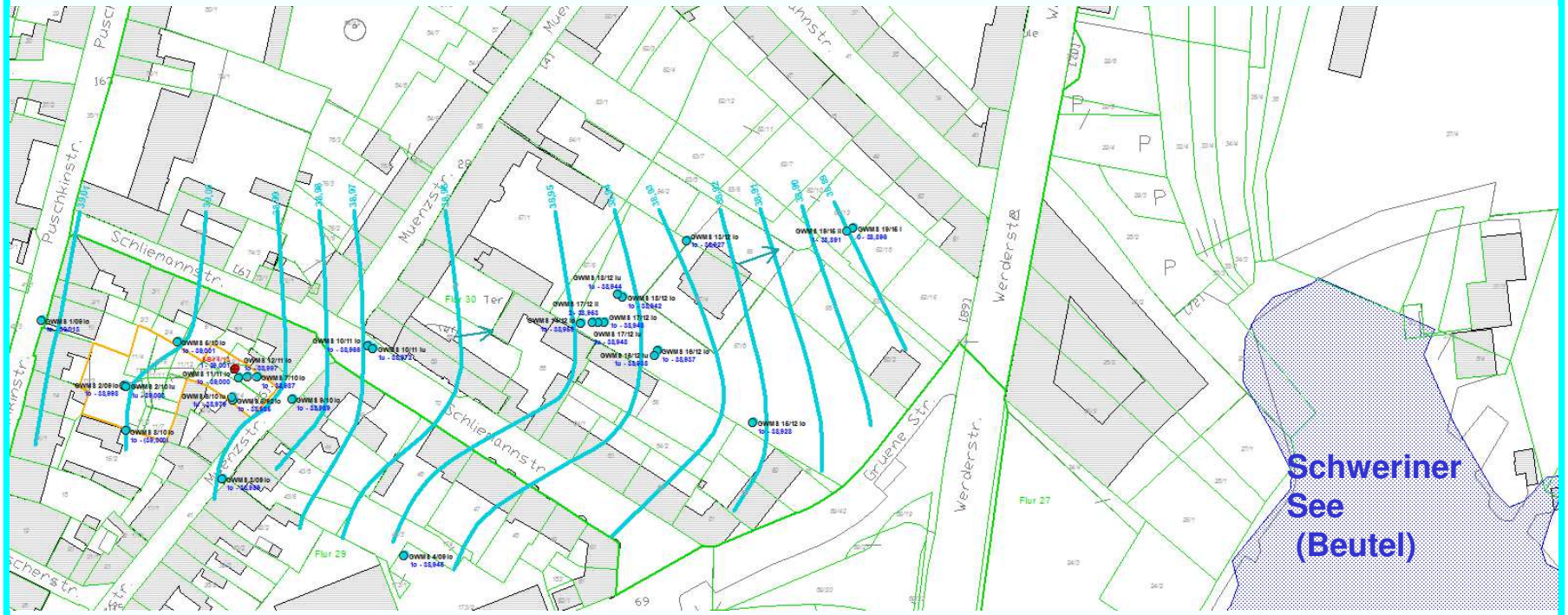
Chrom(VI)-Schadstofffahne - maximale Ausdehnung über dem MSW LAWA (40 µg/l) im GWL 1

mögliche Bereiche mit Hausgärten

© GIG mbH

Grundwasserfließgeschehen im GWL 1

Februar 2015 (ohne Sanierung)



Umriss ehem. Galvanik

Grundwassergleiche

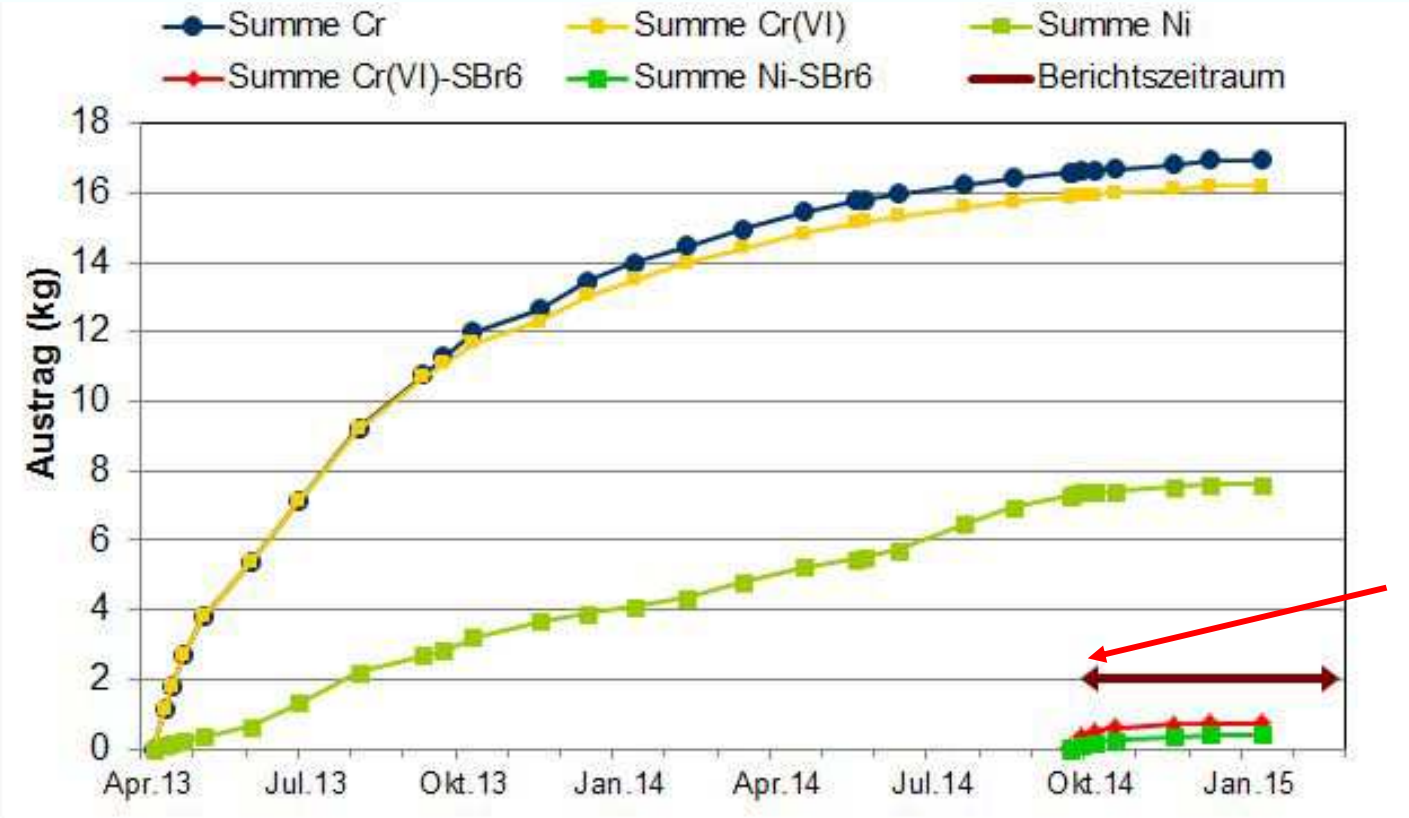
Grundwasser-fließrichtung

© GIG mbH

Schadstoffausträge aus dem Grundwasser

Summarischer
Austrag Sanierung

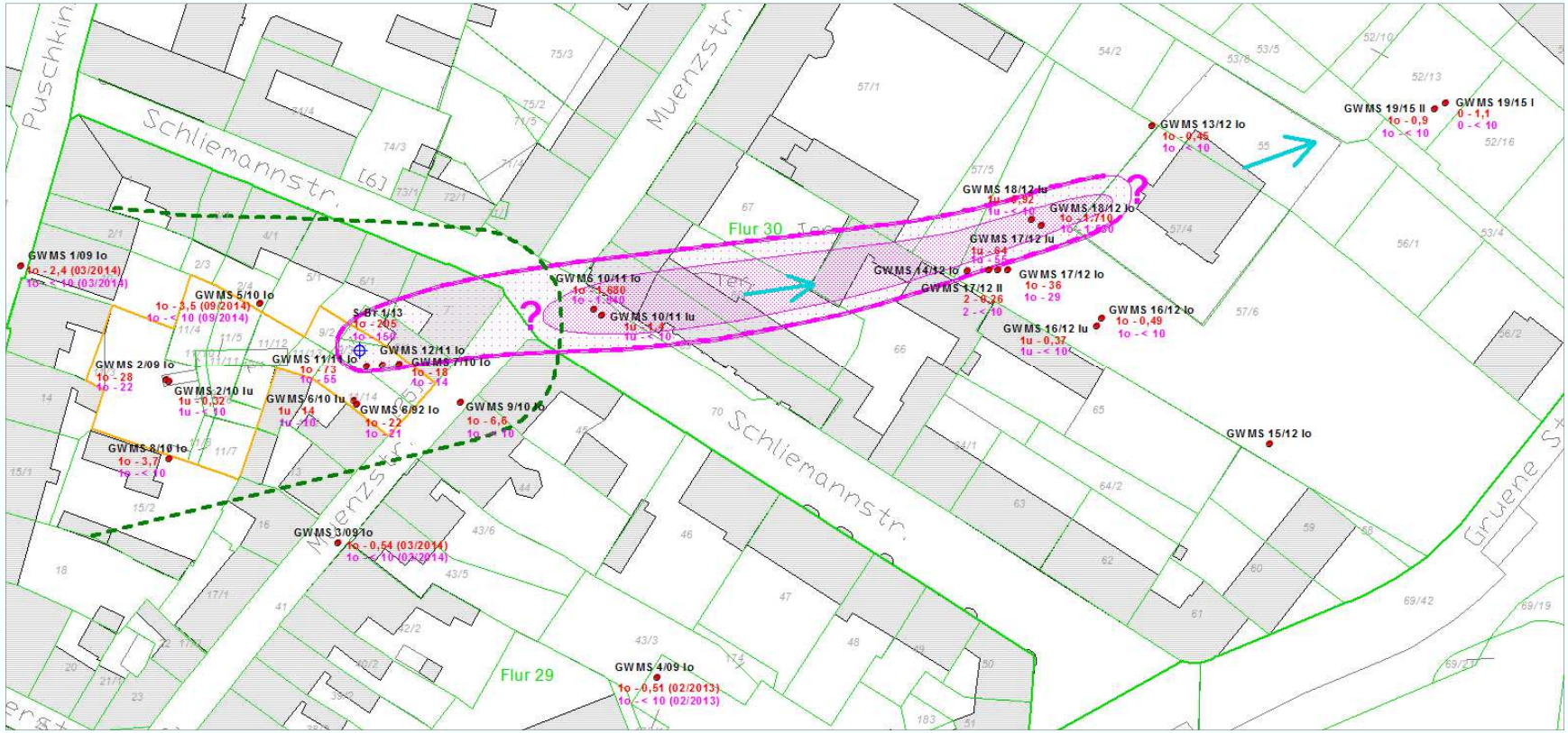
Chrom 17,8 kg
Nickel 8,0 kg



Inbetriebnahme SBr 6

© GIG mbH

Maximale Verbreitung der Chrom(VI)-Schadstofffahne im GWL 1o im Februar 2015



Legende

Chrom(VI)-Gehalte im Grundwasser

- 40 - 1.030 µg/l
- 1.000 - 5.000 µg/l
- Grundwasserfließrichtung
- Grundwasser-Sanierungsbereich
- Sanierungsbrunnen
- Grundwassermessstelle

© GIG mbH

Entwicklung der Chrom-Gehalte im Grundwasser seit September 2014

GWMS	Datum	Cr(ges)	Cr(VI)	Trend-bewertung Chrom VI Sept. 2014 - Feb. 2015
Einheit		µg/l	µg/l	
LAWA-GFS		7	6	
GW-TrinkwV		50		
LAWA-MSW		250	40	
2/09 lo	10.02.15	28	22	↗
2/10 lu	10.02.15	0,32	< 10	→
6/92 lo	06.01.15	9,2	< 10	→ (1)
	11.02.15	22	21	↗ (2)
SBr 6/10	15.12.14	19	< 10	↓ (1)
6/10 lu	11.02.15	14	10	→ (2)
7/10 lo	11.02.15	18	14	↘ (2)
8/10 lo	10.02.15	3,7	< 10	→
9/10 lo	11.02.15	27	20	↗
10/11 lo	12.02.15	1.680	1.540	↘
10/11 lu	12.02.15	1,4	< 10	→
11/11 lo	06.01.15	19	< 10	→ (1)
	10.02.15	73	55	↗ (2)
13/12 lo	10.02.15	0,45	< 10	→
16/12 lo	10.02.15	0,49	< 10	→
16/12 lu	10.02.15	0,37	< 10	→

GWMS	Datum	Cr(ges)	Cr(VI)	Trend-bewertung Chrom VI Sept. 2014 - Feb. 2015
Einheit		µg/l	µg/l	
LAWA-GFS		7	6	
GW-TrinkwV		50		
LAWA-MSW		250	40	
17/12 lo	11.02.15	36	29	↗
17/12 lu	11.02.15	64	55	↗
17/12 ll	10.02.15	0,26	< 10	→
18/12 lo	12.02.15	1.710	1.530	↗
18/12 lu	10.02.15	0,8	< 10	→
SBr 1/13	15.12.14	109	95	→ (1)
SBr 1/13	11.02.15	205	150	↗ (2)

- letzte Beprobung mit Überschreitung GFS der LAWA

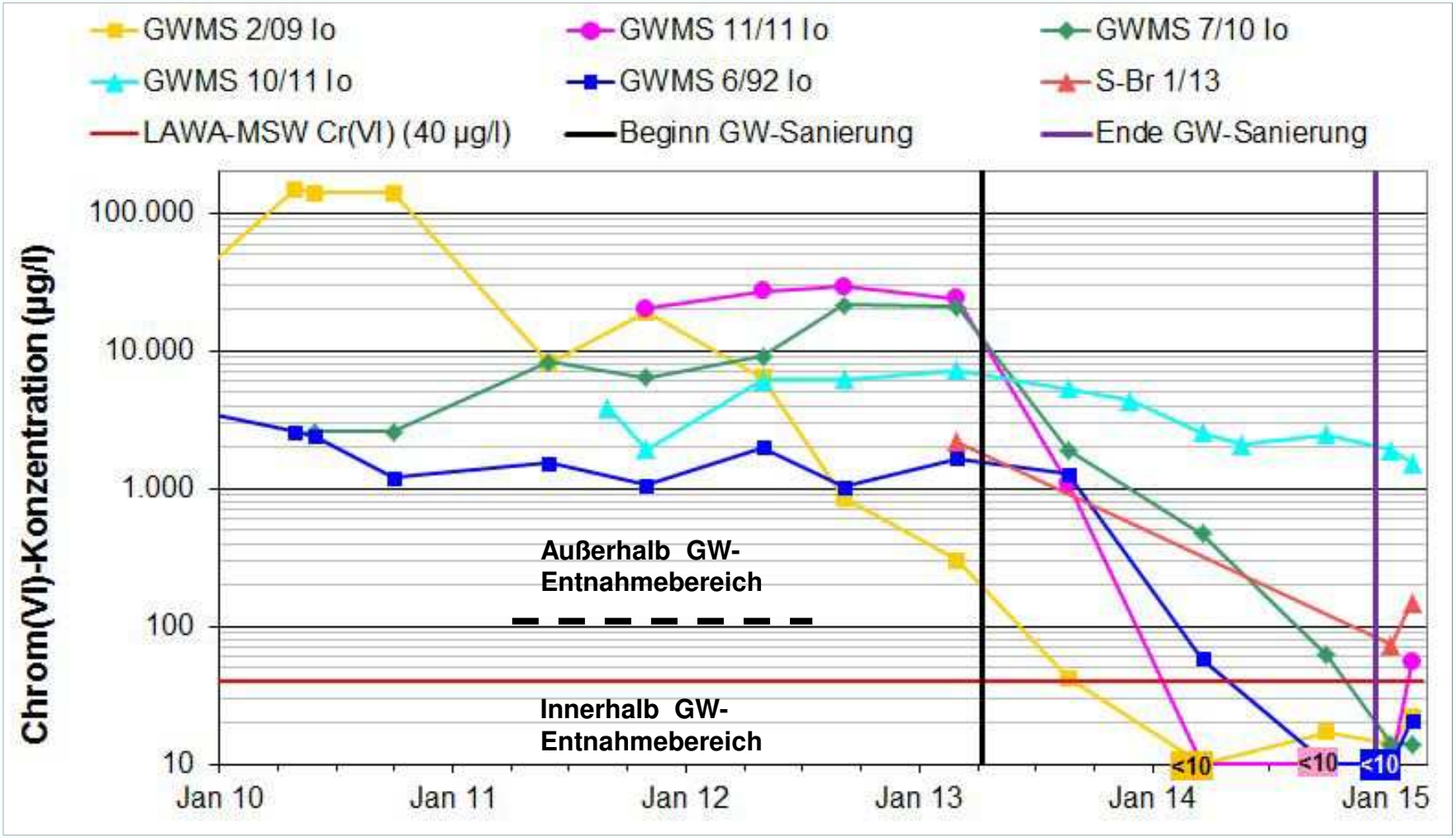
- letzte Beprobung mit Überschreitung MSW der LAWA (oberer Bereichswert)

(1) – Trend bis Sanierungsende
(2) – Trend seit Sanierungsende

SBr – Beprobung als Sanierungsbrunnen

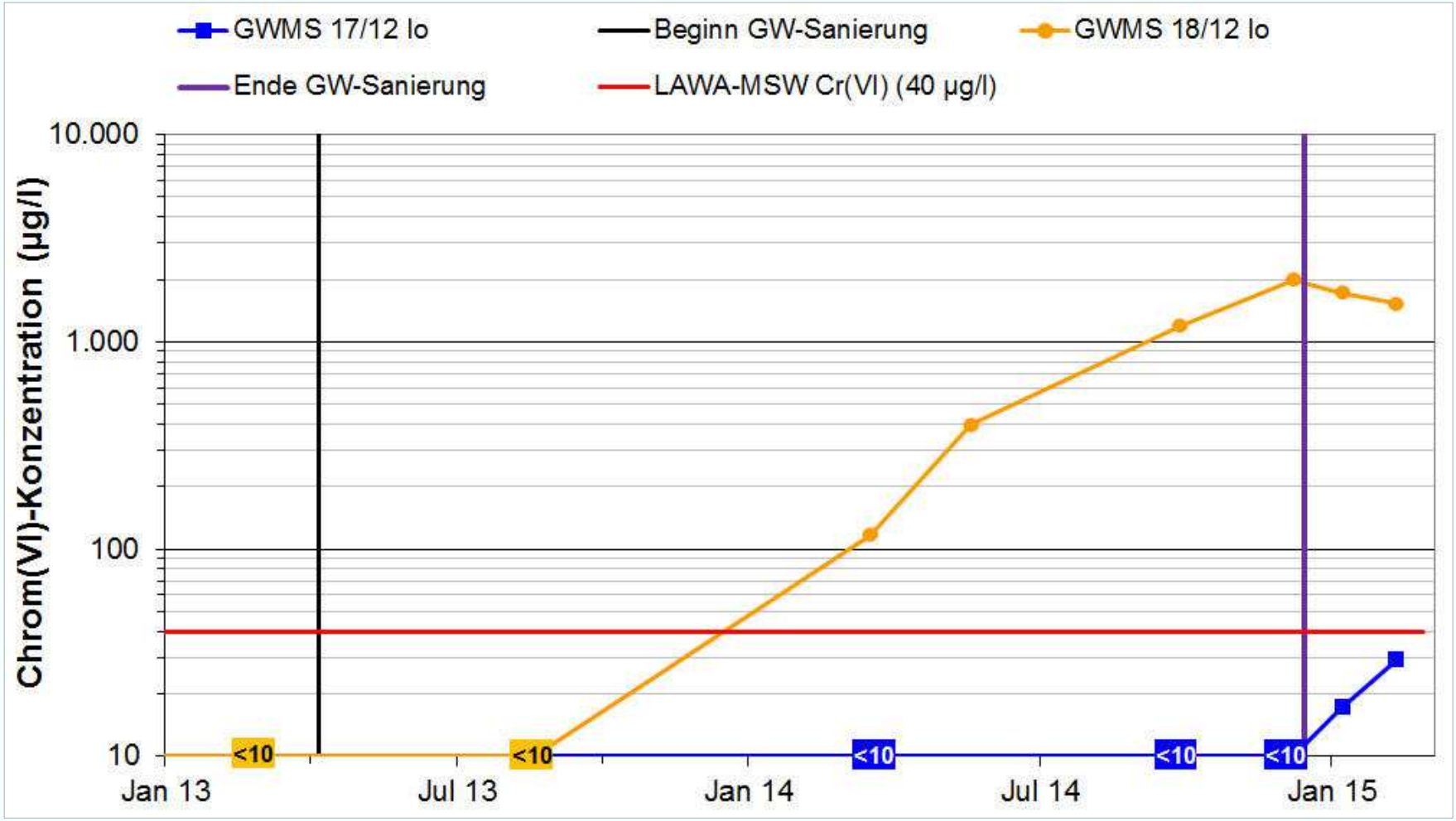
© GIG mbH

Entwicklung der Chrom(VI)-Konzentration im GWL 1o in den ehem. hoch belasteten GWMS



© GIG mbH

Entwicklung der Chrom(VI)-Konzentration im GWL 1o



© GIG mbH

Entwicklung der Nickel-Gehalte im Grundwasser seit September 2014

GWMS	Datum	Ni	Trend-bewertung Nickel Sept. 2014 - Feb. 2015
Einheit		µg/l	
LAWA-GFS		14	
GW-TrinkwV		20	
LAWA-MSW		250	
2/09 lo	10.02.15	18	→
2/10 lu	10.02.15	2,8	→
6/92 lo	06.01.15	3,2	→ (1)
	11.02.15	6,7	→ (2)
SBr 6/10	15.12.14	56	↓ (1)
6/10 lu	11.02.15	78	→ (2)
7/10 lo	11.02.15	35	→
8/10 lo	10.02.15	4,4	→
9/10 lo	11.02.15	38	→
10/11 lo	12.02.15	39	→
10/11 lu	12.02.15	8,3	→
11/11 lo	06.01.15	3,7	→ (1)
	10.02.15	23	↗ (2)
13/12 lo	10.02.15	1,2	→
16/12 lo	10.02.15	13	→
16/12 lu	10.02.15	585	↗

GWMS	Datum	Ni	Trend-bewertung Nickel Sept. 2014 - Feb. 2015
Einheit		µg/l	
LAWA-GFS		14	
GW-TrinkwV		20	
LAWA-MSW		250	
17/12 lo	11.02.15	16	↗
17/12 lu	11.02.15	35	→
17/12 ll	10.02.15	0,9	→
18/12 lo	12.02.15	27	→
18/12 lu	11.02.15	11	→
SBr 1/13	15.12.14	72	→ (1)
SBr 1/13	11.02.15	91	→ (2)

- letzte Beprobung mit Überschreitung GFS der LAWA

- letzte Beprobung mit Überschreitung GW der TrinkwV

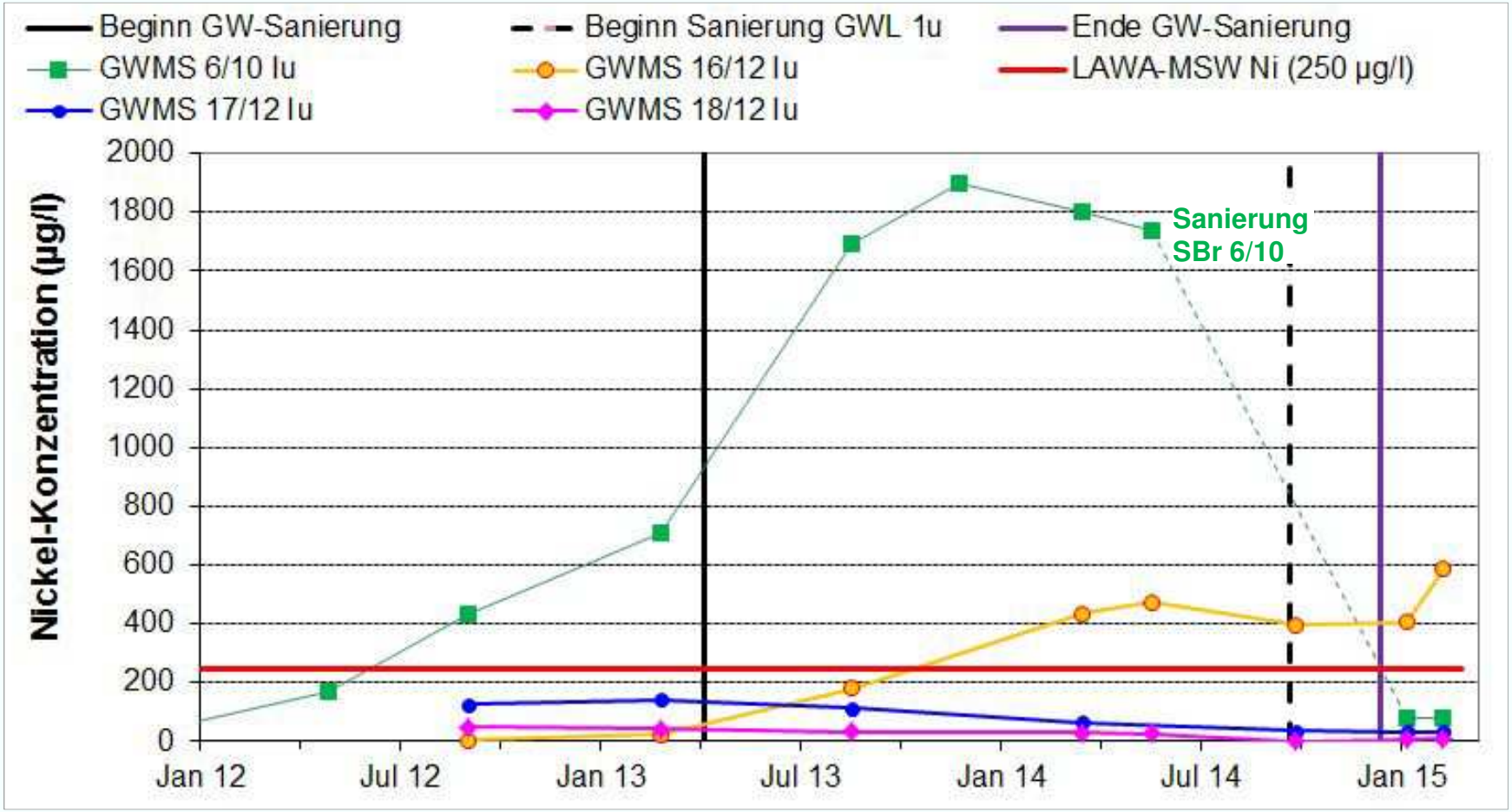
- letzte Beprobung mit Überschreitung MSW der LAWA (oberer Bereichswert)

(1) – Trend bis Sanierungsende
(2) – Trend seit Sanierungsende

SBr – Beprobung als Sanierungsbrunnen

© GIG mbH

Entwicklung der Nickel-Konzentration in auffälligen Messstellen im GWL 1u



© GIG mbH

Aufbau der Säulenversuche

Ziel → Ermittlung des Immobilisierungspotentials des GWL-1-Deckschichten (Torf)

© GIG mbH

Übersicht zu den Ergebnissen der Säulenversuche 2015 im Hinblick auf Chrom

Versuch	Dimension	Immob 1/15	Immob 2/15
Probe / Bohrung		**BS 2/15**	**BS 2/15**
Entnahmebereich	m u. GOK	25 Vol % Torf 75 Vol % Sand	25 Vol% Torf 75 Vol% Sand
GWL-Bereich		GWS 1 / GWL 1o	
Versuchsdauer	Stunden	96	96
Konzentration Zulauf Cr(VI)	µg/l	2.000	2.000
mittlere Konzentration Ablauf Cr(VI)	µg/l	<10	<10
durch Bodensäule gefiltertes Wasservolumen	ml	2.300	2.230
Ausgetauschte Porenvolumina	PV	19,3	18,7
mittlerer kf-Wert (kf)	m/s	3,5E-06	3,4E-06
Cr(VI) - immobilisiert	mg	4,60	4,46
Anteil Cr(VI) - immobilisiert	**%**	**100**	**100**
Masse Boden (Säule)	**kg**	**1,24**	**1,47**
Differenz Cr(ges)-Gehalt (n. Bodenanalytik)	mg	3,7	4,4
davon Cr(VI) im Boden	mg	n.n.	n.n.
Immobilisierung Chrom(VI) im Boden	%	100	100
TOC-Gehalt Bodengemisch	Masse-% TS	1,7	0,5
TOC-Gehalt Bodengemisch	mg/kgTS	17.000	5.000

© GIG mbH

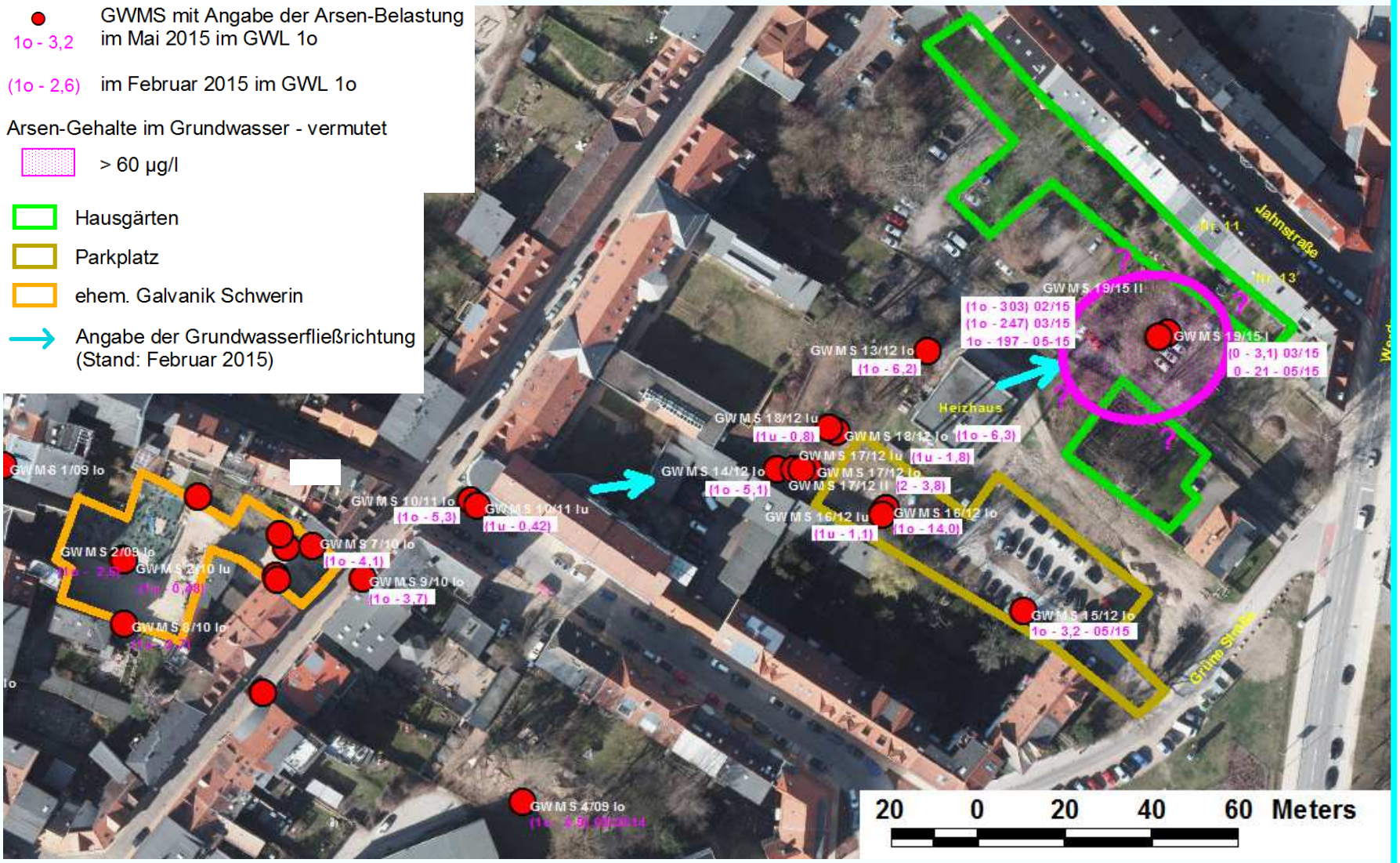
Gefährdungsabschätzung zu Chrom(VI)-Nickel-Restbelastungen im Grundwasser

- **Sanierungsbereich**
  - ➢ **keine relevanten Chrom(VI)- und Nickel-Belastungen mehr nachweisbar**
  - ➢ **lokal in zwei GWMS Chrom(VI) mit 55 – 150 µg/l über dem Maßnahmenschwellenwert der LAWA (40 µg/l)**

- **Abstrombereich**
  - ➢ **Gefährdung des Grundwassers im Grundwasserleiter 1, daher keine Grundwasserentnahme**
  - ➢ **keine Gefährdung des Schweriner Sees**
  - ➢ **keine Gefährdung für eine Nutzung der Wohngrundstücke Jahnstraße 11/13 als Hausgärten**

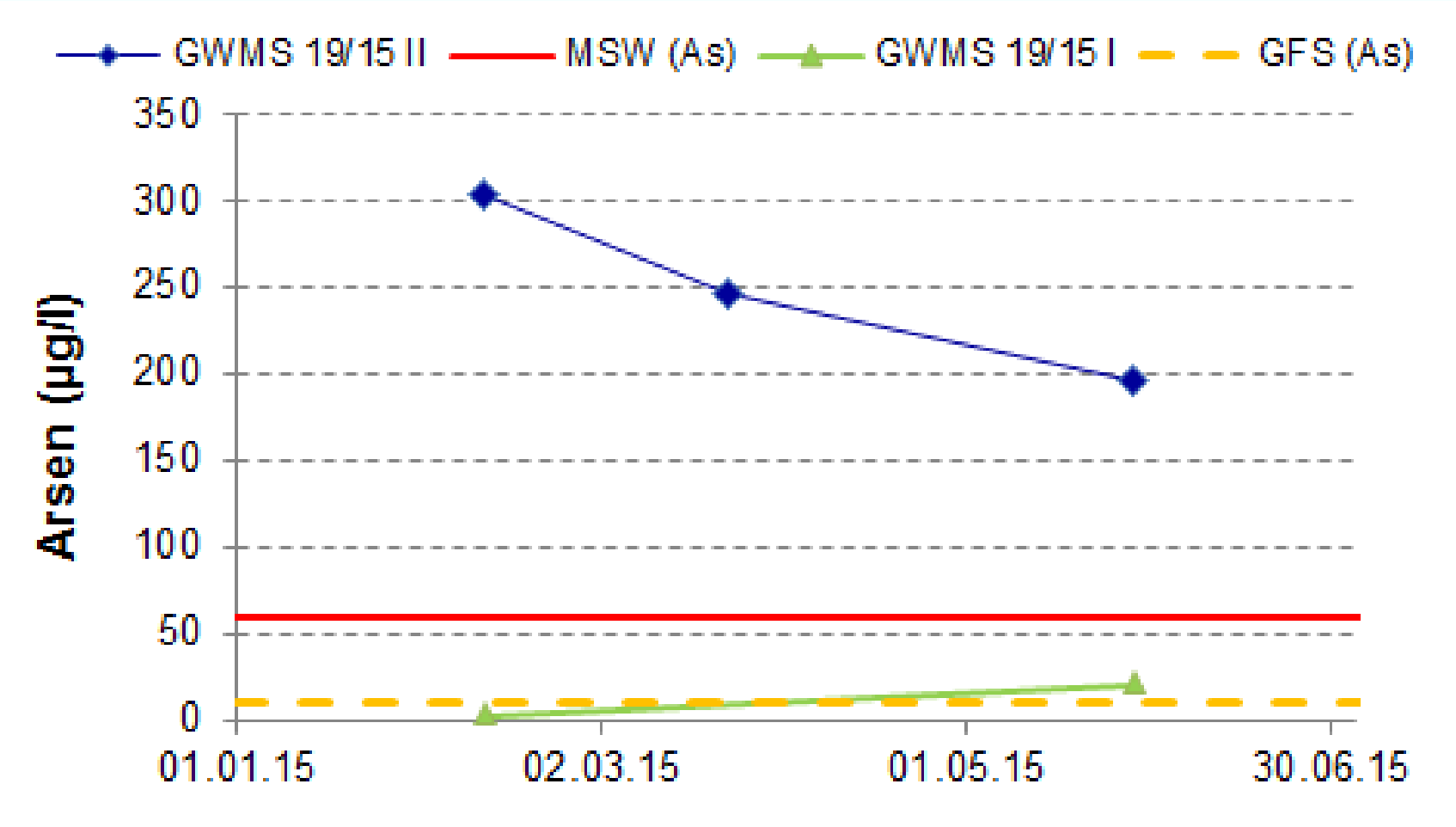
© GIG mbH

Arsen-Gehalte im Grundwasser (Februar / Mai 2015)



© GIG mbH

Entwicklung der Arsen-Konzentration in den GWMS 19/15 I (GWL0) und GWMS 19/15 II (GWL 1)



© GIG mbH

Analysenergebnisse für Arsen über dem Maßnahmenschwellenwert LAWA im Untersuchungsgebiet Galvanik seit 2009

GWMS¤	¤ GWL¤	¤ Datum¤	As¤ µg/l¤
LAWA-MSW (oberer Bereichswert)¤	¤	¤	60¤
GWMS 2/09 Io¤	GWL 1o¤	11.05.10¤	95¤
¤	¤	30.06.10¤	120¤
GWMS 10/11 Io¤	GWL 1o¤	22.08.13¤	77¤
GWMS 19/15 II¤	GWL 1o¤	11.02.15¤	303¤
¤	¤	23.03.15¤	247¤
¤	¤	29.05.15¤	197¤

- Überschreitung MSW der LAWA (oberer Bereichswert)

© GIG mbH

Entwicklung der Arsen-Gehalte im Grundwasser seit September 2014

GWMS	Datum	As	Trend-bewertung Arsen Sept. 2014 - Feb. 2015
Einheit		µg/l	
LAWA-GFS		10	
GW-TrinkwV		10	
LAWA-MSW		60	
2/09 lo	10.02.15	2,6	→
2/10 lu	10.02.15	0,48	→
6/92 lo	06.01.15	4,5	→ (1)
	11.02.15	2,8	→ (2)
6/10 lu	11.02.15	0,34	→ (2)
7/10 lo	11.02.15	4,1	→
8/10 lo	10.02.15	2,7	→
9/10 lo	11.02.15	3,7	→
10/11 lo	12.02.15	5,3	→
10/11 lu	12.02.15	0,42	→
11/11 lo	06.01.15	4,2	→ (1)
	10.02.15	3,2	→ (2)
13/12 lo	10.02.15	6,2	→
16/12 lo	10.02.15	14	↗
16/12 lu	10.02.15	1,1	→

GWMS	Datum	As	Trend-bewertung Arsen Sept. 2014 – Feb. 2015
Einheit		µg/l	
LAWA-GFS		10	
GW-TrinkwV		10	
LAWA-MSW		60	
17/12 lo	11.02.15	5,1	→
17/12 lu	11.02.15	1,8	→
17/12 II	10.02.15	3,8	→
18/12 lo	12.02.15	6,3	→
18/12 lu	11.02.15	0,8	→
19/15 I	29.05.15	21	↗ (3)
19/15 II	29.05.15	197	↘ (3)
SBr. 1/13	11.02.15	2,1	→ (2)

- letzte Beprobung mit Überschreitung GW der TrinkwV

- letzte Beprobung mit Überschreitung MSW der LAWA (oberer Bereichswert)

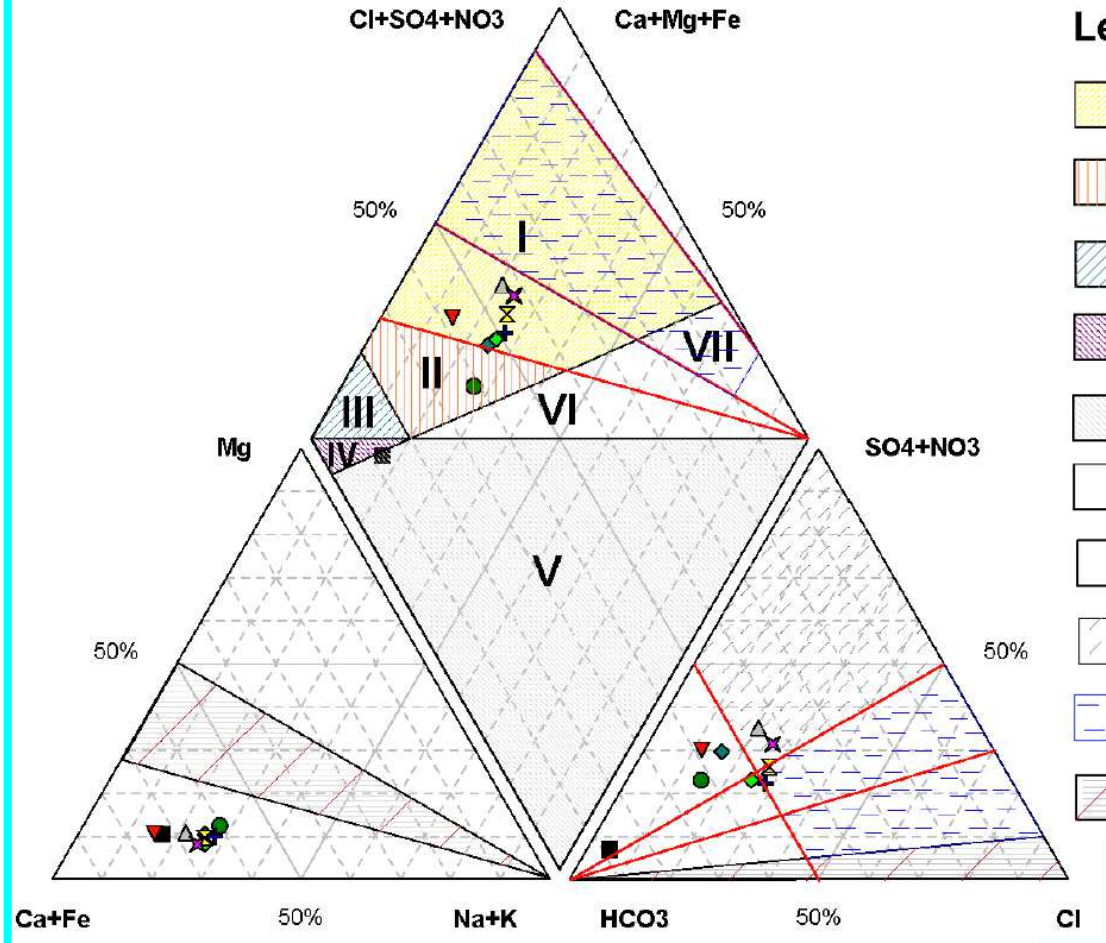
(1) – Trend vor Sanierungsende

(2) – Trend seit Sanierungsende

(3) – Trend seit Februar 2015

© GIG mbH

Grundwasser-Typisierung nach Löffler (hydrochemisches Modell zur Grundwassergenese)



Legende

- Grundwassertyp I - junges, luftbedecktes, ungespanntes Grundwasser
- Grundwassertyp II - junges, gespanntes Grundwasser
- Grundwassertyp III - normales, gespanntes Grundwasser
- Grundwassertyp IV - Übergangstyp von Typ III zum Typ V
- Grundwassertyp V - sehr altes, geogen beeinflusstes Grundwasser
- Grundwassertyp VI - Übergangstyp von Typ V zum Typ VII
- Grundwassertyp VII - von Salzgestein beeinflusstes Grundwasser
- Bereich möglicher anthropogener Verunreinigung
- Bereich möglicher mariner Versalzung
- Bereich möglicher geogener Beeinflussung

© GIG mbH

Betrachtungen zur Herkunft der Arsen-verunreinigung in GWMS 19/15 II (GWL 1)

- **Verursachung durch ehemalige Galvanik – unwahrscheinlich**
  - ➢ Arsen ist u.a. technische Verunreinigung in Galvaniksalzen
  - ➢ seit Beobachtungsbeginn 2009 bei 213 Beprobungen aber nur drei Werte im Bereich ehemalige Galvanik über MSW LAWA
  - ➢ 25 Werte über GFS LAWA (10 µg/l) bis max. ca. 40 µg/l)
- **Eintrag aus der Kulturschicht – wenig wahrscheinlich**
  - ➢ stromoberhalb der GWMS19/15 II und stromunterhalb der Messstellengruppen GWMS 16 bis GWMS 18
  - ➢ bisher jedoch keine Fehlstelle im GW-Deckstauer (Torf) bekannt
- **geogenbedingte Arsenbelastung – derzeit wahrscheinlichste Ursache**
  - ➢ hydrochemisch dem Wasser des GWL 2 ähnlich
  - ➢ GW-Typisierung bestätigte, dass das Grundwasser in GWMS 19/15 II alt bis sehr alt ist

© GIG mbH

Übersicht zu den Ergebnissen der Säulenversuche 2015 im Hinblick auf Arsen

Versuch		**Immob 1**	**Immob 2**
Probe	**Dimension**	**BS 2/15**	**BS 2/15**
Entnahmebereich	m u. GOK	25 Vol % Torf 75 Vol % Sand	25 Vol% Torf 75 Vol% Sand
GWL-Bereich		GWS 1 / GWL 1o	
Versuchsdauer	Stunden	96	96
Arsen-Konzentration Zulauf Säule	µg/l	82	82
Arsen-Konzentration Ablauf Säule nach 96 h	µg/l	2,60	5,80
durch Bodensäule gefiltertes Wasservolumen	ml	2.300	2.230
Ausgetauschte Porenvolumina	PV	19,3	18,7
mittlerer kf-Wert (kf)	m/s	3,5E-06	3,4E-06
Arsen - immobilisiert ca.	mg	0,18	0,17
Anteil Arsen - immobilisiert	**%**	**96,8**	**92,9**
Masse Boden (Säule)	**kg**	**1,24**	**1,47**
TOC-Gehalt Bodengemisch	Masse-% TS	1,7	0,5
TOC-Gehalt Bodengemisch	mg/kgTS	17.000	5.000

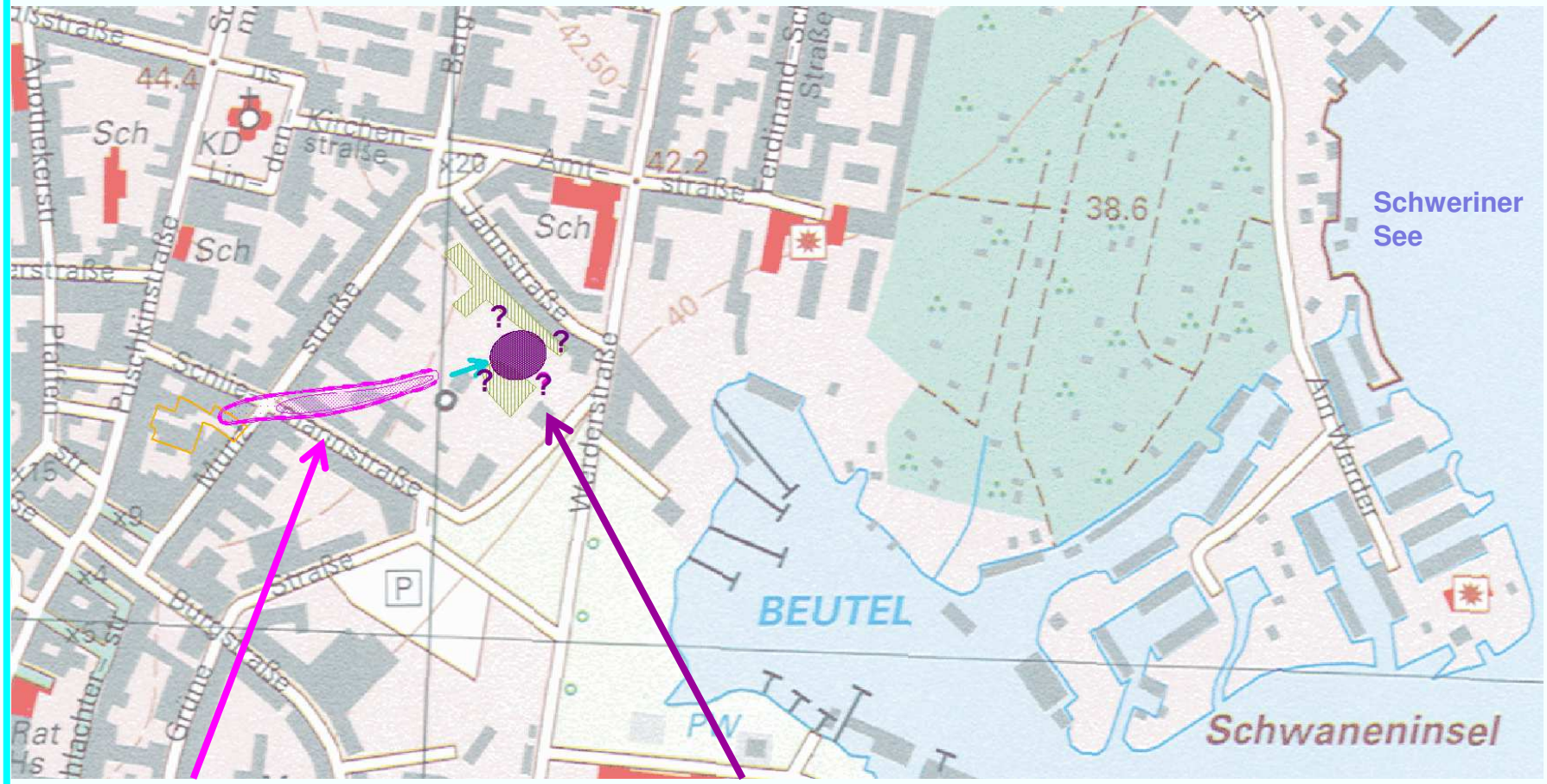
© GIG mbH

Vorläufige Gefährdungsabschätzung zu Arsenverunreinigung und Kenntnislücken

- **Stauwasser / Grundwasser**
  - weitestgehende Zurückhaltung des Arsens in der Torfschicht (ø Mächtigkeit 1,1 – 1,5 m) zu erwarten,
  - Gefährdung des Grundwassers im GWL 1, daher keine Grundwasserentnahme
- **Boden**
  - derzeit keine Hinweise auf relevante Arsen-Belastungen für den Boden um die Messstellengruppe GWMS 19 vorhanden
- **Kenntnislücken**
  - keine Angaben zum Gefährdungspotential des oberflächennah anstehenden Bodens im Hinblick auf Arsen vorhanden
  - derzeit keine Aussagen zur Ausdehnung der Arsen-Belastung im Grundwasser möglich, da keine geeigneten Grundwasser-messstellen vorhanden

© GIG mbH

Übersichtskarte mit GW-Belastungen über dem Maßnahmenschwellenwert der LAWA



Chrom(VI)-Restbelastungen über dem Maßnahmenschwellenwert der LAWA (40 µg/l)

Arsenverunreinigung über dem Maßnahmenschwellenwert der LAWA (60 µg/l)

→ GW-Fließrichtung im GWL 1

© GIG mbH

Weiterführende Maßnahmen

- **Nachsorge zum GW-Schaden ehemalige Galvanik**
  - Fortsetzung Grundwassermonitoring (Chrom (VI), Chrom gesamt, Nickel, Arsen)
  - Beobachtung Entwicklung der GW-Restbelastungen

- **Ermittlung Ursachen / Prüfung möglicher Eintragspfade Arsenverunreinigung ins Grundwasser**
  - Oberbodenuntersuchungen im Bereich Parkplatz Grüne Straße sowie Gärten / Hinterhöfe Jahnstraße 5 / 7 / 9 / 11 / 13 und Grüne Straße 40 auf Arsen für Wirkungspfad Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze gemäß BBodSchV
  - Bodenuntersuchung Grundwasserstauer / Grundwasserleiter auf Arsen
  - Säulenversuchen an torfhaltigen Böden mit Standortwasser zur Präzisierung des Rückhaltevermögens von Arsen am Boden (Gefährdungsabschätzung für oberflächennahes Stauwasser über Torf)
  - Prüfung Torfverbreitung (Altaufschlüsse, anthropogene Fehlstellen)
  - Erweiterung GWMS-Netz im GWL 1 zur Präzisierung Ausdehnung der Arsenbelastung

© GIG mbH

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

© GIG mbH