

27. Mai 2013

Altlast ST 16 „Schwellenimprägnierung Stainach“

**Prioritätenklassifizierung
(§14 Altlastensanierungsgesetz)**



Zusammenfassung

Im Bereich des Altstandortes wurden etwa 1882 bis 1906 Bahnschwellen mit Teeröl imprägniert. Ausgehend vom Standort der Imprägnierung haben sich entsprechend den heterogenen Untergrundverhältnissen auf einer Fläche von insgesamt rund 3.800 m² mehrere nicht zusammenhängende Teerölphasen am Stauer des ersten Grundwasserstockwerks ausgebreitet, im Bereich des Altstandortes sind auch Verunreinigungen der ungesättigten Zone vorhanden. Ausgehend von den Bereichen mit Teerölphase und erheblich kontaminierten Untergrundbereichen haben sich im Grundwasser mehrere Schadstofffahnen mit Belastungen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und untergeordnet mit heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen ausgebildet. Die abströmenden Schadstofffrachten sind erheblich, mittel- bis langfristig kann auch eine weitere Ausdehnung der Teerölphase und der gelösten Schadstofffahne nicht ausgeschlossen werden.

Die Verunreinigungen des Untergrundes im Bereich der ehemaligen Schwellenimprägnierung verursachen eine erhebliche Gefährdung des Grundwassers. Die erheblich kontaminierten Bereiche stellen eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Es wird eine Einstufung in die Prioritätenklasse 3 vorgeschlagen.





1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

Bundesland: Steiermark
 Bezirk: Liezen
 Gemeinde: Stainach
 KG: Stainach (67315)
 Grundstücksnr.: Altstandort: 638/1, 321/2, .193, .235
 Altlast: 306/1, 306/2, 307/2, 320, 638/1

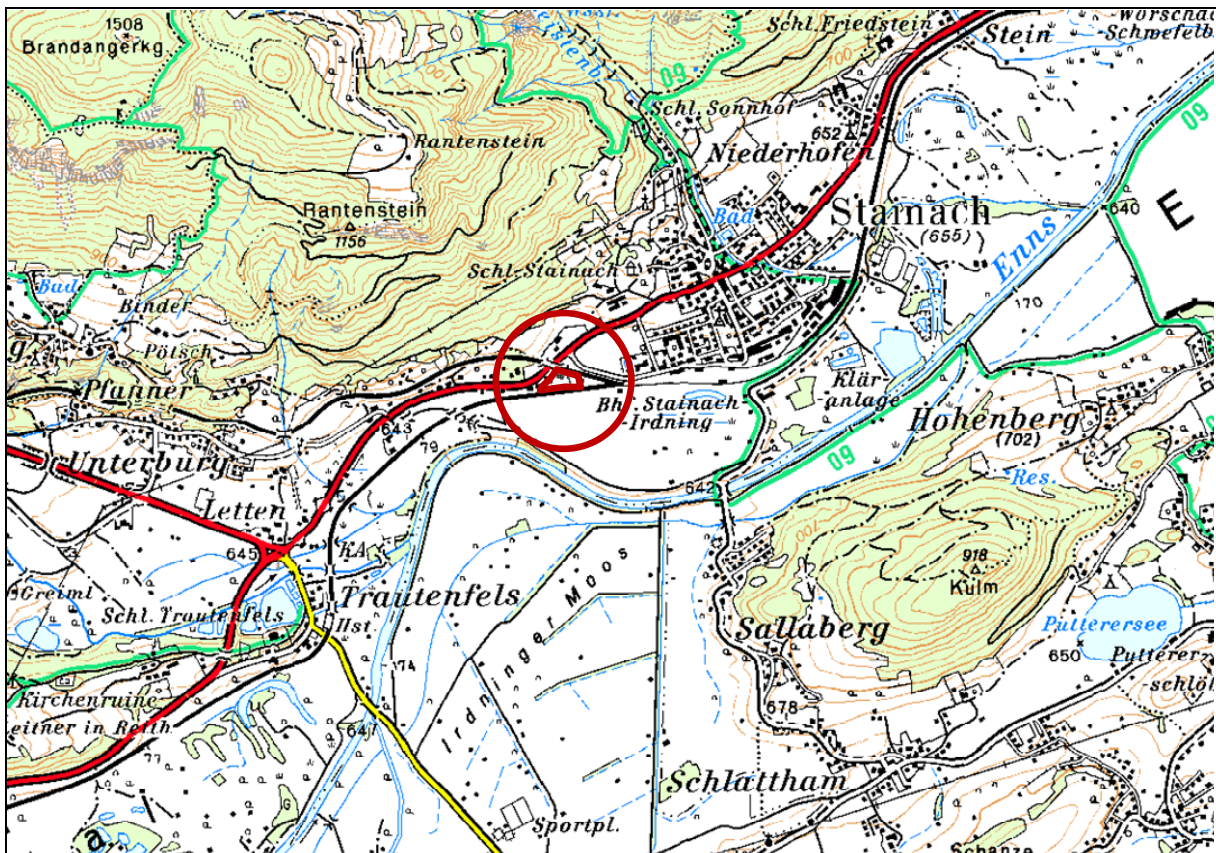


Abb.1: Übersichtskarte

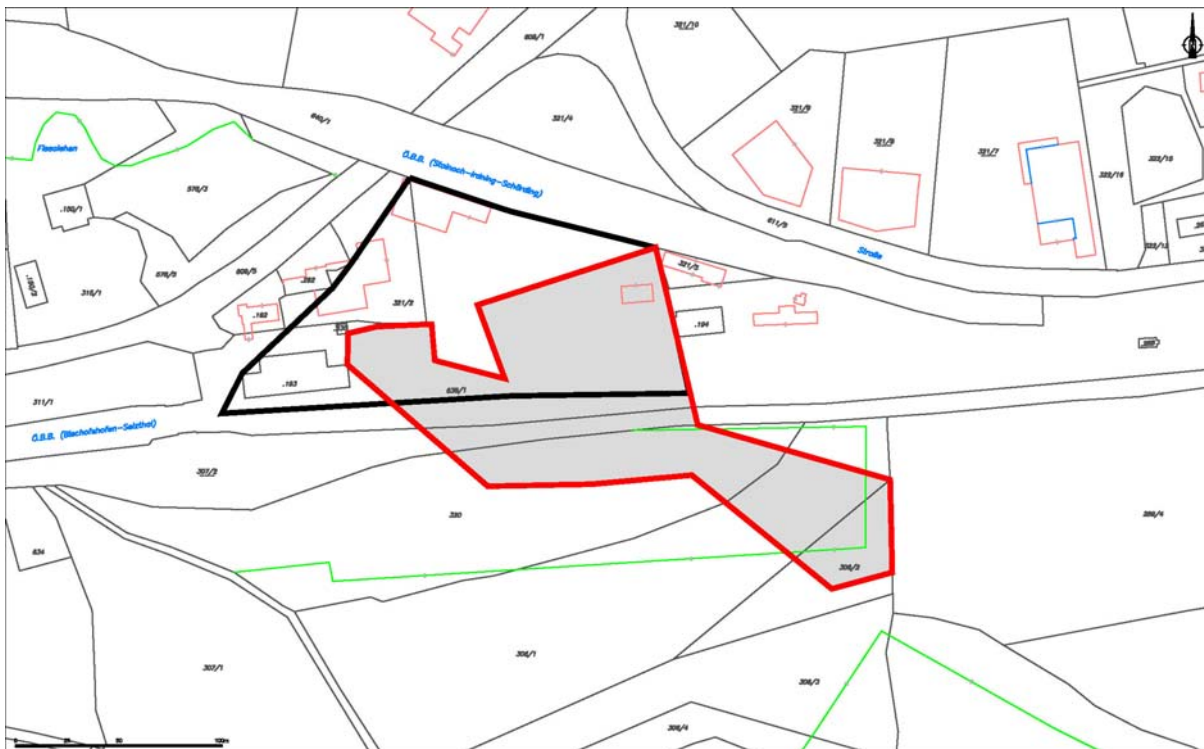


Abb.2: Lage des Altstandortes (schwarze Linie) und der Altlast (rote Linie, grau hinterlegt) im Katasterplan

2 BETRIEBLICHE ANLAGEN UND TÄTIGKEITEN

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Altstandort „Schwellenimprägnerung Stainach“ befindet sich am westlichen Ende von Stainach zwischen der Ennstal Bundesstraße und den Streckengleisen Richtung Schärding und Bischofshofen. Rund 400 m östlich des Altstandortes befindet sich der Bahnhof Stainach-Irdning.

Am Altstandort wurden auf einer Fläche von rund 15.000 m² vermutlich etwa zwischen 1882 bis 1906 von der Firma Löwenfeld Bahnschwellen imprägniert. Als Imprägniermittel wurden Teeröle eingesetzt, es wird vermutet, dass die Imprägnierung auch mittels mobiler Anlagen durchgeführt wurde. Nähere Angaben zu Anlagenteilen, Menge und Art der eingesetzten Imprägniermittel sowie Dauer der Imprägnierung sind nicht bekannt.

In den späten 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden bei Kanalgrabungsarbeiten Verunreinigungen des Untergrundes durch Teeröle festgestellt. Bei Untersuchungen im Jahr 1991 und den im Jahr 1995 durchgeführten Aushubmaßnahmen (vgl. 3.1) wurde festgestellt, dass sowohl die laterale als auch die vertikale Ausdehnung der Kontaminationen größer ist als ursprünglich angenommen.

Im Zuge von Gleisbauarbeiten wurde im Jahr 2000 eine Teerölkontamination rund 150 m östlich des Altstandortes festgestellt, ein Zusammenhang mit der Kontamination des Imprägnier-



werks ist nicht gegeben. Diese lokal begrenzte Kontamination wurde im Jahr 2000 und 2002 durch Aushub von stark kontaminiertem Material und Umspundung der Restkontaminationen gesichert.

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Standort befindet sich am nördlichen Rand des ebenen Talbodens des Ennstales. Beim Ennstal handelt es sich um ein glazial übertieftes Tal, dessen sedimentäre Talfüllung mehr als 100 m mächtig sein kann. Der Untergrund am Altstandort wird durch eine Abfolge bzw. Wechselagerung von steinig-sandigen Kiesen und feinkörnigen tonig-schluffigen Sedimenten geprägt. Dem natürlichen Aufbau des Untergrundes entsprechend kann als generalisierte Schichtenfolge etwa folgendermaßen angegeben werden:

- schluffige Deckschicht; Mächtigkeit ca. 1,5 m
- sandige Kiese; Mächtigkeit ca. 3 bis 5 m
- Schluffe mit Ton- und Torflagen; Mächtigkeit ca. 0,5 bis 3 m
- sandige Kiese; Mächtigkeit ca. 5 bis 6 m
- Schluffe mit Ton- und Torflagen; Mächtigkeit bis ca. 3 m
- sandige Kiese; Mächtigkeit nicht bekannt

Dem dargestellten Untergrundaufbau entsprechend sind bis in eine Tiefe von 30 m bis zu drei Grundwasserhorizonte innerhalb der Kiesschichten ausgebildet. Der erste und zweite Aquifer besteht aus dunkelgrauen Sanden und sandigen Kiesen, der dritte Aquifer wird überwiegend von braunen sandigen Kiesen gebildet. Der erste Aquifer keilt nördlich des Streckengleises Richtung Bischofshofen aus und geht unmittelbar in eine ca. 11 m mächtige schluffig-tonige Deckschicht über.

Der Flurabstand im ersten Aquifer beträgt etwa 1 bis 2 m, die beiden tieferen Grundwasserstockwerke weisen gespanntes Grundwasser mit einer etwas höheren Druckhöhe auf. Grundsätzlich ist die Druckhöhe des dritten Grundwasserstockwerks höher als jene des zweiten. Die Grundwasserströmungsrichtung ist im Bereich des Altstandortes bei allen drei Grundwasserstockwerken nach Ost bis Südost gerichtet. Das Grundwasserspiegelgefälle beträgt im ersten Aquifer rund 0,2 bis 0,4 %, in den beiden darunterliegenden Grundwasserstockwerken ist das Gefälle etwa eine Zehnerpotenz geringer. Im ersten Aquifer wurden Durchlässigkeiten zwischen 3×10^{-4} m/s bis $2,5 \times 10^{-3}$ m/s ermittelt, im zweiten und dritten Aquifer wurden etwas geringere Durchlässigkeiten im Bereich zwischen 1×10^{-4} m/s bis 1×10^{-3} m/s festgestellt.

Der spezifische Grundwasserdurchfluss kann im Abstrom des Altstandortes im ersten Aquifer mit rund $0,8 \text{ m}^3/\text{d},\text{m}$ und für den zweiten Aquifer mit ca. $0,03 \text{ m}^3/\text{d},\text{m}$ abgeschätzt werden. Bezogen auf die gesamte Standortbreite ergibt sich ein Grundwasserdurchfluss von rund $50 \text{ m}^3/\text{d}$ im ersten und rund $1,5$ bis $2,0 \text{ m}^3/\text{d}$ im zweiten Aquifer. Für den dritten Aquifer kann mangels Kenntnis der Mächtigkeit die Durchflussmenge nicht ermittelt werden, Gefälle und Durchlässigkeit entsprechen etwa jenem des zweiten Aquifers.

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Der Altstandort ist vollständig durch Betriebsgebäude verschiedener Gewerbebetriebe bebaut und größtenteils versiegelt. In den Randbereichen befinden sich in Betrieb befindliche Gleisanlagen sowie Straßen. Die Umgebung des Altstandortes wird generell land- und forstwirtschaftlich

genutzt, östlich und nördlich angrenzend befinden sich auch betriebliche Nutzungen. Rund 400 m östlich des Altstandortes liegt der Bahnhof Stainach-Irdning, hier beginnt auch das Siedlungsgebiet von Stainach.

Das Grundwasser am Altstandort wird weder im Bereich des Altstandortes noch im direkten Abstrom genutzt. Rund 1.200 m in Richtung Ostnordost und ca. 1.000 m in Richtung Ost bestehen wasserrechtlich bewilligte Grundwasserentnahmen (Nutzung der Alpenfleisch KG und der Landgenossenschaft Ennstal), beide Brunnen erschließen nur den dritten Aquifer. In der Umgebung bestehen noch einige Wasserrechte betreffend betrieblicher und kommunaler Kläranlagen sowie von Versickerungen, der Bereich des Altstandortes und der unmittelbare Abstrombereich sind davon nicht betroffen.



Abb.3: Luftbild mit Lage des Altstandortes (Befliegung 2010)

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen bis 1996

Im Frühjahr 1977 wurden bei Kanalgrabungsarbeiten im Bereich des Altstandortes Verunreinigungen des Untergrundes durch Teeröle festgestellt. An Wasserproben aus fünf Grundwasser-sonden im Bereich des Altstandortes wurden polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) qualitativ nachgewiesen.

In den Jahren 1984 und 1987 wurden jeweils an zwei Grundwassersonden im südlichen Bereich des Altstandortes Wasserproben gezogen. An den Grundwasserproben aus dem Jahr 1984 wurden fünf Einzelsubstanzen bestimmt. Es konnten PAK-Gehalte von 63,4 und 180 µg/l festgestellt werden. An den Grundwasserproben aus dem Jahr 1987 wurden neun Einzelsubstanzen bestimmt. Es konnten PAK-Gehalte von 8,9 und 36,5 µg/l nachgewiesen werden.



Im Mai 1990 wurden insgesamt 29 Schürfe bis zu 5 m Tiefe abgeteuft. Aus den Schürfen wurden tiefengestaffelt 61 Feststoffproben entnommen und davon Eluate hergestellt. An Eluaten der Feststoffproben wurden die PAK-Gehalte bestimmt. Die Ergebnisse der Eluatanalysen sind in Tab. 1 in Zusammenhang mit den aktuellen örtlichen Gegebenheiten zusammengefasst. Die Verladeanlage befand sich etwa im späteren Aushubbereich (vgl. Abb.4).

Tab. 1: Zusammenstellung der Ergebnisse der Eluatanalysen der Feststoffproben aus Schürfen im Jahr 1990

	Anzahl der		PAK-Konzentrationen im Eluat [µg/l]	
	Schürfe	Proben	Tiefe 0 - 2m	Tiefe 2 - 5m
Nahbereich Verladeanlage	4	10	1,2 - 66	11 - 60
westlich der Verladeanlage	1	2	7,5	2,0
nördlich der Verladeanlage	5	17	<0,3 - 2,7	3,2 - 38
östlich der Verladeanlage	3	7	<0,3 - 5,4	4,2 - 30
südlich der Verladeanlage	2	6	<0,3 - 0,3	<0,3 - 23
Randbereich des Altstandortes	14	19	<0,3 - 1,9	<0,3 - 1,8

Im Sommer 1991 wurden im Bereich des Altstandortes insgesamt 15 Kernbohrungen abgeteuft. Im Bereich der ehemaligen Verladeanlage wurde bei zwei Bohrungen im Tiefenbereich von 2 bzw. 4 m unter Gelände bis etwa 7 m unter Gelände Teeröl in Phase angetroffen. An den Bohrkernen von fünf weiteren Bohrungen wurden Teerölverunreinigungen organoleptisch aufgrund des Geruches beobachtet. Aus 11 Kernbohrungen wurden tiefengestaffelt insgesamt 25 Feststoffproben entnommen und Eluate hergestellt. An den Eluaten wurden die PAK-Gehalte bestimmt. Die Ergebnisse der Eluatanalysen sind in Tab. 2 in Zusammenhang mit den aktuellen örtlichen Gegebenheiten zusammengefasst.

Tab. 2: Zusammenstellung der Ergebnisse der Eluatanalysen der Feststoffproben aus Schürfen im Jahr 1991

	PAK-Konzentrationen im Eluat [µg/l]		
	Tiefe 0 - 2m	Tiefe 2 - 4m	Tiefe > 4m
Nahbereich Verladeanlage	66 (1)	4,5 - 30 (3)	16 (1)
westlich der Verladeanlage	<0,3 (1)	4,7 - 36 (3)	1,5 (1)
nördlicher Randbereich	<0,3 (1)	<0,3 - 1,4 (2)	<0,3 (2)
östlich der Verladeanlage	-	<0,3 (1)	<0,3 (1)
südlich der Verladeanlage	-	<0,3 - 1,3 (3)	<0,3 - 1,7 (5)

(n)Probenanzahl

Im Eluat einer Feststoffprobe südlich des Streckengleises aus ca. 6,5 m Tiefe wurde auch ein KW-Gehalt von 0,17 mg/l nachgewiesen.

Im September 1991 wurden aus sieben Grundwassermessstellen im Bereich des Altstandortes Wasserproben entnommen. An den Wasserproben wurden die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Summe PAK und Summe Kohlenwasserstoffe bestimmt. Die Analyseergebnisse der Wasserproben sind in Tab. 3 dargestellt.

Tab. 3: Zusammenfassung der Analysenergebnisse von Grundwasserproben aus dem Jahr 1991

	Einheit	GW-Anstrom nördlich des Altstandortes	GW im Bereich des Altstandortes	GW-Abstrom südlich des Altstandortes
pH-Wert	-	6,7 - 7,5	6,4	-
el. Leitfähigkeit	μS/cm	480 - 1.240	1.030	530 - 1.000
Summe PAK	μg/l	<0,3	19	<0,3
Summe KW	mg/l	<0,05	0,36	0,05 - 0,2

Bei Untersuchungen einer nahegelegenen Untergrundverunreinigung wurden im Jahr 2001 auch im südlichen Abstrom des Altstandortes massive PAK-Belastungen bis 87 μg/l festgestellt.

Im Jahr 1995 wurden in einem Teilbereich des Altstandortes insgesamt rund 16.000 to kontaminierter Untergrund durch Aushub entfernt. Der Aushub erfolgte innerhalb einer Umspundung, die Spundbohlen wurden im Untergrund belassen. Aufgrund des Zutritts von gespanntem Wasser wurde der Aushub nur bis ca. 7,5 m unter GOK durchgeführt. Die Kontaminationen waren zum Teil tiefer reichend und vor allem Richtung Süden mit den Aushubmaßnahmen nicht vollständig erfasst.

In Abb.4 sind die Ergebnisse unterschiedlicher Untersuchungen aus den Jahren 1990 bis 2001 sowie der Aushubbereich überblicksmäßig dargestellt.

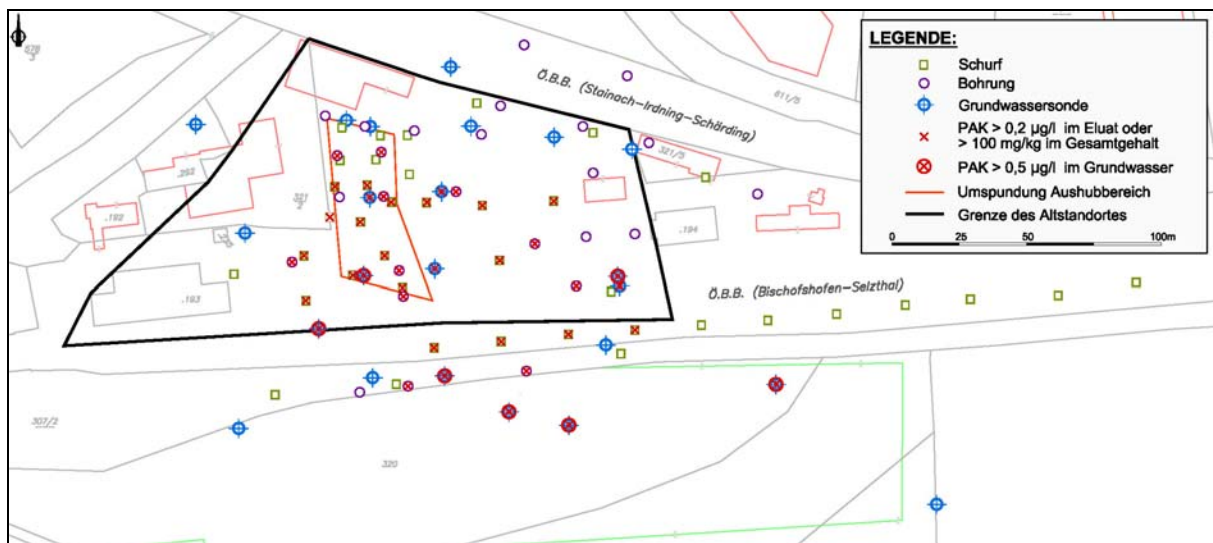


Abb.4: Darstellung der Untersuchungsergebnisse 1990 bis 2001



3.2 Untersuchungen 2010 bis 2012

Im Bereich des Altstandortes „Schwellenimprägung Stainach“ wurden im Zuge der ergänzenden Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG im Zeitraum von 2010 bis 2012 folgende Untersuchungen durchgeführt.

- Abteufen von 51 Rammkernsondierungen DN 50 zwischen 6 bis 10 m unter GOK
- Abteufen von 29 Trockenkernbohrungen DN 220 zwischen 7,6 bis 20 m unter GOK
- Entnahme von insgesamt 522 Feststoffproben aus insgesamt 80 Trockenkernbohrungen und 7 Bohrungen zur Errichtung von Grundwassermessstellen
- Analyse von 113 Feststoffproben
- Errichtung von insgesamt 16 Grundwassermessstellen an 7 Standorten (je drei Doppel- und Dreifachmessstellen und eine Einzelmessstelle)
- Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben aus 15 bis 22 Messstellen an vier Terminen
- Messung der Teerölphase an 4 Terminen
- Durchführung von 8 h-Pumpversuchen bei 9 Grundwassermessstellen und Entnahme von Grundwasserproben während der Pumpversuche

3.2.1 Feststoffuntersuchungen

Im Zeitraum von Anfang März bis Juli 2010 wurden insgesamt 51 Rammkernsondierungen DN 50 und 29 Rammkernbohrungen DN 220 abgeteuft und davon insgesamt 489 Feststoffproben entnommen. Zusätzlich wurden 33 Feststoffproben aus den Aufschlüssen zur Errichtung von Grundwassermessstellen (vgl. Pkt. 3.2.2) entnommen. Von den entnommenen Proben wurden 113 Stk im Labor auf ausgewählte Parameter untersucht, in Tab. 4 sind die untersuchten Gesamtgehalte und Eluate dargestellt.

Tab. 4: Übersicht über die Feststoffanalysen

Parameter	GG	Eluat	Parameter	GG	Eluat
TOC	98	-	Chlornaphthalin	7	7
KW-Index	99	16	Phenol und Alkylphenole	17	17
Cyanide gesamt	9	7	polychlorierte Biphenyle (PCB-6)	7	-
Metalle (As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn)	13	-	Chlorbenzole	7	7
aromatische KW (BTEX)	37	-	Chlorphenole	17	7
polyzyklische aromatische KW (PAK-16)	110	22	ph-Wert, elektr. Leitfähigkeit	-	7
heterozyklische aromatische KW	21	7	Ca, Mg, DOC, CSB	-	7

GG...Gesamtgehalt

Von den 52 Rammkernsondierungen wurden 33 südlich der Straße im Abstrombereich abgeteuft, die Tiefen lagen zwischen 6 bis 10 m unter GOK (im Mittel 6,9 m unter GOK). Die 18 Rammkernsondierungen im direkten Bereich des Gleisdreiecks wurden in Tiefen zwischen 4 bis 8 m unter GOK abgeteuft (im Mittel 5,7 m unter GOK). Von den 29 Rammkernbohrungen wurden 16 südlich der Straße im Abstrombereich abgeteuft, die Tiefen lagen zwischen 7,6 bis 20,1 m unter GOK (im Mittel 17,6 m unter GOK). Die 13 Rammkernbohrungen im direkten Bereich des Gleisdreiecks wurden in Tiefen zwischen 10 bis 23 m unter GOK abgeteuft (im Mittel 19,8 m unter GOK).



Generell wurde bei den Aufschlüssen im Bereich des Gleisdreiecks stellenweise schon in den oberen Deckschichten Geruch nach PAK festgestellt, in Teilbereichen wurde auch Phase angetroffen. Im Abstrombereich südlich der Straße wurden nur im Nahbereich des 1. Stauers organoleptisch auffällige Bereich festgestellt, zum Teil auch Phase am Stauer.

Entsprechend den Verunreinigungen wurden deutlich erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, aliphatischen Kohlenwasserstoffen und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen im Feststoff nachgewiesen, aromatische Kohlenwasserstoffe waren nur in vergleichsweise geringem Ausmaß im Gesamtgehalt nachweisbar. Die erhöhten TOC-Gehalte sind überwiegend auf natürliche Bestandteile (Torf bzw. Torfeinlagerungen) zurückzuführen. In Tab. 5 sind ausgewählte Ergebnisse angeführt, bei allen untersuchten und nicht dargestellten Parametern wurden keine auffälligen Messwerte festgestellt.

Tab. 5: Schadstoffbelastungen (Gesamtgehalte) des Untergrundes für ausgewählte Parameter

Parameter	Einheit	Messwerte			n _{ges}	Anzahl der Proben im jeweiligen Bereich						ÖNORM S 2088-1		
		min	max	Median		n < BG	Bereich von bis	n	Bereich von bis	n	Bereich	n	PW (b)	MSW
PAK-15	mg/kg	<0,03	4.480	13,4	110	23	BG ≤ 10	29	>10 ≤ 100	23	>100	35	10	100
Naphtalin	mg/kg	<0,03	4.750	1,4	110	11	BG ≤ 5	58	>5 ≤ 50	17	>50	24	5	-
TOC	g/kg	<2,5	532	8,6	98	20	BG ≤ 10	14	>10 ≤ 50	57	>50	7	-	-
KW-Index	mg/kg	<20	15.700	<20	99	51	BG ≤ 100	3	>100 ≤ 1.000	27	>1.000	18	100	1.000
BTEX	mg/kg	<0,1	24	<0,1	37	28	BG ≤ 6	4	>6 ≤ 50	5	>50	0	6	-
Phenole	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	17	17	BG ≤ 10	0	>10 ≤ 50	0	>50	0	-	-
HETs	mg/kg	<0,5	1.406	31,7	21	8	BG ≤ 10	0	>10 ≤ 100	6	>100	7	-	-

n_{ges} = Anzahl der Proben
 BG = Bestimmungsgrenze (der Einzelsubstanzen)
 PW(a)/MSW = Prüfwert (a) bzw. Maßnahmenschwellenwert gem. ÖNORM S 2088-1
 HETs = Summe heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

An ausgewählten Proben wurden auch Eluate im Verhältnis 1:10 hergestellt und auf ausgewählte Parameter untersucht. Dabei wurden zum Teil deutlich erhöhte Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und aromatischen Kohlenwasserstoffen nachgewiesen, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wiesen im Vergleich zu den Gesamtgehalten geringe Eluatgehalte auf. In den Eluaten wurden auch zum Teil erhöhte Gehalte an phenolischen Verbindungen (v.a. Di- und Trimethylphenole sowie Chlorphenole) nachgewiesen. In Tab. 6 sind ausgewählte Ergebnisse angeführt, bei allen untersuchten und nicht dargestellten Parametern wurden keine auffälligen Messwerte festgestellt.

Tab. 6: Eluatgehalte für ausgewählte Parameter

Parameter	Einheit	Messwerte			n _{ges}	Anzahl der Proben im jeweiligen Bereich						ÖNORM S 2088-1		
		min	max	Median		n < BG	Bereich von bis	n	Bereich von bis	n	Bereich	n	PW (b)	MSW
PAK-15	mg/kg	0,018	30,5	6,3	22	0	BG ≤ 0,5	2	>0,5 ≤ 5	7	>5	13	-	-
Naphtalin	mg/kg	<0,002	103	3,2	22	1	BG ≤ 0,02	1	>0,02 ≤ 5	10	>5	10	0,02	-
DOC	g/kg	38	185	61	7	0	BG ≤ 100	6	>100 ≤ 500	1	>500	0	-	-
KW-Index	mg/kg	<1	343	18,2	16	3	BG ≤ 2	1	>2 ≤ 10	0	>10	12	2	5
HETs	mg/kg	0,023	4,12	1,75	7	0	BG ≤ 0,5	1	>0,5 ≤ 5	6	>5	0	-	-
Phenole	mg/kg	<0,001	5,05	<0,001	17	10	BG ≤ 0,5	2	>0,5 ≤ 5	4	>5	1	-	-
Chlorphenole	mg/kg	<0,001	0,99	0,31	7	1	BG ≤ 0,5	4	>0,5 ≤ 5	2	>5	0	-	-

n_{ges} = Anzahl der Proben
 BG = Bestimmungsgrenze (der Einzelsubstanzen)
 PW(a)/MSW = Prüfwert (a) bzw. Maßnahmenschwellenwert gem. ÖNORM S 2088-1
 HETs = Summe heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Im Vergleich mit den Gesamtgehalten konnten bei der Eluatherstellung im Mittel rund 4,3 % der Naphthalin- und 2,3 % der PAK-15 Gehalte mobilisiert werden, bei den heterozyklischen



aromatischen Kohlenwasserstoffen betrug dieser Anteil rund 5,3 %. Diese Gehalte zeigen jedoch nur generell eine Mobilisierbarkeit der vorliegenden Verunreinigungen, quantitativ können dabei keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Sickerwasserqualität getroffen werden. Zwei durchgeführte Perkolationsversuche haben keine plausiblen Ergebnisse ergeben.

Entsprechend der organoleptischen Ansprache des Untergrundes und der analytischen Untersuchungen können die in Abb.5 markierten Bohrungen als kontaminiert bewertet werden. Südlich des Streckengleises Bischofshofen wurden die Kontaminationen ausnahmslos im Nahbereich des 1. Stauers angetroffen. In der Abbildung sind auch jene Bohrungen dargestellt, an denen Teeröl in Phase angetroffen wurde.

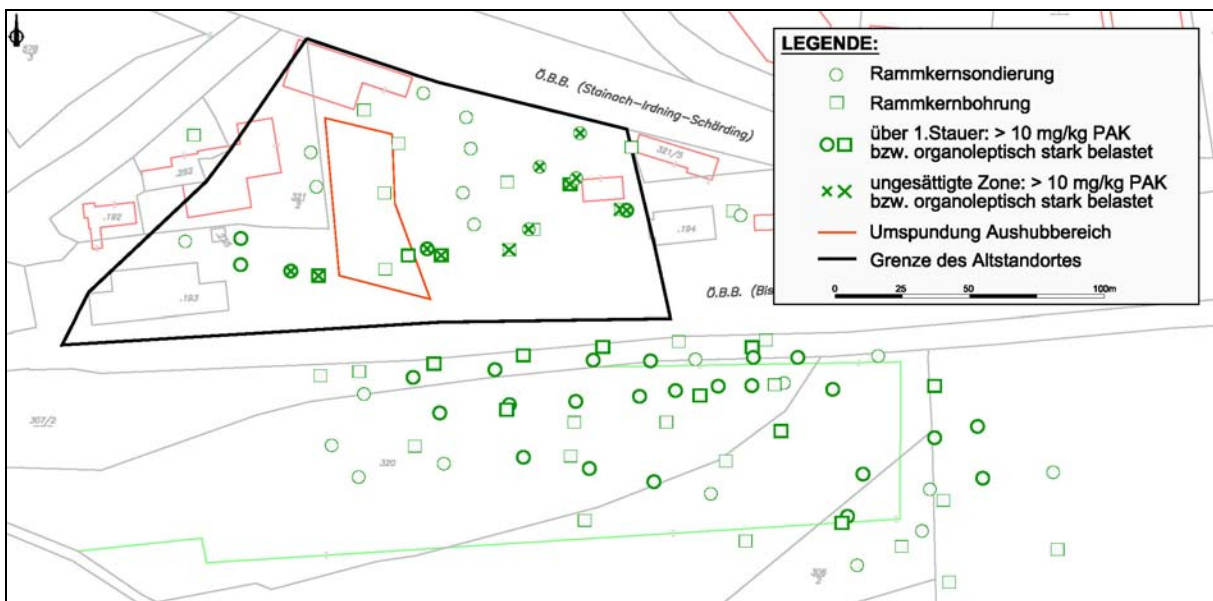


Abb. 5: Darstellung der Untergrundbelastungen

3.2.2 Grundwasseruntersuchungen

Im Zeitraum von April bis Mai 2010 und in einer zweiten Bohrphase im Jänner 2011 wurden insgesamt 16 Grundwassermessstellen an sieben Standorten errichtet. Die Messstellen wurden mit einem Bohrdurchmesser von 324 mm errichtet, der Ausbaudurchmesser beträgt DN 125. Es wurden drei Messstellengruppen mit drei Grundwassermessstellen (Erschließung des ersten, zweiten und dritten Aquifers), drei Messstellengruppen mit zwei Grundwassermessstellen (Erschließung der oberen beiden Grundwasserstockwerke) und eine Einzelmessstelle mit Ausbau im ersten Aquifer errichtet. Aus früheren Untersuchungen konnten noch fünf bestehende funktionsfähige Messstellen in das Untersuchungsprogramm miteinbezogen werden. In Abb.6 ist die Lage der neuen Grundwassermessstellen (Bezeichnung GW*) sowie der bestehenden Grundwassermessstellen (Bezeichnungen KB* und Sonde West) dargestellt. Davon schließen die Messstellen GW 1-3, GW 2-3 und GW 5-3 den dritten Aquifer, die Messstellen KB 1, KB 2, GW 1-2, GW 2-2, GW 3-2, GW 4-2, GW 5-2 und GW 7-2 den zweiten Aquifer auf. Alle anderen Messstellen sind im ersten Aquifer ausgebaut.

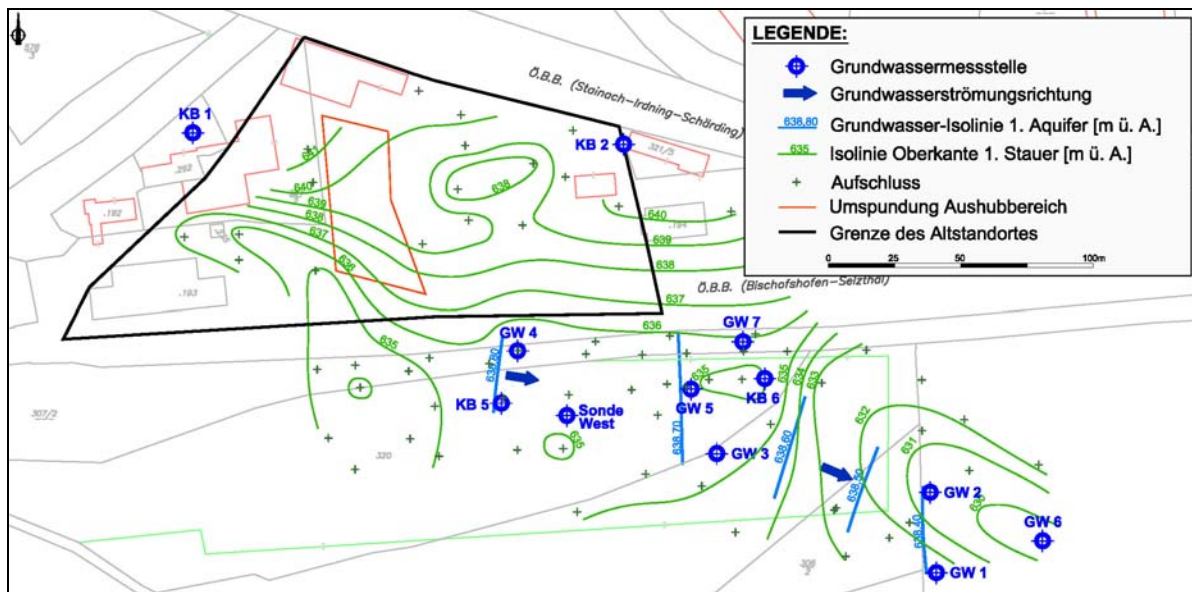


Abb.6: Lage der Messstellen, GW-Strömung und Isolinie des 1. Stauer

Tab. 7: Untersuchungsumfang Grundwasserpumpproben

	August 2010			Februar 2011			Mai 2011			August 2011			8h-PV*	
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2
Anzahl Messstellen	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	8	1
PAK-16	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	40	5
KW-Index	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	16	2
BTEX	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	-	-
Phenolindex	-	-	-	8	4	1	8	2	-	-	-	-	-	-
Cyanid	7	6	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heterozyklen	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	-	-
Phenol + Alkylphenole	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	-	-
Chlornaphthalin	7	6	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorphenole	7	6	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorbenzole	7	6	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Metalle	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	16	2
allg. Chemismus	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	16	2
PAK-16 (Schöpfprobe)	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	-	-
KW-Index (Schöpfprobe)	7	6	2	10	8	3	10	8	3	10	8	3	-	-

*....8-stündige Pumpversuche im September 2011

A1, A2, A3.....Aquifer 1, 2, 3

An vier Terminen (August 2010, Februar 2011, Mai 2011 und August 2011) wurden auf dem Altstandort sowie im Grundwasserabstrom Grundwasseruntersuchungen an bestehenden und neu errichteten Messstellen durchgeführt. Unmittelbar im Anschluss an den vierten Probenahmetermin wurden Anfang September 2011 an ausgewählten Messstellen 8-stündige Pumpversuche mit Probenahmen unmittelbar nach Beginn sowie nach 1, 2, 4 und 8 Stunden Pumpdauer durchgeführt. Die Grundwasserproben wurden in den ersten beiden Grundwasserstockwerken generell knapp oberhalb des Stauer entnommen, im dritten Aquifer im Bereich der Endteufe der Messstelle. Bei der Messstelle GW 4-1 mit deutlich vorhandener Teerölphase wurde ein Mindestabstand von 1 m über der Phase eingehalten. Zusätzlich wurden aus allen Messstellen auch Schöpfpro-



ben von der Grundwasseroberfläche entnommen. Tab. 7 gibt einen Überblick über den Umfang der durchgeführten Grundwasseruntersuchungen.

Für eine übersichtliche Darstellung der Grundwasserqualität im ersten Aquifer werden die Ergebnisse in Abhängigkeit der räumlichen Lage der Messstellen zu folgenden Bereichen zusammengefasst:

- westlicher Abstrom: KB 5, Sonde West, GW 3-1
- Hauptkontaminationsbereich: GW 4-1, GW 5-1
- Nördlicher Abstrombereich: GW 7-1, KB 6
- Östlicher Abstrombereich: GW 2-1
- Weiterer Abstrombereich: GW 1-1, GW 6-1

In den Tabellen Tab. 8 und Tab. 9 sind ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen für unterschiedliche Bereiche dargestellt.

Tab. 8: ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Kontaminationszentrum und dem westlichen Abstrombereich

Parameter	PW	MSW	westlicher Abstrom									Kontaminationsbereich						
			KB 5			Sonde West			GW 3-1			GW 4-1			GW 5-1			
			n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	
O ₂	mg/l	-	-	9	<0,1 - 2,3	<0,1	9	<0,1 - 3,0	1,0	9	<0,1 - 9,1	2,6	4	<0,1 - 2,3	1,0	3	0,41 - 3,1	0,55
Redox	mV	-	-	9	-270 - -113	-161	9	-229 - -78	-164	9	-221 - +17	-33	4	-240 - -151	-166	3	-240 - -90	-192
PAK-15	µg/l	0,5	-	9	7,3 - 61,4	34,5	9	20,9 - 54,1	41,7	9	<0,3* - 7,0	0,55	4	1.390 - 1.830	1.545	3	124 - 166	139
Naphtalin	µg/l	1	-	9	3,1 - 44,8	27,1	9	<0,02 - 42,9	11,6	9	<0,02 - 29,4	0,79	4	4.640 - 8.440	5.080	3	222 - 527	245
KW-Index	mg/l	0,06	0,1	6	<0,1 - 0,41	<0,1	6	<0,1 - 0,39	<0,1	6	<0,1 - 0,12	<0,1	4	4,5 - 12,7	12,3	3	<0,1 - 1,2	0,64
BTEX	µg/l	30	50	6	<2* - 22	<2*	6	<2*	<2*	6	<2*	<2*	4	177 - 515	231	3	12,7 - 21,4	19,4
∑ Phenole	µg/l	-	-	6	max 1,3	<1,4*	6	max 1,2	<1,4*	6	<1,4* - 5,1	<1,4*	4	200 - 643	452	3	10,3 - 35	31,2
∑ HETs	µg/l	-	-	6	0,13 - 62,0	11,1	6	0,62 - 24,2	10,0	4	<1,7* - 13,0	<1,7*	4	48,5 - 1.600	570	3	1,1 - 31	14,9
Eisen	mg/l	-	-	6	0,10 - 0,59	0,16	6	0,02 - 1,38	0,26	6	0,03 - 0,09	0,06	4	0,06 - 4,35	1,42	3	0,09 - 0,73	0,42
Mangan	mg/l	-	-	6	0,18 - 0,24	0,20	6	0,01 - 0,12	0,10	6	0,15 - 0,29	0,17	4	0,86 - 1,42	1,04	3	0,32 - 0,38	0,32

PW....Prüfwert MSW....Maßnahmenswellenwert n....Anzahl der Proben n.n....nicht nachweisbar
HETs....heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe Phenole....Summe aus Phenol und Alkylphenole *....Summe der Bestimmungsgrenzen der Einzelsubstanzen

Tab. 9: ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im nördlichen, östlichen und weiteren Abstrom

Parameter	PW	MSW	nördlicher Abstrom						östlicher Abstrom				weiterer Abstrom					
			GW 7-1			KB 6			GW 2-1		GW 1-1		GW 6-1					
			n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	n	Werte	Median	
O ₂	mg/l	-	-	8	<0,1 - 2,3	<0,1	9	0,12 - 3,2	1,0	9	<0,1 - 3,1	<0,1	9	<0,1 - 3,1	<0,1	8	<0,1 - 2,2	<0,1
Redox	mV	-	-	8	-213 - -31	-144	9	-195 - -72	-106	9	-154 - -16	-175	9	-154 - -16	-61	8	-173 - -105	-127
PAK-15	µg/l	0,5	-	8	3,4 - 31	15,0	9	25,2 - 72	48,8	9	12,0 - 107	69,5	9	<0,3* - 2,8	<0,3*	8	<0,3* - 21,8	4,8
Naphtalin	µg/l	1	-	8	<0,02 - 25,4	0,64	9	34,6 - 269	50,9	9	0,17 - 10,2	1,6	9	<0,02 - 0,16	0,08	8	<0,02 - 0,11	0,04
KW-Index	mg/l	0,06	0,1	5	<0,1 - 0,17	<0,1	6	<0,1 - 0,73	0,31	6	<0,1 - 0,16	<0,1	6	<0,1	<0,1	5	<0,1	<0,1
BTEX	µg/l	30	50	5	<2*	<2*	6	<2*	<2*	6	<2 - 16	<2*	6	<2*	<2*	5	<2*	<2*
∑ Phenole	µg/l	-	-	5	<1,4* - 17,0	<1,4*	6	2,5 - 23,0	17,1	6	<1,4 - 3,6	1,5	6	<1,4*	<1,4*	6	<1,4*	<1,4*
∑ HETs	µg/l	-	-	5	0,11 - 14,0	2,0	6	0,17 - 32,0	12,4	6	0,21 - 57,5	35,0	6	<1,7*	<1,7*	6	<1,7*	<1,7*
Eisen	mg/l	-	-	5	0,07 - 0,37	0,33	6	0,05 - 0,46	0,25	6	0,03 - 4,11	0,69	6	0,03 - 0,42	0,18	5	0,12 - 2,29	0,28
Mangan	mg/l	-	-	5	0,13 - 0,26	0,22	6	0,12 - 0,20	0,16	6	0,20 - 0,58	0,44	6	0,11 - 0,14	0,12	5	0,16 - 0,42	0,20

PW....Prüfwert MSW....Maßnahmenswellenwert n....Anzahl der Proben n.n....nicht nachweisbar
HETs....heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe Phenole....Summe aus Phenol und Alkylphenole *....Summe der Bestimmungsgrenzen der Einzelsubstanzen

Generell weist das Grundwasser im ersten Aquifer stark reduzierende Verhältnisse auf (geringe Sauerstoffgehalte, negatives Redoxpotenzial, tw. erhöhte Ammoniumgehalte, kein Nitrat) auf, die elektrischen Leitfähigkeiten liegen in einem Bereich zwischen rund 500 bis 700 µS/cm. Im Bereich der Straße wurden teilweise auch etwas höhere Leitfähigkeiten ermittelt, dies ist vermutlich



auf die Einwirkung von Streusalz zurückzuführen. Alle Analysenergebnisse betreffend Cyanid, Chlornaphthalin, Chlorphenolen und Chlorbenzolen waren unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Alle untersuchten Metalle außer Eisen, Mangan und Arsen lagen generell unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Arsen wurde in Gehalten bis max. 16 µg/l nachgewiesen, eine signifikante räumliche Verteilung ist nicht gegeben. Die Gehalte an gelöstem Mangan und Eisen korrelieren im Wesentlichen reziprok mit dem Redoxpotenzial, lediglich im Bereich der Messstelle GW 4-1 sind deutlich höhere gelöste Eisen- und Mangangehalte nachgewiesen worden. Bei der Messstelle GW 4-1 wurden auch deutlich geringere Sulfatgehalte festgestellt (ca. 5 mg/l gegenüber sonstigen 20 bis 30 mg/l). Tendenziell wurden im Abstrom stark schadstoffbelasteter Bereiche etwas höhere Eisen- und Mangangehalte festgestellt.

Die Ergebnisse der in den Schöpfproben analysierten PAK- und KW-Gehalte weisen teilweise große Schwankungen auf, im Wesentlichen werden die Schadstoffgehalte der Pumpproben bestätigt.

Im zweiten Grundwasserstockwerk ist ein ähnlicher allgemeiner Grundwasserchemismus wie im ersten Aquifer gegeben. Auffallend sind hohe Leitfähigkeiten ($> 1.300 \mu\text{S}/\text{cm}$) bei der Messstelle KB 1. Bei dieser Messstelle sind hohe Chloridgehalte (70 bis 120 mg/l gegenüber sonstigen 10 bis 15 mg/l) und sehr hohe Eisengehalte (bis 9 mg/l) festgestellt worden, Sulfat konnte nicht nachgewiesen werden (generell im Bereich 20 bis 30 mg/l im zweiten Aquifer). Bei der im weiteren Abstrom situierten Messstelle GW 2-2 wurden deutlich reduzierte Sulfatgehalte im Bereich von 3 bis 5 mg/l festgestellt.

Gelöste Schadstoffgehalte wurden im zweiten Aquifer vor allem bei der Messstelle GW 4-2 nachgewiesen. In diesem Bereich wurden PAK-Gehalte (PAK-15) zwischen 6 bis 56 µg/l sowie Naphthalingehalte zwischen 1 bis 38 µg/l nachgewiesen, in den Schöpfproben wurden zum Teil noch höhere PAK-Gehalte analysiert. Die Gehalte an aliphatischen Kohlenwasserstoffen (KW-Index) waren eher gering, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wurden bei einem Termin mit 20 µg/l nachgewiesen. Bei allen anderen Messstellen wurden im zweiten Aquifer gelöste Schadstoffe nur in Spuren nachgewiesen. Aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, Cyanide, Chlornaphthalin, Chlorphenole, Chlorbenzole sowie alle untersuchten Metalle außer Arsen waren bei allen Proben aus dem zweiten Aquifer unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Arsen wurde ähnlich dem ersten Aquifer teilweise in geringen Gehalten bis max. 16 µg/l nachgewiesen.

Das Grundwasser im dritten Aquifer weist etwas weniger reduzierende Verhältnisse als die ersten beiden Grundwasserstockwerke auf, die gelösten Sauerstoffgehalte liegen im Bereich von rund 3 bis 5 mg/l. An Schadstoffen wurden vereinzelt Spuren an Naphthalin bis 0,25 µg/l (0,8 µg/l in einer Schöpfprobe) nachgewiesen, vor allem im Bereich der Messstelle GW 2-3. Alle sonstigen untersuchten Schadstoffe waren unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen.

Im September 2011 wurden an acht Grundwassermessstellen des ersten Aquifers und an der Messstelle GW 4-2 im zweiten Aquifer achtstündige Pumpversuche mit Probenahmen unmittelbar nach Beginn sowie nach 1, 2, 4 und 8 Stunden durchgeführt. Die Entnahmemengen lagen zwischen 0,6 bis 1,6 l/s, die näherungsweise berechneten Einzugsbreiten nach achtstündigem Pumpbetrieb sind in Tab. 10 dargestellt.



Tab. 10: geschätzt Einzugsbreiten während der Pumpversuche

	GW 1-1	GW 2-1	GW 3-1	GW 6-1	GW 7-1	KB 5	KB 6	S West	GW 4-2
Entnahmemenge [l/s]	1,5	1,5	0,6	1,6	1,6	1,6	1,0	1,5	1,4
GW-Mächtigkeit [m]	5,52	7,42	1,61	8,88	3,01	4,01	1,93	2,92	6,9
Entnahmebreite [m]	6,7	5,8	7,9	5,5	9,1	8,2	9,3	9,3	5,8

In den folgenden Abbildungen ist die Entwicklung der PAK-Gehalte (PAK-16 und Naphthalin) in Abhängigkeit der Lage der untersuchten Messstellen dargestellt.

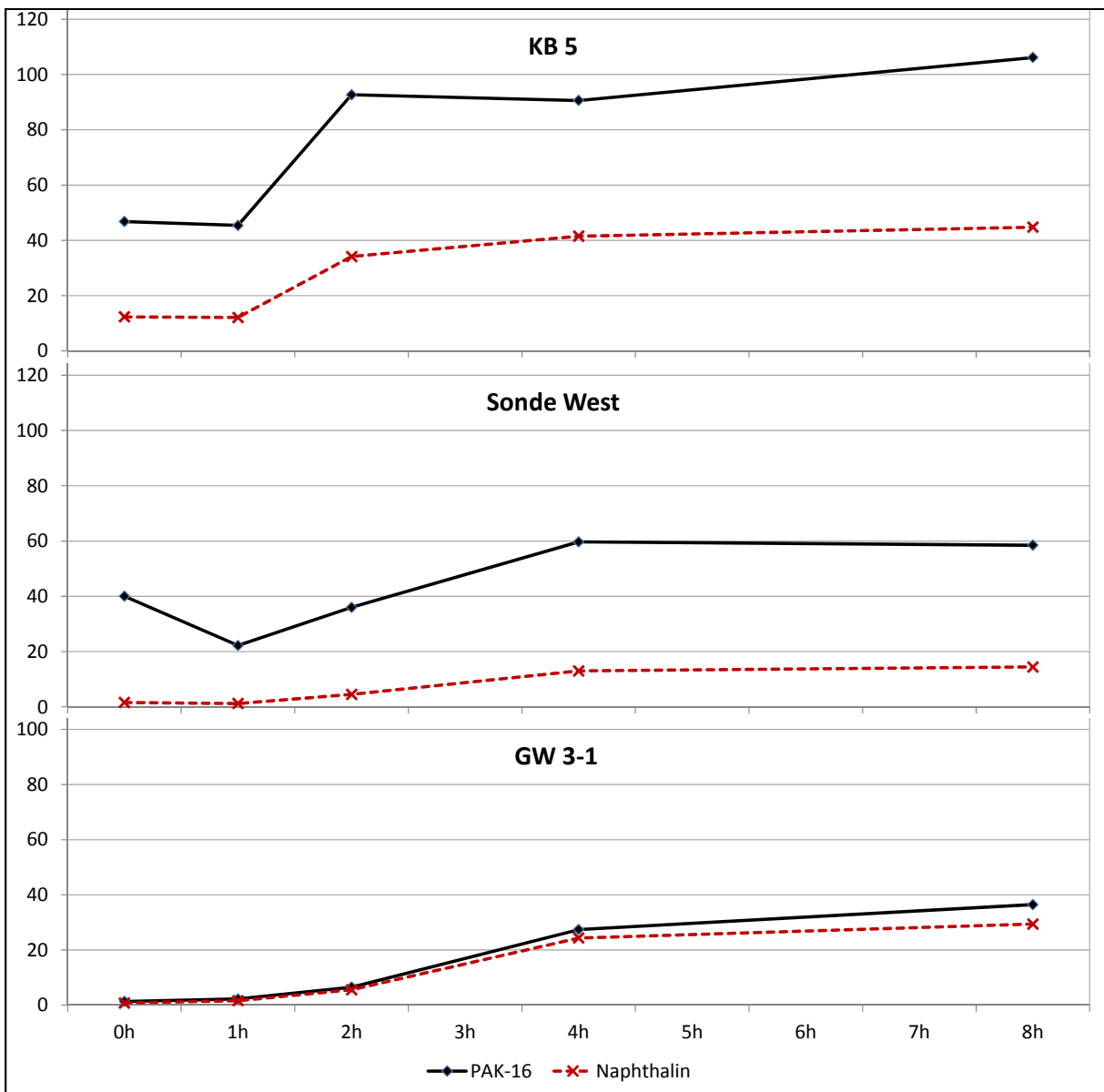


Abb.7: Ergebnisse der Pumpversuche im westlichen Abstrom



Bei allen drei Messstellen waren leicht steigende Gehalte im Laufe der Pumpversuche zu verzeichnen, bei der Messstelle GW 3-1 nach ca. zwei Stunden Pumpdauer deutlich ansteigende Gehalte. Anhand der Zusammensetzung der gelösten PAK ist davon auszugehen, dass die Messstelle GW 3-1 nicht nur den Abstrom des westlichen Kontaminationsbereiches erfasst, sondern im Randbereich der Schadstofffahne des Hauptkontaminationsbereiches (GW 4-1) liegt und mit fortschreitender Pumpdauer diesen erfasst.

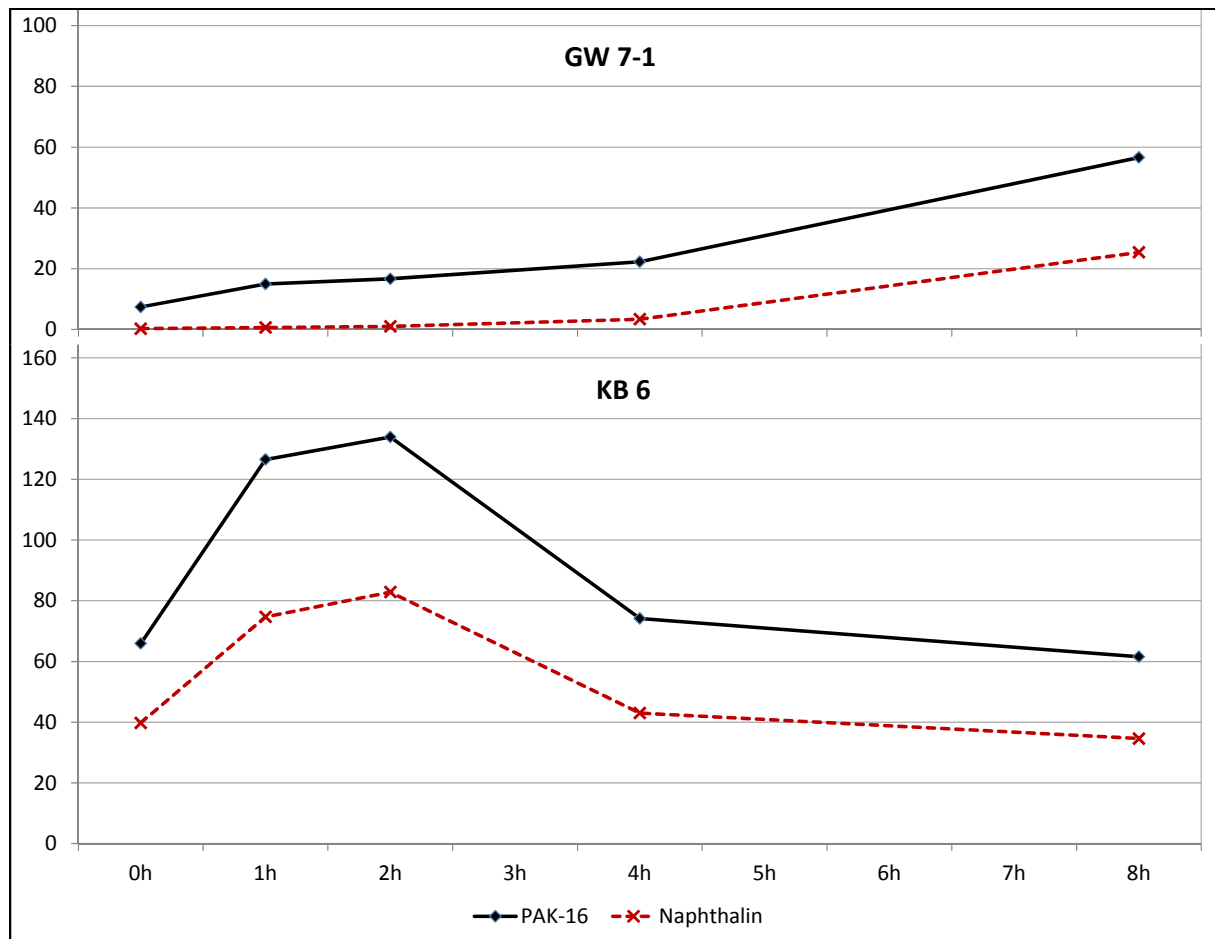


Abb.8: Ergebnisse der Pumpversuche im nördlichen Abstrom

Anhand des Verlaufs sowie der Zusammensetzung der gelösten PAK ist anzunehmen, dass die Messstelle GW 7-1 den weiteren Abstrom einer Schadstofffahne aus dem Bereich unterhalb der Gleisstrasse erfasst und mit fortschreitender Pumpdauer auch den Randbereich der Schadstofffahne aus dem Hauptkontaminationsbereich (GW 4-1) erfasst.

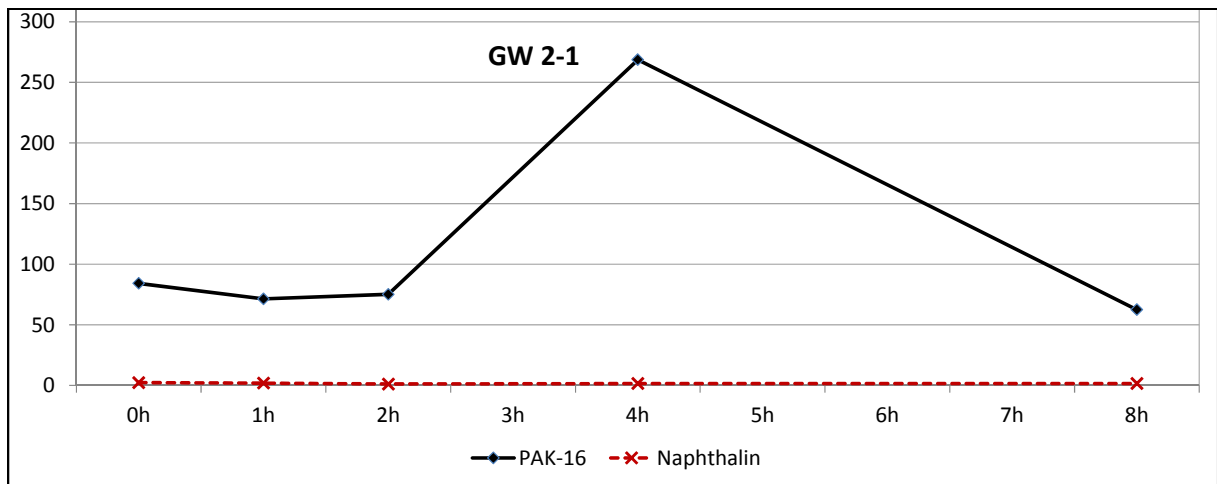


Abb.9: Ergebnisse der Pumpversuche im östlichen Abstrom

Sowohl bei den normalen Pumpprobenahmen als auch beim Pumpversuch wurden bei der Messstelle GW 2-1 PAK-Konzentrationen zwischen rund 30 bis 80 µg/l mit einem sehr geringen Anteil an Naphthalin festgestellt. Überwiegende Einzelsubstanz war Acenaphthen.

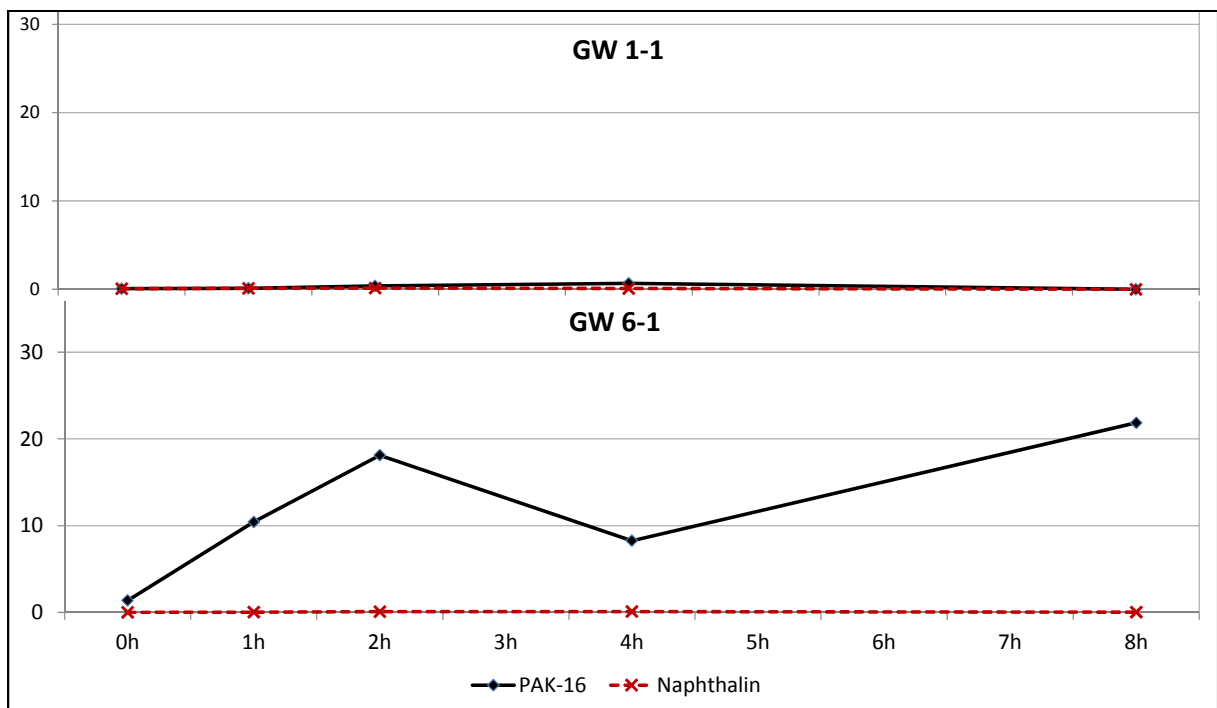


Abb.10: Ergebnisse der Pumpversuche im weiteren östlichen Abstrom

Bei der Messstelle GW 6-1 wurde im Zuge des Pumpversuchs eine deutlich Zunahme der PAK-Konzentrationen festgestellt, diese Messstelle dürfte sich im Randbereich der Abstromfahne befinden. Die Zusammensetzung der PAK-Einzelsubstanzen zeigte eine deutliche Dominanz von Acenaphthen, Naphthalin wurde nur in Spuren bis max. 0,11 µg/l nachgewiesen. Bei der Messstelle GW 1-1 wurden auch im Zuge der Pumpversuche nur Spuren an PAK nachgewiesen.

In Abb.11 sind die PAK-Belastungen des ersten Aquifers sowie die Entwicklung der PAK-Gehalte im Rahmen der 8-stündigen Pumpversuche dargestellt.

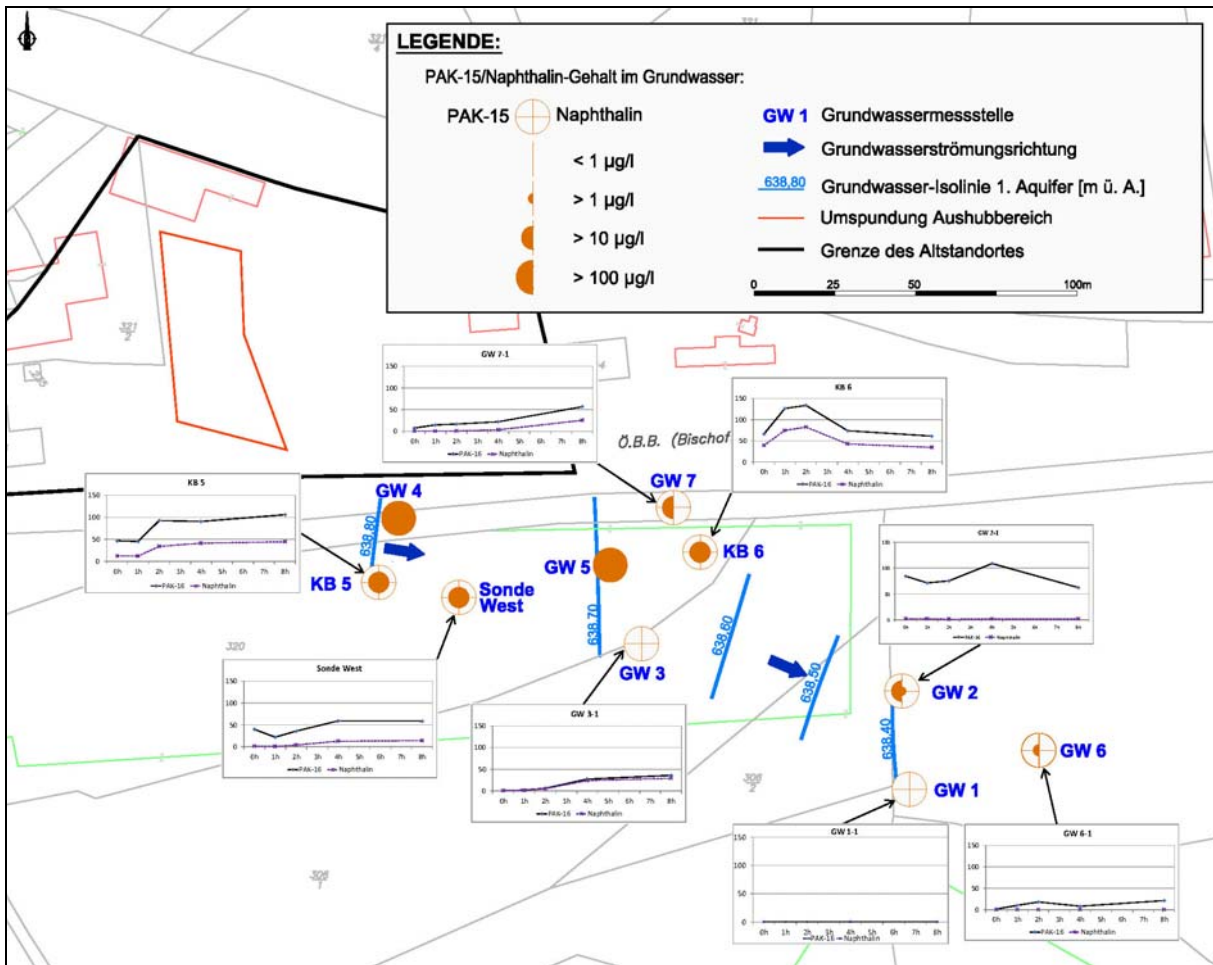


Abb.11: Darstellung der PAK-Belastungen des ersten Aquifers und Konzentrationsverlauf der 8-stündigen Pumpversuche

Zur besseren Abschätzung der PAK-Belastungen im zweiten Aquifer wurde auch in der Messstelle GW 4-2 ein 8-stündiger Pumpversuch durchgeführt. Die Ergebnisse (vgl. Abb.12) bestätigen, dass die Kontaminationen kein ein Bohrartefakt sind, sondern lokale Belastungen des zweiten Grundwasserstockwerks vorliegen.

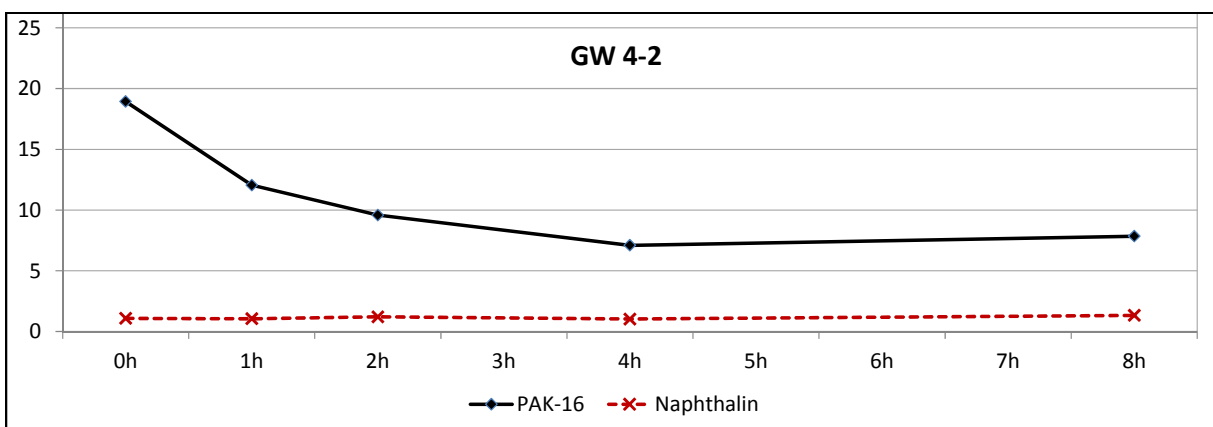


Abb.12: Ergebnisse des Pumpversuchs im zweiten Aquifer



4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Im Bereich des Altstandortes „Schwellenimprägung Stainach“ wurden auf einer Fläche von rund 15.000 m² vermutlich etwa zwischen 1882 bis 1906 Bahnschwellen imprägniert. Als Imprägniermittel wurde Teeröl eingesetzt, es wird vermutet, dass die Imprägnierung auch mittels mobiler Anlagen durchgeführt wurde. Nähere Angaben zu Anlagenteilen, Menge und Art der eingesetzten Imprägniermittel sowie Dauer der Imprägnierung sind nicht bekannt. In den 70-iger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden im Bereich des Gleisdreiecks Verunreinigungen des Untergrundes mit Teerölen festgestellt und 1995 ein Teil der Verunreinigungen durch Aushubmaßnahmen auf einer Fläche von rund 1.500 m² entfernt.

In den 90-iger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden im Bereich der Verladerampe die höchsten PAK-Kontaminationen vorgefunden und bis zu einer Tiefe von rund 7 m unter GOK ausgehoben. Vor allem unmittelbar östlich des Aushubbereiches sind auch aktuell noch oberflächennahe Kontaminationen auf einer Fläche von rund 1.500 m² vorhanden. Zum Teil sind auch tieferliegende Kontaminationen etwa in der Höhenlage des ersten Stauers im Bereich des Altstandortes vorhanden. Diese tieferreichenden stärker kontaminierten Bereiche können mit rund 600 m² westlich sowie rund 300 und 200 m² östlich des Aushubbereiches abgegrenzt werden (vgl. Abb.13). Aufgrund des lokal sehr wechselhaften Untergrundaufbaues können die Eintragsstellen und Ausbreitungswege der Kontaminationen nur ansatzweise nachvollzogen werden, weitere lokale Kontaminationsbereiche sind nicht auszuschließen. Grundwasser wurde im Bereich des Gleisdreiecks erst in größerer Tiefe angetroffen und entspricht dem zweiten Grundwasserstockwerk, der erste Aquifer ist im Bereich des Gleisdreiecks nicht ausgebildet.

Ausgehend von stark kontaminierten Bereichen mit Teerölphase im südlichen Teil des Gleisdreiecks hat sich die Teerölphase am Stauer des ersten Aquifers unterhalb der Bahnstrecke Richtung Bischofshofen nach Süden und Südosten ausgebreitet. Entsprechend der Morphologie des Stauers hat sich die Kontamination westlich und östlich einer Stauerhochlage („Staurücken“) ausgebreitet. Im westlichen Bereich ist anzunehmen, dass eine geringmächtige Teerölphase auf einer Fläche von rund 450 m² vorliegt. Östlich des Staurückens wurde Phase auf einer Fläche von rund 300 m² festgestellt, die in der Messstelle GW 4-1 gemessene Phasenmächtigkeit beträgt rund 70 cm. Etwa 30 m ost-südöstlich beginnt ein Bereich mit einer geringmächtigen Teerölphase, die sich in weiterer Folge entsprechend einer steiler abfallenden Staueroberfläche weiter Richtung Südosten ausgebreitet hat (vgl. Abb.13). Im Bereich des steiler abfallenden Stauers wurden bei den Aufschlüssen Phasenmächtigkeiten von rund 80 bis 100 cm festgestellt. Das Ende dieses Bereiches mit Teerölphase kann rund 100 m abstromig der Messstelle GW 5 angenommen werden, insgesamt kann die Fläche mit rund 1.400 m² abgeschätzt werden. Aufgrund der Phasenmächtigkeit und dem mit ca. 8 % sehr steil abfallenden Stauer kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Teerölphase noch weiter ausbreitet.

In Tab. 11 ist dargestellt, in welchem Ausmaß die vorgefundenen Bereiche mit Teerölphase abgeschätzt werden können.

Tab. 11: Abschätzung der Bereiche mit Teerölphase

Annahme:	Gleisdreieck West	Gleisdreieck Ost	unterhalb Gleiskörper	Abstrom West	Abstrom Ost	weiterer Abstrom	gesamt
20% Porenvolumen							
Phasenmächtigkeiten [cm]	50 bis 120	30 (OF-nah)	unbekannt	30 bis 40	rund 50	10 bis 100	-
Fläche [m ²]	300	100	ca. 1.200	450	300	1.400	rd. 3.800
Volumen mit Phase [m ³]	250	30	600	150	150	900	2.080
Menge Teeröl [l]	50.000	6.000	120.000	30.000	30.000	180.000	416.000

Anhand der Untersuchungsergebnisse kann daher insgesamt eine Teerölmenge von rund 420.000 Liter verteilt auf eine Fläche von rund 3.800 m² abgeschätzt werden. Aufgrund der sehr heterogenen Untergrundverhältnisse sowie der fehlenden Erkundung des Untergrundes im Bereich der Gleistrasse ist die Abschätzung mit großen Unsicherheiten behaftet. Eine deutlich größere Ausdehnung der Phasenbereiche kann aufgrund der zahlreichen organoleptisch sauberen Bohrungen im Umkreis jedoch weitgehend ausgeschlossen werden, sofern keine weiträumige Ausbreitung entlang lokal kleinräumiger Rinnenstrukturen des Stauers stattgefunden hat.

In Abb.13 sind die unterschiedlichen Bereiche mit Teerölphase sowie erheblich kontaminierter Untergrundbereiche dargestellt.

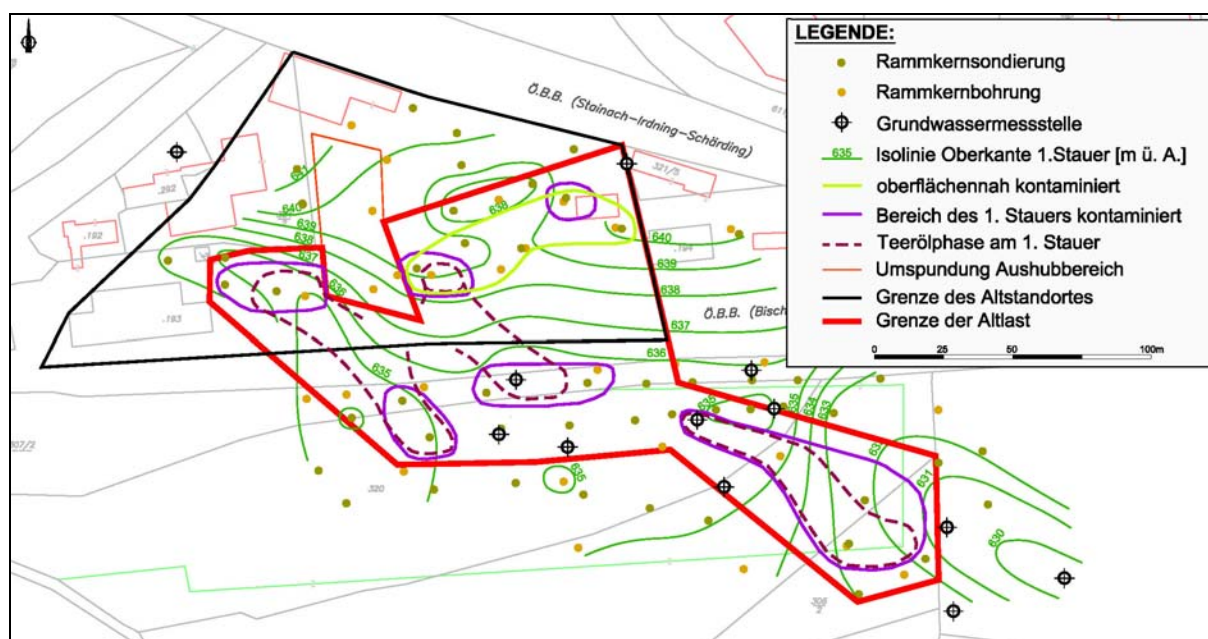


Abb.13: Darstellung der erheblich kontaminierten Untergrundbereiche

Ausgehend von den Bereichen mit Teerölphase sowie der erheblich kontaminierten Untergrundbereiche haben sich im Grundwasser Schadstofffahnen mit gelösten Schadstoffen ausgebildet. Im Wesentlichen ist das Grundwasser mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen belastet. Die Kontaminationen mit heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen liegen in einem deutlich geringeren Konzentrationsbereich, korrelieren mit den PAK-Belastungen und können als Begleitkontamination bewertet werden. Belastungen mit Phenolen und aromatischen Kohlenwasserstoffen wurden nur bei der Messstelle GW 4-1 nachgewiesen und können als untergeordnet bewertet werden.

Bei der Messstelle GW 4-1 im direkten Phasenbereich (Phasenmächtigkeit rund 70 cm) wurden mit mehreren tausend µg/l gelöste PAK die höchsten Konzentrationen gemessen, Hauptkontaminant war mit 73 bis 85 % Anteil Naphthalin. Im Abstrom dieses Schadensbereiches und beim Beginn des abströmigen Phasenkörpers (GW 5-1) wurden polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in einer Größenordnung von einigen hundert µg/l festgestellt, Hauptkontaminant war ebenfalls Naphthalin (60 bis 80 % Anteil) sowie Acenaphthen in relevantem Anteil (15 bis 26 %). Die etwas weiter abstromig situierte Messstelle KB 6 weist etwa die gleiche Zusammensetzung der PAK auf (etwas geringere Naphthalinanteile bei etwas höheren Acenaphthenanteilen), die Konzentrationen waren mit rund 60 bis 200 µg/l geringer.



Im direkten Abstrom des Phasenkörpers (Messstelle GW 2-1) wurden gelöste PAK im Bereich von rund 30 bis 100 µg/l nachgewiesen. Hauptkontaminant war Acenaphthen mit einem Anteil zwischen 38 bis 90 % (im Mittel 79 %), Naphthalin war im Bereich von 0 bis 46 % (im Mittel 7 %) vertreten. Im weiteren Abstrom (Messstelle GW 6-1) wurden PAK-Gehalte nur mehr in Spuren bis 1,4 µg/l nachgewiesen, im Zuge des 8-stündigen Pumpversuchs (vgl. Abb.10) war jedoch ein deutlicher Anstieg der Konzentrationen bis 22 µg/l zu verzeichnen. Hauptkontaminant war Acenaphthen mit Anteilen zwischen rund 66 bis 96 % (im Mittel 80 %), im Zuge der Pumpversuche wurde auch ein Anteil von Anthracen von rund 10 bis 28% nachgewiesen. Naphthalin war im weiteren Abstrom bis auf einen abweichenden Wert nur in sehr geringen Gehalten unter 1 % vertreten.

Die Messstelle GW 7-1 befindet sich anhand der Ergebnisse des 8-stündigen Pumpversuchs (vgl. Abb.8) im Randbereich der Schadstofffahne. Auf Basis des Konzentrationsniveaus (rund 3 bis 18 µg/l PAK) und der Zusammensetzung der PAK (82 bis 99 % Acenaphthen) ist zu vermuten, dass die Messstelle GW 7-1 im Abstrom einer Schadstofffahne aus dem Bereich des Gleiskörpers liegt.

Im Abstrom des westlichen Phasenbereichs (KB 5 und Sonde West) wurden gelöste PAK-Gehalte zwischen rund 30 bis 40 µg/l festgestellt, der Anteil von Naphthalin ist von der Messstelle KB 5 bis Sonde West sinkend, jener an Acenaphthen steigend. Die Analysenergebnisse aus der Messstelle GW 3-1 rund 100 m abstromig des Phasenbereichs zeigen nur mehr sehr geringe PAK-Gehalte.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich im Grundwasser vor allem aus den Bereichen mit Teerölphase Schadstofffahnen unterschiedlicher Konzentrationen und Zusammensetzungen ausgebildet haben. Hohe Naphthalingehalte sind vorwiegend im Nahbereich der Phasenpools gegeben, im Verlauf der Grundwasserströmung ist im Abstrom eine Verschiebung der PAK-Zusammensetzung hin zu Acenaphthen zu verzeichnen. In Tab. 12 und Tab. 13 sind die prozentuellen Anteile der relevanten im Grundwasser gelösten PAK dargestellt, die Messstellen GW 3-1 und GW 1-1 sind aufgrund der geringen Konzentrationen dabei nicht berücksichtigt.

Tab. 12: prozentuelle Zusammensetzung der gelösten PAK

	westlicher Abstrom						Kontaminationsbereich					
	KB 5			Sonde West			GW 4-1			GW 5-1		
	von	bis	MW	von	bis	MW	von	bis	MW	von	bis	MW
Naphthalin	29,59	65,46	43,10	0,00	51,34	22,00	73,17	85,60	77,75	59,64	80,39	68,08
Acenaphthylen	0,00	2,58	1,29	0,00	3,14	1,17	0,43	0,52	0,46	0,50	1,15	0,81
Acenaphthen	22,40	49,00	35,79	44,81	71,93	56,36	6,80	9,39	8,58	15,18	26,35	20,94
Fluoren	9,85	20,52	14,87	1,31	15,71	5,33	1,76	9,19	5,65	1,57	8,55	5,10
Phenanthren	0,00	8,08	3,10	0,00	24,72	6,97	2,61	6,75	4,35	2,28	6,07	4,16
Anthracen	0,13	3,58	1,12	0,28	15,87	6,11	0,22	1,81	1,12	0,04	2,07	0,72
Fluoranthren	0,15	1,37	0,70	0,35	3,01	1,80	0,79	2,16	1,20	0,04	0,34	0,17



Tab. 13: prozentuelle Zusammensetzung der gelösten PAK

	nördlicher Abstrom						östlicher Abstrombereich					
	KB 6			GW 7-1			GW 2-1			GW 6-1		
	von	bis	MW	von	bis	MW	von	bis	MW	von	bis	MW
Naphthalin	51,09	78,92	66,16	0,00	7,46	3,44	0,24	46,03	7,28	0,00	11,94	2,06
Acenaphthylen	0,53	1,36	1,00	0,00	2,58	1,43	0,00	5,35	2,54	0,00	2,65	0,86
Acenaphthen	16,86	34,01	24,53	81,78	99,09	90,57	38,05	90,21	79,20	66,15	96,40	79,99
Fluoren	0,95	5,56	2,84	0,00	0,57	0,19	0,00	1,85	0,28	0,00	11,94	1,88
Phenanthren	1,74	7,37	3,71	0,00	7,60	3,49	0,00	6,51	1,13	0,00	0,14	0,02
Anthracen	0,00	4,94	1,27	0,00	0,34	0,11	0,53	30,84	4,86	0,00	28,00	11,68
Fluoranthen	0,03	1,23	0,45	0,00	0,86	0,44	2,37	5,98	3,91	2,18	4,48	3,42

Eine Abschätzung der mit dem Grundwasser transportierten Schadstofffrachten ergibt die in Tab. 14 dargestellten Mengen.

Tab. 14: Abschätzung der Schadstofffrachten im Grundwasser

Angaben in g/d	erhebl. Fracht	Abstrom West (KB 5)			Fahnenmitte (GW 3-1, 5-1, 7-1, KB 6)			Abstrom (GW 1-1, 2-1)			weiterer Abstrom (GW 6-1)		
		DG 2	DG 3	DG 4	DG 2	DG 3	DG 4	DG 2	DG 3	DG 4	DG 2	DG 3	DG 4
PAK-15	0,5	0,75	0,78	1,4	4,1	3,2	5,5	1,7	0,43	2,3	0,02	<0,01	0,79
Naphthalin	1	1,4	0,70	1,0	15,8	5,3	7,8	0,11	0,37	0,06	<0,01	<0,01	<0,01
Σ HETs	-	0,38	0,05	1,4	0,03	0,42	1,4	0,01	0,01	1,1	<0,01	<0,01	0,47
KW-Index	50	<1	7,1	9,4	2,4	32,4	22,9	<1	<1	3,8	<1	<1	<1

Im Abstrombereich des westlichen Phasenbereichs sind erhebliche gelöste PAK- Schadstofffrachten im Grundwasser vorhanden, das Verhältnis Naphthalin zu PAK-15 ist etwa ausgeglichen. Im Bereich des beginnenden abstromigen Phasenbereichs sind die abströmenden Frachten an PAK-15 und Naphthalin als groß zu bewerten. Auch im direkten Abstrom der Teerölphase strömt noch eine erhebliche Fracht an PAK mit dem Grundwasser ab, der Anteil an Naphthalin ist als untergeordnet zu bewerten. Im weiteren Abstrom (rund 50 m abströmig des Phasenendes) sind nur noch geringe abströmende Schadstofffrachten zu verzeichnen, im Zuge des Pumpversuchs wurden jedoch steigende Gehalte festgestellt und insgesamt eine erheblich Fracht an PAK-15.

Im Hauptschadensbereich (GW 4-1) wurden generell sehr große abströmende Schadstofffrachten an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK-15 zwischen 23 bis 42 g/d, Naphthalin zwischen 72 bis 113 g/d) sowie erhebliche Frachten an Mineralölkohlenwasserstoffen (KW-Index zwischen 100 bis 200 g/d) und heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (rund 9 g/d) festgestellt.

Bei Annahme einer durchschnittlichen Zusammensetzung von Steinkohleteeröl (ca. 85 % polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dichte 1,1 g/cm³; Quelle: Leitfaden Natürliche Schadstoffminderung bei Teeröllastlasten, KORA-Themenverbund 2, Oktober 2008) ergibt sich eine theoretische PAK-Menge von rund 390 to. Eine Summierung der mit dem Grundwasser in gelöster Form transportierten PAK-Menge ergibt aktuell rund 50 kg/a. Unter Vernachlässigung einer üblicherweise exponentiellen Abnahme der Auswaschungsvorgänge ergibt sich rein rechnerisch ein Zeitraum von rund 8.000 Jahren bis zu einem vollständigen Abtransport der in der Teerölphase enthaltenen Schadstoffe. Tatsächlich ist mit einem längeren Zeitraum zu rechnen,



zudem ist davon auszugehen, dass nicht mehr mobile Restbelastungen auf unbestimmte Zeit im Untergrund verbleiben.

Die Belastungen des zweiten Grundwasserstockwerks sind als lokale Belastungen im Nahbereich der Eintragsstellen zu bewerten, eine weitere Ausbreitung wurde nicht festgestellt und ist auch zukünftig nicht zu erwarten. Im dritten Grundwasserstockwerk wurde keine Beeinflussung der Qualität festgestellt, aufgrund der hydrogeologischen Situation ist auch zukünftig keine Gefahr für das Grundwasser des dritten Aquifers gegeben.

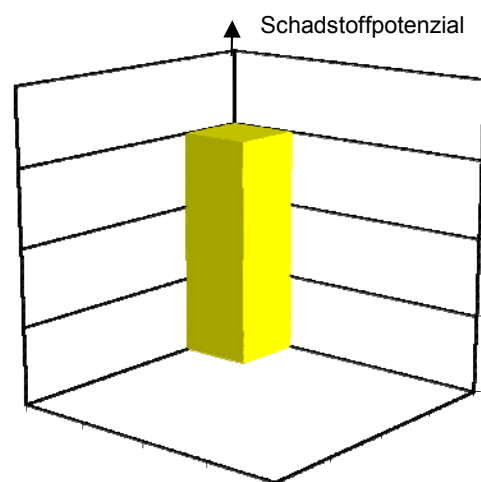
Zusammenfassend zeigen die Untersuchungen, dass sich im Untergrund ausgehend von Eintragsstellen im Bereich des Altstandortes eine Teerölphase entlang des ersten Stauers ausgebreitet hat. Entsprechend den heterogenen Untergrundverhältnissen und der Struktur des Stauers haben sich auch unterhalb der Gleistrasse und südlich des Gleisdreiecks mehrere Bereiche mit Teeröl in Phase auf einer Fläche von insgesamt rund 3.800 m² ausgebreitet. Die Teerölmenge im Untergrund kann auf rund 420.000 Liter geschätzt werden. Im Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser des ersten Grundwasserstockwerks massiv mit teeröltypischen Schadstoffen (vor allem polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen) belastet, im Grundwasserabstrom sind vor allem Belastungen mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen gegeben. Die abströmenden Schadstofffrachten an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (v.a. Acenaphthen) sind erheblich, die Länge der Schadstofffahne kann auf rund 100 bis 150 m geschätzt werden. Aufgrund der teils mächtigen Teerölphase und dem steil abfallenden Stauerrelief kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Teerölphase noch weiter ausbreitet und sich mittel- bis langfristig auch eine längere Schadstofffahne ausbildet. Die erheblich kontaminierten Bereiche (vgl. Abb.13) stellen eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Maßgebliches Schutzgut für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung ist das Grundwasser. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung können wie folgt zusammengefasst werden:

5.1 Schadstoffpotenzial: groß (2)

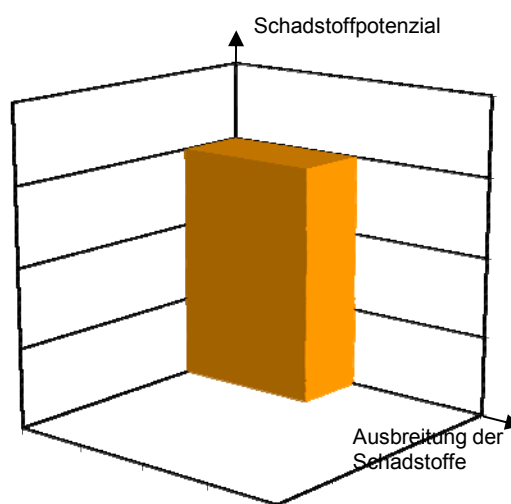
Im Bereich des Altstandortes wurden etwa von 1882 bis 1906 Bahnschwellen mit Teeröl imprägniert. Ausgehend von Eintragsstellen im Bereich des Altstandortes hat sich am Stauer des ersten Grundwasserstockwerks eine Teerölphase ausgebreitet. Im Bereich des Altstandortes sind rund 2.500 m³ westlich und 5.000 m³ östlich des ehemaligen Aushubbereiches stark kontaminiert, Grundwasser ist im Bereich des Gleisdreiecks nicht vorhanden. Die Teerölphase hat sich entsprechend der heterogenen Untergrundverhältnisse und der Struktur des Stauers auf einer Fläche von insgesamt rund 3.800 m² in zumin-



dest drei nicht zusammenhängenden Bereichen bis in eine Entfernung von rund 180 m des Altstandortes ausgebreitet. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe weisen aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften eine hohe Stoffgefährlichkeit auf. Insgesamt kann der mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen erheblich verunreinigte Untergrund im Bereich des Altstandortes und dem Abstrombereich mit rund 15.000 m³ abgeschätzt werden, davon ca. 420.000 Liter Teeröl. Die im Untergrund vorhandene Schadstoffmenge an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen kann mit rund 400 t abgeschätzt werden. Insgesamt ergibt sich ein großes Schadstoffpotenzial.

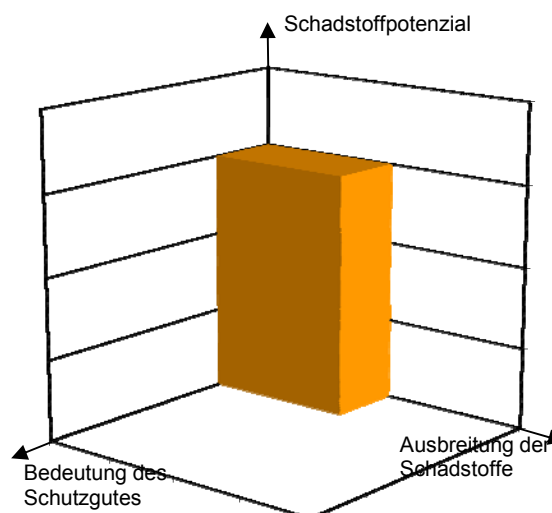
5.2 Schadstoffausbreitung: begrenzt (2)

Im Bereich der Teerölphase ist das Grundwasser massiv mit PAK und anderen teeröltypischen Schadstoffen belastet. Abstromig der Teerölphase sind im Grundwasser vor allem Belastungen mit Acenaphthen und untergeordnet auch mit anderen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen gegeben. Die mit dem Grundwasser transportierte gelöste Schadstofffracht an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen kann mit rund 0,5 bis 3,5 g/d für PAK-15 abgeschätzt werden und ist als erheblich zu bewerten, die abströmenden Schadstofffrachten an Naphthalin sind gering. Die Länge der aktuellen Schadstofffahne kann mit rund 100 bis 150 m abgeschätzt werden. Aufgrund der teils mächtigen Teerölphase und dem steil abfallenden Stauerrelief kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Teerölphase noch weiter ausbreitet und sich mittel- bis langfristig auch eine längere Schadstofffahne ausbildet. Aufgrund Alter und Art der Schadstoffe sowie der hydrogeologischen Randbedingungen ist eine Ausbreitung der Schadstofffahne auf maximal 300 m zu erwarten. Der erheblichen Schadstofffracht und der langen Schadstofffahne entsprechend ist die Schadstoffausbreitung insgesamt als begrenzt zu beurteilen.



5.3 Bedeutung des Schutzgutes: nutzbar (1)

Das Grundwasser des ersten Grundwasserstockwerkes ist grundsätzlich quantitativ nutzbar, das Grundwasserdargebot ist gering. Weder im Bereich des Altstandortes noch im mittelbaren Abstrom sind Grundwassernutzungen vorhanden. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung sowie des geringen Dargebots sind auch zukünftig keine Grundwassernutzungen des ersten Grundwasserstockwerkes im Abstrom zu erwarten. Das zweite Grundwasserstockwerk ist mit einem Dargebot von rund 0,03 m³/m,d sehr unergiebig, es bestehen keine Nutzungen und sind auch zukünftig nicht zu erwarten.





5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: (3)

Entsprechend der Bewertung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und den im Altlastensanierungsgesetz § 14 festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt die Einstufung in die Prioritätenklasse 3 vor.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG DES ALTSTANDORTES

Derzeit wird der Altstandort zum Teil gewerblich und zum Teil landwirtschaftlich genutzt. Unabhängig von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen sind bei der Nutzung des Standortes zumindest folgende Punkte zu beachten:

- Das Grundwasser des ersten Grundwasserstockwerks im Bereich der Teerölphase und im Abstrom ist nicht zur Nutzung als Trinkwasser geeignet. Bei einer Nutzung des Grundwassers als Brauchwasser wäre die Eignung in Abhängigkeit der tatsächlichen Kontaminationen und der Nutzungsart zu bewerten.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen muss die Art der Ableitung der Niederschlagswässer eingehend untersucht werden. Eine erhöhte Mobilisierung von Schadstoffen und ein erhöhter Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser durch Versickerungen muss ausgeschlossen werden.
- Im gesamten Bereich des Altstandortes und auch darüber hinaus ist mit lokalen Kontaminationen des Untergrundes zu rechnen. Die bei Tiefbauarbeiten ausgehobenen Abfälle müssen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechend behandelt bzw. entsorgt werden.
- Durch eine Änderung der Nutzung dürfen sich keine neuen Gefahrenmomente ergeben und der Umweltzustand nicht verschlechtert werden (z.B. zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen).

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Auf Grund der Eigenschaften der Schadstoffe, der Standortverhältnisse, der Verteilung der Schadstoffe im Untergrund (dreidimensionales Schadensbild) sowie der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sind bei der Definition des Sanierungszieles insbesondere folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Im Grundwasserabstrom ist in den ersten beiden Grundwasserstockwerken keine Nutzung des Grundwassers für Trinkwasserzwecke vorhanden oder zu erwarten.
- Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass aktuell noch eine Ausbreitung der Teerölphase stattfindet.
- Das Schadstoffpotenzial im Bereich des Altstandortes ist in zweckmäßigem Umfang so weit zu reduzieren, dass mittel- bis langfristig (innerhalb von 25 Jahren) die Schadstoffkonzentrationen



onen im Grundwasser auf ein tolerierbares Maß sinken und eine Verwendung des Grundwassers als Nutzwasser uneingeschränkt möglich ist.

Die Festlegung der standortspezifischen Sanierungszielwerte sollte unter Beachtung der beschriebenen Gesichtspunkte erfolgen. Sanierungszielwerte sind für die relevanten Schadstoffe (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe und ggf. weitere toxikologisch relevante Schadstoffe) zu definieren. Darüber hinaus müssen dazu auch die notwendigen Maßnahmen zur Überwachung der Sanierung (z.B. Probenahmestellen; Art der Probenahme; Zeitpunkt und Häufigkeit der Probenahmen; anzuwendende Analyseverfahren) sowie Auswertungsregeln für die Messwerte (z.B. Unterschreitung des Sanierungszielwertes über zumindest ein halbes Jahr an jeder untersuchten Grundwasserprobe) eindeutig nachvollziehbar konkretisiert werden.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

In Zusammenhang mit der Durchführung einer Variantenstudie und in Zusammenhang mit dem vom Lebensministerium im Jahr 2009 veröffentlichten „Leitbild Altlastenmanagement“ (insbesondere Leitsätze 4 und 5) wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Dem Schadensbild entsprechend ist auf einer nicht zusammenhängenden Fläche von insgesamt rund 3.800 m² eine Teerölphase im Ausmaß von rund 420.000 Liter Teeröl am ersten Grundwasserstauer vorhanden.
- Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Teerölphase im östlichen Randbereich nicht stationär ist und sich entsprechend dem stark fallenden Stauerrelief noch weiter ausbreitet.
- Es ist anzunehmen, dass auch unter der Bahntrasse Richtung Bischofshofen Teeröl in Phase vorliegt.
- Aufgrund der geogen bedingten Milieubedingungen des Grundwassers scheint ein natürlicher Abbau der relevanten Schadstoffe nur eingeschränkt möglich, es sollten Möglichkeiten zur Verbesserung der Abbauleistung geprüft werden.
- Entsprechend dem Schadensbild und den Standortverhältnissen erscheinen sowohl Dekontaminations- als auch Sicherungsmaßnahmen bzw. Kombinationen möglich.

DI Helmut Längert e.h.



Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Ölaustritt beim Verladebahnhof Stainach - Beweissicherungsanalysen; Graz, Dezember 1977
- Österreichische Bundesbahnen, Bahnhof Stainach, Verunreinigung durch Teerstoffe; Graz, Mai 1988
- Analysenberichte von Boden- und Wasserproben aus dem Zeitraum von 1990 bis 1991
- ÖBB-Verladebahnhof Stainach, Verunreinigung mit Teerölprodukten - Bericht über geologische und hydrogeologische Erkundungsarbeiten; Salzburg, Oktober 1991
- Geophysikalische und geomechanische Untersuchung Bahnhofsareal Stainach-Irdning; Wien, November 1991
- Bericht betreffend die Teilsanierung der Altlast auf dem Gelände des Frachtenbahnhofes Stainach Irdning - April bis Juni 1995; Graz, September 1995
- Altlast ST 16 „Schwellenimprägung Stainach“, Weiterführende Untersuchungen gemäß § 14 Altlastensanierungsgesetz, 1., 2. und 3. Zwischenbericht; Linz, Mai 2008, September 2010, August 2011
- Altlast ST 16 „Schwellenimprägung Stainach“, Weiterführende Untersuchungen gemäß § 14 Altlastensanierungsgesetz, Endbericht; Linz, Juni 2012
- Leitfaden Natürliche Schadstoffminderung bei Teerölaltlasten, KORA-Themenverbund 2, Oktober 2008 (www.natural-attenuation.de)
- Leitbild Altlastenmanagement, sechs Leitsätze zur Neuausrichtung der Beurteilung und Sanierung von kontaminierten Standorten; Wien, Mai 2009
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten - Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1. September 2004

Die Unterlagen bis zum Jahr 1995 wurden vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung und den Österreichischen Bundesbahnen zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungen in den Jahren 2008 bis 2012 wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.