

24. April 2013

Altlast K 22 „Lederfabrik Neuner“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§§ 13 und 14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Auf der Altlast K 22 „Lederfabrik Neuner“ wurde seit 1922 eine Gerberei betrieben. Zur Gewinnung des für den Gerbvorgang notwendigen dreiwertigen Chroms wurde auf dem Standort sechswertiges Chrom (Chrom-VI) reduziert. Dies hat in drei Bereichen (Schadenszentren) zu einer erheblichen Kontamination des Untergrundes mit Chrom geführt. Ausgehend von diesen Kontaminationen ist das Grundwasser im zentralen Teil des Altstandortes stark mit Chrom, vornehmlich in Form von Chrom-VI, belastet. Im Grundwasser ist eine etwa 100 m breite Schadstofffahne ausgebildet, deren Einfluss bis zu 350 m grundwasserstromabwärts reichen kann. Die aktuell im Grundwasser transportierten Chromfrachten sind als erheblich zu klassifizieren. Der Altstandort stellt eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar. Er wurde im Jahr 2002 in die Prioritätenklasse 2 eingestuft. Entsprechend der Bewertung der aktuellen Untersuchungsergebnisse schlägt das Umweltbundesamt keine Änderung der Einstufung der Altlast K 22 „Lederfabrik Neuner“ vor.





1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

1.1 Lage des Altstandortes

Bundesland: Kärnten
Bezirk: Klagenfurt (20101)
Gemeinde: Klagenfurt (61022)

Katastralgemeinde: Klagenfurt (72127)
Grundstücksnummern: *1795, *2608, *2609, *2610, *2611, 365/3, 366/5,
366/6, 366/9, 370/1, 370/3, 370/4, 383/3, 383/8,
383/9, 383/10, 383/11, 383/12, 819, 820

Katastralgemeinde: Welzenegg (72198)
Grundstücksnummern: 462/5, 513/16

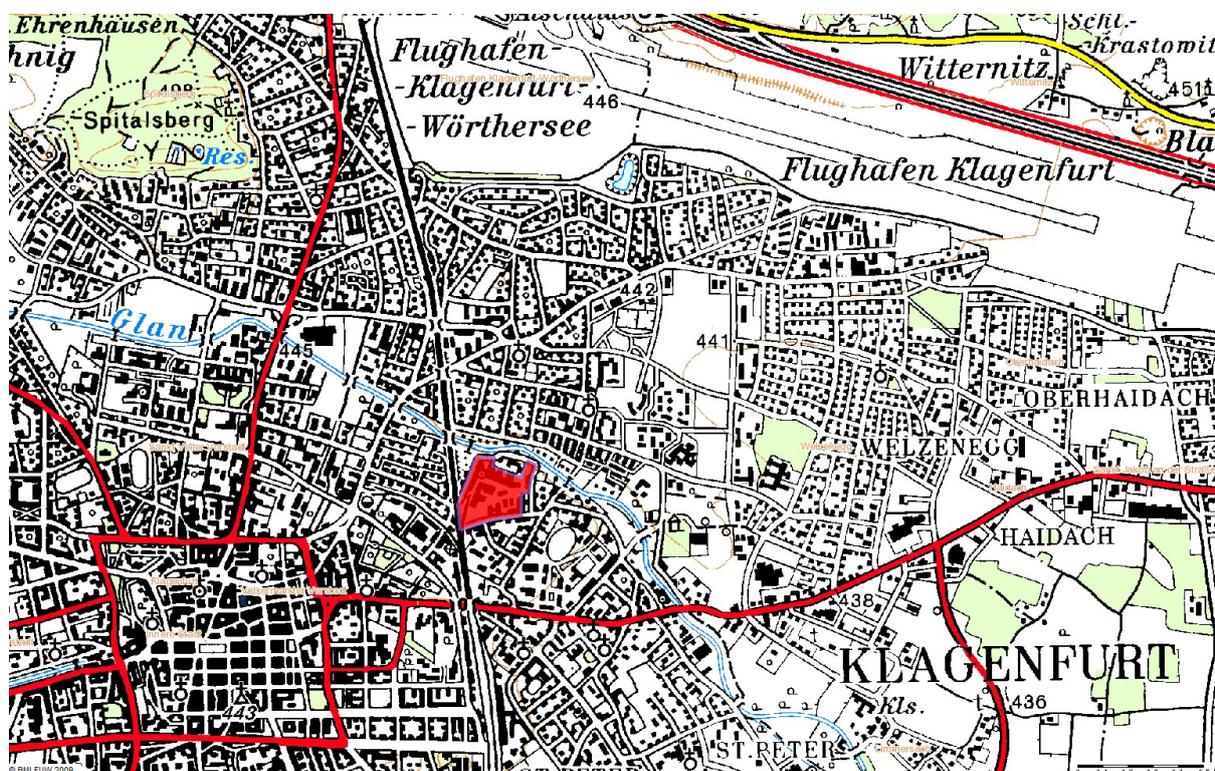


Abbildung 1: Übersichtskarte



1.2 Lage der Altlast

Bundesland: Kärnten
 Bezirk: Klagenfurt (20101)
 Gemeinde: Klagenfurt (61022)
 Katastralgemeinde: Klagenfurt (72127)
 Grundstücksnummern: •1795, 383/3

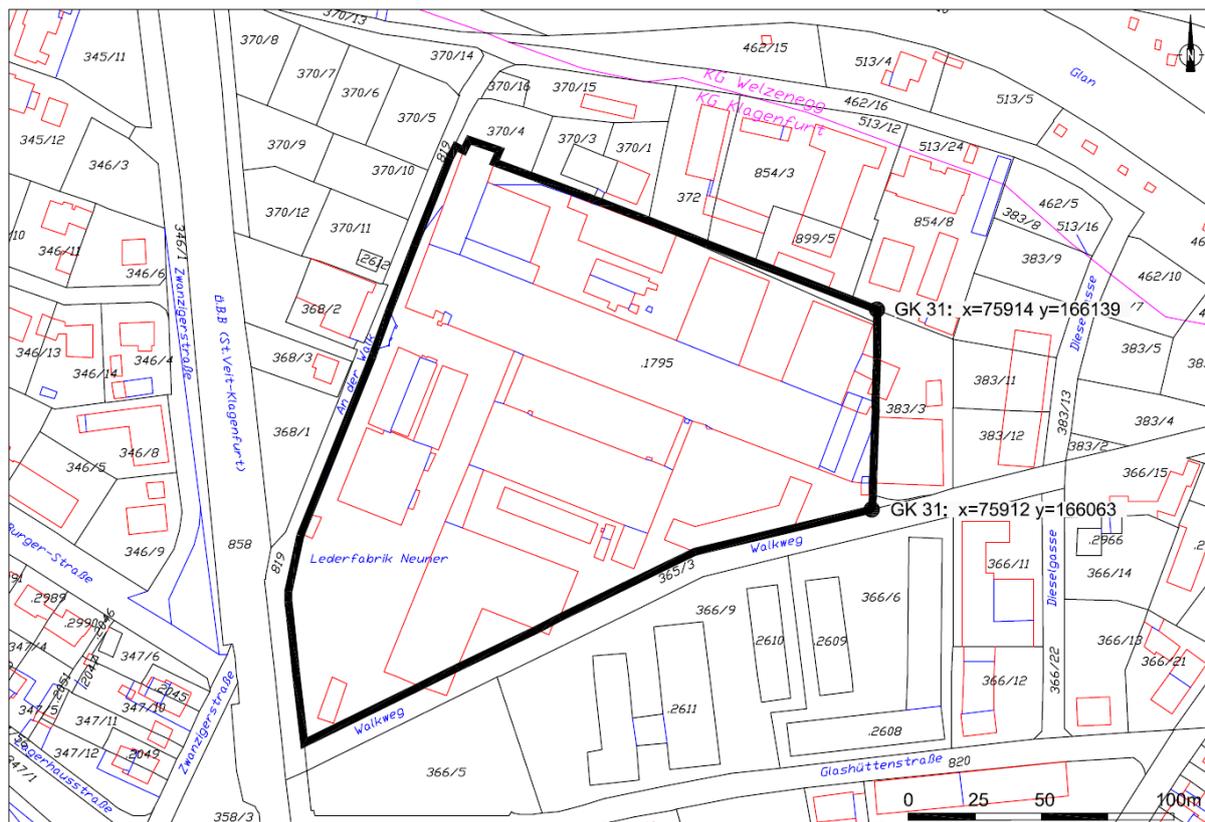


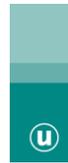
Abbildung 2: Lage der Altlast – Auszug aus der Digitalen Katastralmappe (DKM)

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten sowie Ablagerungen

Auf dem etwa 60.000 m² umfassenden Altstandort „Lederfabrik Neuner“ wurde zumindest seit dem Jahr 1922 eine Chromgerberei und Färberei zur Erzeugung von Lederwaren betrieben. Es wurde hauptsächlich Kalbsleder erzeugt, in geringem Ausmaß auch Rindsleder. Zur Gewinnung des für den Gerbvorgang notwendigen dreiwertigen Chroms wurde auf dem Standort sechswertiges Chrom (Chrom-VI) reduziert.

Ab dem Jahr 1955 wurden neben der Erzeugung und dem Handel von Lederwaren auch gewerbliche Maschinen für die Lederverarbeitung hergestellt, ab 1961 Holzbearbeitungsmaschinen.



Weiters wurden vermutlich Spanplatten unter Beimischung von Lederabfällen erzeugt. Betriebserweiterungen (Schlosserei, Tischlerei, Häutelager, etc.) fanden bis 1961 statt. In diesem Zeitraum waren auch die meisten Beschäftigten und somit der größte Umsatz zu verzeichnen. In den darauffolgenden Jahren ging die Beschäftigtenzahl sukzessive zurück. Derzeit wird im Betrieb nicht mehr produziert sondern lediglich die Anlagen teilweise in Betrieb gehalten bzw. gewartet.

Auf dem Betriebsgelände befinden sich die für die Ledererzeugung typischen Produktionsbereiche wie eine Äscherei, Gerberei, Färberei, Presserei und eine Falzerei (siehe Abbildung 3).

Im Hauptgebäude befinden sich Teile der Äscherei sowie die Bereiche Gerberei und Färberei, Presserei, Ausreckerei, Teile der Trocknerei und die Stollerei. In der Äscherei wurden die Häute gewaschen, in Bottichen erweicht, geschwödet (NaHS, Na₂S, Kalk, Kaolin) und geäschert (Na₂S, Kalk, Kaolin). Im Abschnitt der Gerberei befinden sich die Gerbfässer, in denen die Chromgerbung unter Verwendung von dreiwertigem Chrom (Chrom-III) stattfand. Die Gerbfässer sind über einer Betonwanne angebracht, die durch eine Rinne mit dem Rohrleitungssystem im alten Kanal verbunden ist. In der Färberei wurden die Häute neutralisiert, gefärbt und gegebenenfalls nachgegerbt. In den Bereichen Presserei/Ausreckerei/Trocknerei kam prinzipiell kein chromhaltiges Gerbmittel mehr zum Einsatz. Nach der Gerbung und Trocknung des Leders erfolgt die Zurichtung des Leders im ersten Stock des Hauptgebäudes. Nach der Färbung wurde das Leder mit Bügelpressen bzw. Bügelmaschinen gebügelt. Diese Maschinen arbeiten mit erheblichen Mengen an Hydrauliköl, welches im Kreislauf geführt wurde. Um das Leder in der Stollerei besser erweichen zu können, wurde es im Keller befeuchtet und anschließend durch Späne getrocknet, wodurch diese Späne geringfügige Mengen an Chrom aufnahmen. Durch Falzmaschinen wurde in der Falzerei die Dicke des Leders durch Abhobeln von Chromfalzspänen eingestellt. Die Chromfalzspäne wurden bis Ende der 1980er-Jahre im südwestlichen Bereich des Standorts deponiert (siehe Abbildung 3) und in den Jahren 1989 und 1990 zumindest teilweise wieder entfernt. Seitdem wurden die Chromfalzspäne in einem überdachten Schuppen bis zur Entsorgung zwischengelagert.

In Hinblick auf mögliche Kontaminationen sind zudem folgende Gebäude und Betriebsobjekte von Relevanz:

In der Reduzierhütte wurde Chromschwefelsäure unter Zugabe von Melasse von Chrom-VI zu Chrom-III reduziert. Ursprünglich befanden sich die dafür nötigen Speicherbehälter im ersten Stock des Gebäudes, wobei die für den Gerbprozess einsatzbereite Gerblösung nach oben gepumpt werden musste. Später wurden drei Bottiche zur Chromreduzierung ebenerdig errichtet. Vor Errichtung der Reduzierhütte im Jahre 1952 wurde der Reduktionsvorgang zumindest seit 1934 in der nicht mehr existenten Brühkocherei durchgeführt, die dem Gerberei/Färberei-Gebäude südlich vorgelagert war (siehe Abbildung 3). Im Schuppen wurden die Chromfalzspäne zu Lederfaserplatten verarbeitet. Die Spanplattenproduktion wurde jedoch vor geraumer Zeit eingestellt. In der Lohgerberei wurde in früherer Zeit ebenfalls Leder gegerbt, die Gerbfässer sind noch vorhanden. Im Rohhautlager und im Kühlhaus wurden die eingesalzene Rohhäute nach der Anlieferung bis zur Weiterverarbeitung (gekühlt) zwischengelagert. In diesem Gebäude wurde eine Kühlanlage betrieben. In der Schlosserei wurden zahlreiche Maschinen der Lederfabrik selbst hergestellt. Derzeit werden in der Schlosserei nur mehr Reparaturarbeiten durchgeführt. Das Lager der Millerei und das Lösemittellager (NEFA) dienen der Aufbewahrung von Gerbstoffen wie Chemikalien, Lösemittel, Schleiferei- und Staubsäcken. Im Lager Biochemie/alte Gerberei wurde das zur Herstellung von Chromschwefelsäure benötigte Kaliumdichromat aufbewahrt. Der Feuerkeller (Keller unter dem verfallenen Gebäude südlich der Äscherei) diente als Lager für die in der Äscherei verwendeten Substanzen. Hier wurden vor allem Lösungsmittel, Lacke, alte Bindemittel und Leergebinde gelagert. Das (Zentral)Magazin verfügt über einen gepflasterten Boden und wurde früher u.a. als Lager für Dichromat, Farbstoffe, Wachse, diverse Chemikalien, Paletten, alte Maschinenteile und Ersatzteile genutzt.



2.2 Untergrundverhältnisse

Der Untergrund wird entsprechend seiner Lage zum Vorfluter aus alluvialen Sedimenten der Glan gebildet. Unter einer etwa 1 m bis 2 m mächtigen anthropogenen Anschüttung befindet sich ein sandig-kiesiges Sedimentpaket, das im südlichen Bereich des Altstandortes bis in etwa 10 m und im nördlichen Bereich (in Richtung Glan) bis in ca. 20 m Tiefe reicht. Im nördlichen Bereich ist in dieses Schichtpaket in einer Tiefe von rund 10 m eine bis zu 4 m mächtige feinsandige, schluffig-tonige Linse eingeschaltet. Unter den sandig-kiesigen Sedimenten befindet sich ein feinsandiges Sedimentpaket, das im südlichen Bereich bis in etwa 13 m und im nördlichen Bereich bis in ca. 35 m Tiefe reicht und von schluffig-tonigen Sedimenten unterlagert wird, die den Grundwasserstauer darstellen (siehe Abbildung 4).

Das im Grundwasserkörper fließende Wasser ist ungespannt und unterliegt natürlichen Schwankungen von bis zu 2,5 m. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt ca. 7 m unter Gelände. Die Aquifermächtigkeit beträgt durchschnittlich 17 m, wobei die Mächtigkeit zwischen 6,4 m (Messstelle 1/09) und 27 m (Messstelle B3) variiert.

Die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters kann im oberen, sandig-kiesigen Bereich mit $2,0E-03$ m/s bis $1,0E-04$ m/s angegeben werden.

Generell kann für die Umgebung des Altstandortes bei Niedrig- bis Mittelwasserständen der Glan eine in etwa nach Südost verlaufende Grundwasserströmungsrichtung angenommen werden. Bei Hochwasserständen der Glan ist mit einer starken Infiltration von Wasser der Glan in den Grundwasserleiter zu rechnen. Die Grundwasserfließrichtung wird jedoch durch den diskontinuierlichen Pumpbetrieb des „Tiefbrunnen II“ – mittlere Entnahmemenge ca. 30 l/s über etwa 15 min pro Tag – stark beeinflusst. Wie in Abbildung 16 ersichtlich, ist durch den Betrieb des Tiefbrunnens dauerhaft ein Absenktrichter ausgebildet. Das hydraulische Gefälle ist trotz des Absenktrichters sehr gering, im Anstrombereich an den Tiefbrunnen II beträgt es rund 0,5 ‰.

Bei Annahme einer mittleren hydraulischen Durchlässigkeit von $8E-03$ m/s, eines mittleren Gefälles von 0,5 ‰ und einer mittleren schadstoffbelasteten Grundwassermächtigkeit von rund 15 m kann die spezifische hydraulische Fracht im Abstrom des Altstandortes mit rund $0,5$ m³ pro Tag und Querschnittsmeter abgeschätzt werden. Bei einer Abstrombreite im zentralen, schadstoffbelasteten Teil des Altstandortes von rund 100 m lässt sich daraus ein Grundwasserdurchfluss von etwa 50 m³ pro Tag abschätzen.

Die Grundwasserneubildung im zentralen Teil des Standorts kann gemäß „Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten“ mit rund 200 mm pro Jahr (entspricht etwa 25 % des Jahresniederschlages von rund 900 mm oder 10 m³ pro Tag) abgeschätzt werden. Das Verdünnungspotential durch das Grundwasser beträgt daher rund 5:1.

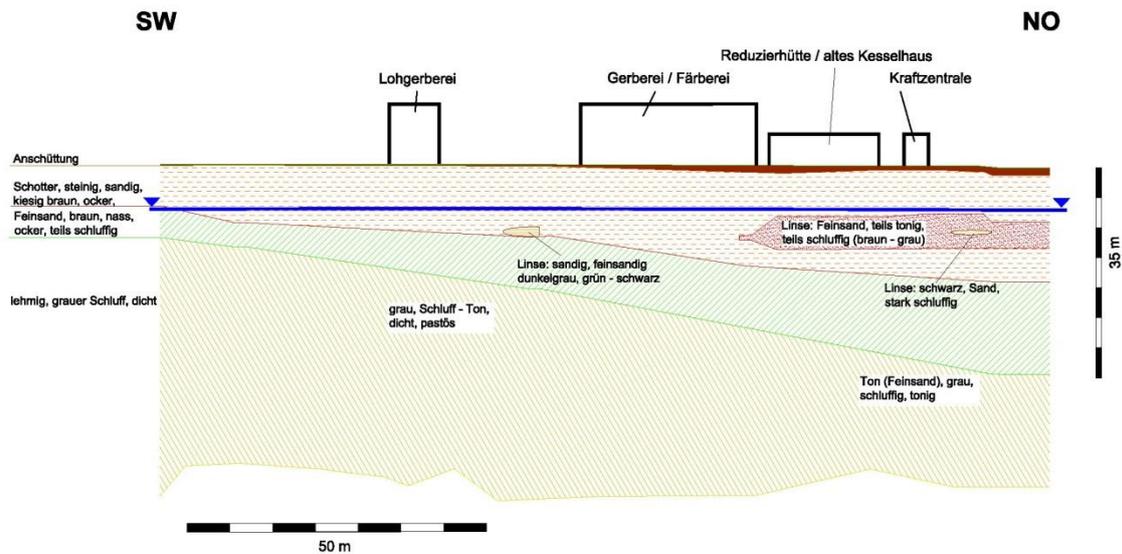


Abbildung 4: Schematischer geologischer Schnitt

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Die „Lederfabrik Neuner“ liegt nordöstlich der Stadtmitte von Klagenfurt am Rande des Stadtzentrums (siehe Gefährdungsabschätzung

). Im Süden, Südosten und Norden des Altstandortes befinden sich Wohnhäuser, im Südwesten verläuft eine Bahnlinie. Im Nordwesten und Nordosten schließen an den Altstandort großteils noch unbebaute Grundstücke an (siehe Abbildung 5).

Der Altstandort weist eine Fläche von ca. 60.000 m² auf, die Altlast umfasst etwa 30.000 m².

Auf dem Gelände der Lederfabrik befinden sich einige Nutzwasserbrunnen sowie Grundwassermessstellen vorangegangener Untersuchungen (siehe Abbildung 16). Nördlich und westlich des Standortes bestehen einige Brunnen, die hauptsächlich für die Gartenbewässerung Verwendung finden. Ca. 300 m südwestlich liegt der Nutzwasserbrunnen des Schlachthofs.

Die „Lederfabrik Neuner“ befindet sich am rechten Ufer der Glan, die rund 50 m nördlich des Standortes Richtung Südosten fließt.

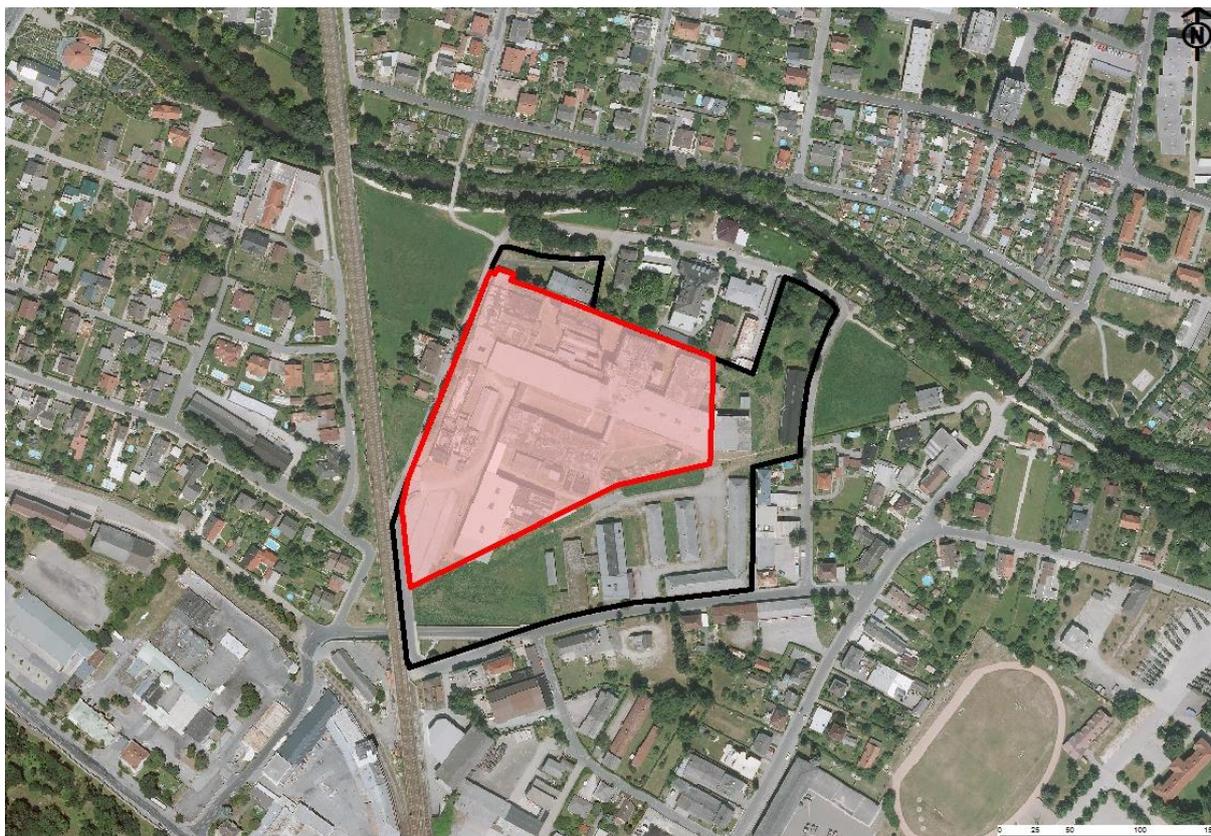


Abbildung 5: Luftbild des Altstandortes „Lederfabrik Neuner“ und seiner Umgebung (Befliegung: 2009); schwarzes Polygon: Altstandort; rotes Polygon: Altlast (siehe Abschnitt 4)

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Untersuchungen in den Jahren 1987 bis 1998

Bei Grundwasseruntersuchungen an den bestehenden Brunnen im Bereich der Lederfabrik wurden von 1987 bis 1998 hohe Chromkonzentrationen bis ca. 540 µg/l festgestellt (detaillierter Verlauf: siehe Abbildung 15). Der Anstrom des Standortes (Pegel 1) wurde von 1994 bis 1998 beprobt. Der höchste Messwert wurde im Juli 1995 mit 9,8 µg/l Chrom festgestellt. Bei den übrigen Messterminen schwankten die Chromgehalte zwischen 0,1 µg/l und 5,9 µg/l. Die Lage der Brunnen und Messstellen ist in Abbildung 16 ersichtlich.

Im Jahr 1988 wurden Brunnen in der weiteren Umgebung des Altstandortes beprobt. In einer ca. 350 m südöstlich des Altstandortes gelegenen Messstelle wurden erhöhte Gehalte an Chrom im Grundwasser von 13 µg/l und 16 µg/l festgestellt.

1988 wurden im Bereich der rund 2.000 m² großen Chromfalzspänedeponie im südwestlichen Teil des Altstandortes (siehe Abbildung 3) Untersuchungen des Untergrundes durchgeführt. Direkt unterhalb der Ablagerungen wurden Maximalgehalte von Chrom im Boden mit 1.540 mg/kg Gesamtgehalt gemessen, in einer Tiefe von 1,25 m waren 44 mg/kg feststellbar. Die Chromfalzspäne wurden daraufhin in den Jahren 1989/90 entsorgt und der Untergrund der Deponie mit „kohlen-saurem Kalk“ (Calciumcarbonat) stabilisiert.

In den Jahren 1993 bis 1995 wurden an einigen Stellen des Betriebsgeländes Boden- und Schlammproben entnommen und der Chromgehalt bestimmt. In Tabelle 1 sind die Untersu-



chungsergebnisse zusammengestellt. Der Schlamm der Sickerschächte und der Absetzbecken (insgesamt 38 t) wurde 1995 entfernt.

Tabelle 1: Ausgewählte Ergebnisse der Gesamtgehaltsbestimmungen

Probenahmestelle	Chrom als Gesamtgehalt [mg/kg]	Chrom im Eluat [mg/kg]
Bodenprobe südl. Presserei (Tiefe: 40 cm)	53,6	0,007
Bodenprobe südl. Presserei (Tiefe: 70 cm)	40,6	0,004
Einlaufschacht Keller bei Stollerei	<u>13.000</u>	0,18
5 Sickerschächte bei Kraftzentrale	<u>11.790 – 85.100</u>	<u>0,73 – 8,7</u>
Sickerschacht bei Presserei	<u>5.790</u>	0,11
Absetzbecken II bei Stollerei	<u>30.500</u>	0,42
Schürf Eingang Gerberei (Tiefe: 1,0 m)	<u>203</u>	-
<i>Prüfwert a (ÖNORM S 2088-1)</i>	<u>100</u>	<u>0,5</u>
Maßnahmschwellenwert a (ÖNORM S 2088-1)	-	5

3.2 Ergänzende Untersuchungen gem. § 13 ALSAG 1999 bis 2001

Von März 1999 bis August 2001 wurden im Zuge der ergänzenden Untersuchungen gemäß § 13 Abs. 1 ALSAG folgende Erkundungen durchgeführt:

- Abteufen von 49 Trockenbohrungen
- Entnahme und Untersuchung von Bodenproben und einer Sedimentprobe
- Errichtung von 5 Grundwassersonden (1 Sonde im Anstrom, 4 im Abstrom)
- Qualitative Grundwasserbeweissicherung (4 Probenahmedurchgänge)

Im Rahmen der Untersuchungen wurden auf dem Betriebsareal punktuell im oberflächennahen Untergrund Verunreinigungen mit Chrom festgestellt. Im Bereich der Lagerung chromhaltiger Gerbereimittel ("Reduzierhütte") wurde eine massive Verunreinigung des Untergrundes mit Chrom festgestellt, die bis in den Grundwasserkörper in eine Tiefe von ca. 7 m bis 9 m reichen. In 8 m bis 9 m Tiefe wurde ein Chromgehalt von über 4.800 mg/kg festgestellt (Prüfwertwert a gemäß ÖNORM S 2088-1: 100 mg/kg). Der stark kontaminierte Bereich konnte mit einer Fläche von ca. 500 m² abgeschätzt werden (Bereich „Reduzierhütte Nord“ und „Reduzierhütte Süd“ in Abbildung 17, Abschnitt 4). An einigen Stellen des Altstandortes wurden Verunreinigungen des Untergrundes mit Arsen festgestellt, die auch in größere Tiefen reichten.

Bei den Grundwasseruntersuchungen in den Jahren 2000 und 2001 wurden die früheren Grundwasseruntersuchungen bestätigt. Im Bereich des Altstandortes war eine massive Verunreinigung des Grundwassers mit Chrom vorhanden. In einem Brunnen ("Mittelhofbrunnen") ca. 50 m südöstlich des stark kontaminierten Bereiches im unmittelbaren Grundwasserabstrom wurden die höchsten Chromkonzentrationen festgestellt. An drei Terminen lagen die gemessenen Chromkonzentrationen im Mittelhofbrunnen zwischen 100 µg/l und 200 µg/l, an einem Termin wurde ein Spitzenwert von über 700 µg/l Chrom gemessen. In den vier neu errichteten Grundwassermessstellen (GW1 bis GW4), die sich ca. 150 m vom Bereich der Reduzierhütte im Grundwasserab-



strombereich befinden (siehe Abbildung 16), wurde ebenfalls eine massive Verunreinigung des Grundwassers mit Chrom festgestellt. Auf einer Grundwasserabflussbreite von ca. 150 m wurden Chromgehalte in einer Größenordnung von 50 µg/l bis 150 µg/l festgestellt (Maßnahmschwellenwert ÖNORM S 2088-1: 50 µg/l), wobei fast der gesamte Chromgehalt durch das toxikologisch besonders bedeutende sechswertige Chrom (Chrom-VI) verursacht wurde. Der Maßnahmschwellenwert für Chrom-VI von 10 µg/l wird damit im Grundwasserabstrombereich deutlich überschritten. Neben der Chrombelastung wurde in den neuerrichteten Grundwassermessstellen eine Grundwasserverunreinigung mit Kohlenwasserstoffen festgestellt.

Zusammenfassend ergab sich aus den Grundwasseruntersuchungsergebnissen, dass sich ausgehend vom Schadenszentrum im Bereich der Reduzierhütte das Chrom im Grundwasser bis über den südlichen Rand des Altstandortes hinaus ausgebreitet hat. Hinweise auf eine Chrombelastung des Grundwassers waren bis in eine Entfernung von ca. 350 m im Grundwasserabstrom des Schadenszentrums vorhanden.

3.3 Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsprojekts 2006 bis 2012

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur chemischen Reduktion von Chromverunreinigungen wurden weitere Untersuchungen im Bereich des Schadenszentrums „Reduzierhütte“ durchgeführt. Dazu wurden einerseits bestehende Grundwassermessstellen beprobt, andererseits sechs Bohrungen abgeteuft (B1 bis B5 sowie „Bohrung Brühkocherei“ („BK“); siehe Abbildung 11) und tiefenspezifische Untergrundproben gezogen. An den gewonnenen Untergrundproben der Bohrungen B1 bis B5 konnten teilweise stark erhöhte Chromgesamt-Gehalte im Feststoff und im Eluat nachgewiesen werden, jedoch im Gegensatz zu den vorangegangenen Untersuchungen zumeist kein Chrom-VI im Eluat.

Die Grundwasseranalyseergebnisse der Messstellen „Tiefbrunnen II“ und „Mittelhofbrunnen“ bestätigten im Wesentlichen die vorangegangenen Untersuchungen. Es wurden Chrom-VI-Gehalte zwischen 100 µg/l und 200 µg/l bestimmt. Im September 2007 wurde am Tiefbrunnen II ein Pumpversuch durchgeführt, der ebenfalls Chrom-VI-Belastungen zwischen 100 µg/l und 200 µg/l ergab. Die Analyse von Grundwasserproben, die im Zuge des Pumpversuches aus kreisförmig um den Tiefbrunnen angeordneten Messstellen (EP11 bis EP14; siehe Abbildung 16) gewonnen wurden, ergab, dass möglicherweise eine zusätzliche Quelle für die Grundwasserbelastung im Bereich westlich oder südlich des Tiefbrunnens lokalisiert sein könnte.

Zur Lokalisierung eines möglichen weiteren Schadenszentrums wurde im September 2007 im Auftrag der Kärntner Landesregierung eine Kernbohrung im Bereich der ehemaligen Brühkocherei (siehe Abbildung 3) bis in 10 m Tiefe abgeteuft („Bohrung Brühkocherei“ – „BK“). Dabei wurden mit der Tiefe abnehmende Chromgesamtgehalte zwischen 9.300 mg/kg (bis 2 m Tiefe) und 1.000 mg/kg (9,9 m-10 m Tiefe) festgestellt. Die Chrom-VI-Gehalte im Eluat nahmen ebenfalls mit zunehmender Tiefe ab und bewegten sich zwischen 46 mg/kg (bis 2 m Tiefe) und < 0,25 mg/kg).



Tabelle 2: Chromgehalte in der „Bohrung Brühkocherei“ („BK“)

Tiefe	Chrom _{ges.} [mg/kg]	Chrom _{VI} im Eluat [mg/kg]	pH-Wert [-]	Elektrische Leitfähigkeit [mS/cm]
0,0 – 2,0 m	9.300	45,98	7,44	0,21
2,0 – 6,0 m	4.430	11,70	7,03	0,13
6,0 – 7,7 m	4.560	14,11	7,16	0,16
7,7 – 8,5 m	1.780	3,38	7,42	0,04
8,5 – 9,0 m	2.990	3,98	7,51	0,04
9,0 – 9,9 m	2.150	1,10	7,53	0,04
9,9 – 10,0 m	1.015	< 0,25	8,35	0,07

Aus der „Bohrung Brühkocherei“ wurde zudem Probenmaterial zur Durchführung diverser Elutions- und Perkolationsversuche entnommen.

In Abbildung 6 sind die Ergebnisse von unterschiedlichen Elutionsversuchen zusammengefasst. Die Eluatkonzentrationen bewegten sich in Abhängigkeit von Wasser/Feststoffverhältnis, Korngröße der Probe und Elutionsmittel zwischen rund 3 mg/l und rund 8 mg/l Chromat.

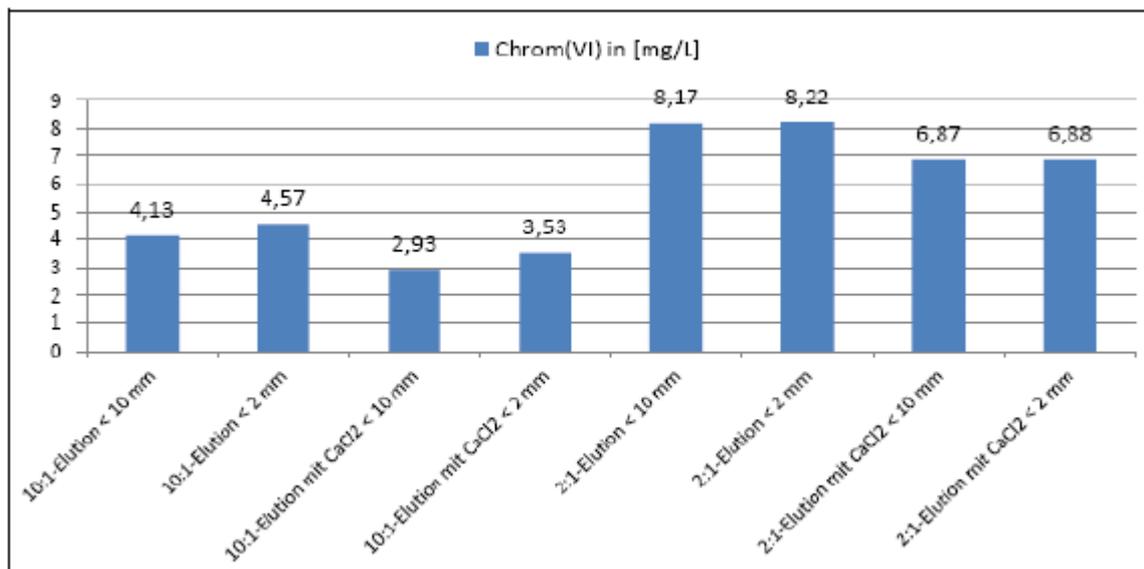


Abbildung 6: Ergebnisse diverser Elutionsversuche (Variation des Wasser/Feststoffverhältnisses, der Korngrößen und der Elutionsmittel)

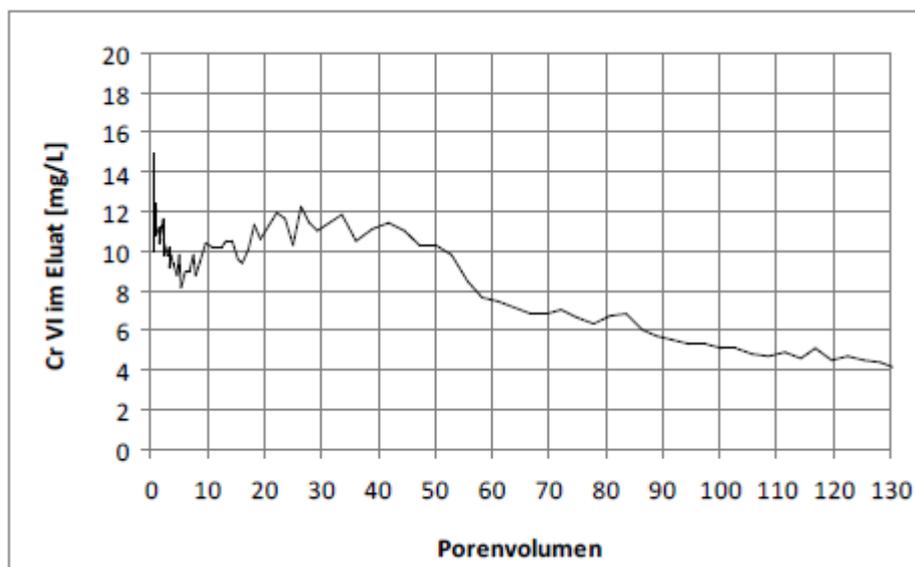


Abbildung 7: Ergebnisse des Säulenversuches

Abbildung 7 gibt den Verlauf der Chromatkonzentrationen im Laufe des Säulenversuches wieder. Entsprechend den Unterschieden zwischen 10:1- und 2:1-Eluaten sowie dem Kurvenverlauf des Säulenversuches handelt es sich bei der Chromfreisetzung tendenziell um einen verfügbarkeitslimitierten Austragsmechanismus. Eine Bilanzierung des Säulenversuches ergibt, dass in Summe nach einem Austausch von etwa 130 Porenvolumina rund 80 % des in der Säule enthaltenen Chromats ausgetragen wurden.

In den Jahren 2011 und 2012 wurde im Bereich „Brühkocherei“ ein Pilotversuch zur Reduktion von Chromat in der wasserungesättigten Untergrundzone durchgeführt. Dazu wurde Natriumdithionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) als Reduktionsmittel über 8 Lanzen in den Untergrund injiziert. In Analogie zu den davor durchgeführten Laborversuchen bewirkte die Injektion in einer ersten Phase eine verstärkte Mobilisierung von Chromat in Richtung Grundwasser, erst im Laufe des Versuches konnte im Labor eine Reduktion von Chrom-VI zu Chrom-III festgestellt werden. Das in das Grundwasser eingetragene Chromat wurde durch einen im Nahbereich situierten Sperrbrunnen erfasst und das Grundwasser über einen Fließbettreaktor unter Zuhilfenahme von nullwertigem Eisen abgereinigt. Parallel dazu wurden die Chromatkonzentrationen im Sickerwasser während und nach den Injektionen mittels Saugkerzen bestimmt. Der Verlauf der Sickerwasserkonzentrationen sowie die Analyseergebnisse von nach Beendigung des Pilotversuches entnommenen Feststoffproben ließen eine deutliche Reduktion des Chromats in einem eng umgrenzten Untergrundbereich vermuten.

3.4 Ergänzende Untersuchungen gem. § 14 ALSAG 2008 bis 2012

In den Jahren 2008 bis 2012 wurden zur Aktualisierung des Schadensbildes folgende Untersuchungen durchgeführt bzw. Messstellen errichtet:

- Durchführung eines Langzeitpumpversuches (Oktober bis Dezember 2008)
- Abteufung von 19 Trockenkernbohrungen (März bis Mai 2009 und Februar 2010)
- Errichtung von 4 Grundwassermessstellen (März bis Mai 2009)
- Entnahme und Untersuchung von 99 Feststoffproben aus den Bohrungen



- Entnahme und Analyse von Grundwasserproben aus den 4 neu errichteten Messstellen sowie aus bestehenden Messstellen und Brunnen (Juni 2009, März/April 2012)

3.4.1 Untergrunduntersuchungen

Im Bereich des Altstandortes wurden von März bis Mai 2009 sowie im Februar 2010 insgesamt 19 Trockenkernbohrungen zur Erkundung des Untergrundes (KB1/09 bis KB13/09 sowie KB14/10 bis KB19/10) und 4 zur Errichtung von Grundwassermessstellen (Pegel 1 bis 4) abgeteuft. Die Bohransatzpunkte wurden basierend auf den historischen Recherchen und den vorliegenden Untersuchungsergebnissen (siehe 3.1 bis 3.3) festgelegt (Lage siehe Abbildung 11). Die Bohrungen wurden mit einem Durchmesser von 220 mm verrohrt abgeteuft, die Endteufe betrug mindestens 10 m und maximal 25 m. Das erbohrte Untergrundmaterial wurde organoleptisch beurteilt und repräsentativ beprobt.

In Summe wurden 99 Feststoffproben gezogenen und auf Gesamt- und Eluatgehalte untersucht.

Folgende Parameter wurden bei den Feststoffproben im Gesamtgehalt bestimmt:

- Chrom gesamt, Arsen, Eisen
- Schwefel, TOC

An allen Proben wurde zudem im 10:1-Eluat gemäß ÖNORM S 2115 folgende Parameter bestimmt:

- Elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert
- Chrom gesamt, Chrom-VI, Arsen, Eisen-II
- Sulfat, Sulfit, Sulfid, TOC

Ausgewählte Analyseergebnissen für Gesamt- und Eluatgehalte und deren Auswertung in Hinblick auf die Überschreitung von Prüfwerten bzw. Maßnahmenschwelienwerten gemäß ÖNORM S 2088-1 sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Feststoffanalysen (2009/2010)

		n	PW a	MSW a	Min	Max	Median	g. bel.	bel.	st. bel.
Gesamtgehalt										
Chrom ges	[mg/kg]	99	100	1.000	12	27.000	24	77	12	10
Arsen	[mg/kg]	99	50	500	<3	960	9,1	92	5	2
Eluatgehalte										
Chrom ges	[mg/kg]	99	0,5	5	<0,01	59	0,02	85	8	6
Chrom-VI	[mg/kg]	99	-	-	<0,05	46	<0,05	-	-	-
Arsen	[mg/kg]	99	0,1	1	<0,1	5,4	<0,1	92	5	2

n ... Anzahl Proben

PW a ... Prüfwert a gemäß ÖNORM S 2088-1

MSW a... Maßnahmenschwelienwert gemäß ÖNORM S 2088-1

g. bel ... gering belastet (< Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1)

bel. ... belastet (zwischen Prüfwert und Maßnahmenschwelienwert gemäß ÖNORM S 2088-1)

st. bel.... stark belastet (> Maßnahmenschwelienwert gem. ÖNORM S 2088-1 bzw. Chrom >1.000 mg/kg; Arsen >500 mg/kg)



Die Untersuchungsergebnisse spiegeln die bekannte Chrom-Grundbelastung auf dem Standort wider. Die Maximalwerte weisen auf kleinräumige Schadenszentren („Hot Spots“) hin. Im Zuge der Untersuchungen wurde zusätzlich zum bereits bekannten Schadenszentrum im Bereich der Reduktionshütte ein weiteres Schadenszentrum im Nahbereich der ehemaligen Brühkocherei festgestellt, auf dessen Existenz bereits die Untersuchungsergebnisse aus dem Jahr 2007 hingedeutet haben (siehe 3.3 und Abbildung 11). In diesem Bereich wurden hohe Chromkonzentrationen im Feststoff (bis > 10.000 mg/kg) und teilweise im Eluat (bis ca. 50 mg/kg) festgestellt, die von der Oberfläche bis in rund 12 m Tiefe reichten (siehe Abbildung 14).

Eine zusammenfassende Darstellung der Chrombelastungen auf dem Standort, die die Ergebnisse aller Untersuchungskampagnen beinhaltet, findet sich in Abschnitt 3.5.1.

Auf dem Standort waren vereinzelt, wie auch schon in vorangegangenen Untersuchungen, erhöhte Arsengehalte im oberflächennahen Untergrund nachzuweisen.

3.4.2 Untersuchungen des Grundwassers

Langzeitpumpversuch

Von Ende Oktober bis Anfang Dezember 2008 wurde am Tiefbrunnen II über die Dauer von 44 Tagen ein Langzeitpumpversuch mit einer Entnahmemenge von 15 l/s durchgeführt. Während des Pumpversuches wurden an 13 bestehenden Brunnen und Messstellen sowie an vier konzentrisch um den Tiefbrunnen angeordneten 2“-Messstellen (EP11 bis EP14) die Grundwasserstände kontinuierlich aufgezeichnet bzw. zumindest zweimal täglich erfasst. Die Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur wurde im Tiefbrunnen sowie den vier 2“-Messstellen kontinuierlich aufgezeichnet bzw. zumindest einmal täglich gemessen. Zusätzlich wurde täglich aus dem Tiefbrunnen und den erwähnten Messstellen eine Grundwasserprobe gezogen und auf die Parameter Chrom gesamt, Chrom-VI, Arsen und Eisen analysiert. Ab Mitte November 2008 wurde darüber hinaus das Wasser des Mittelhofbrunnens analysiert.

Der Pumpversuch wurde nach Ablauf der 44 Tage im Auftrag des Liegenschaftseigentümers um weitere 40 Tage bis Mitte Jänner 2009 weitergeführt, wobei nur noch die Grundwasserkonzentration im Tiefbrunnen II in regelmäßigen Intervallen analysiert wurde.

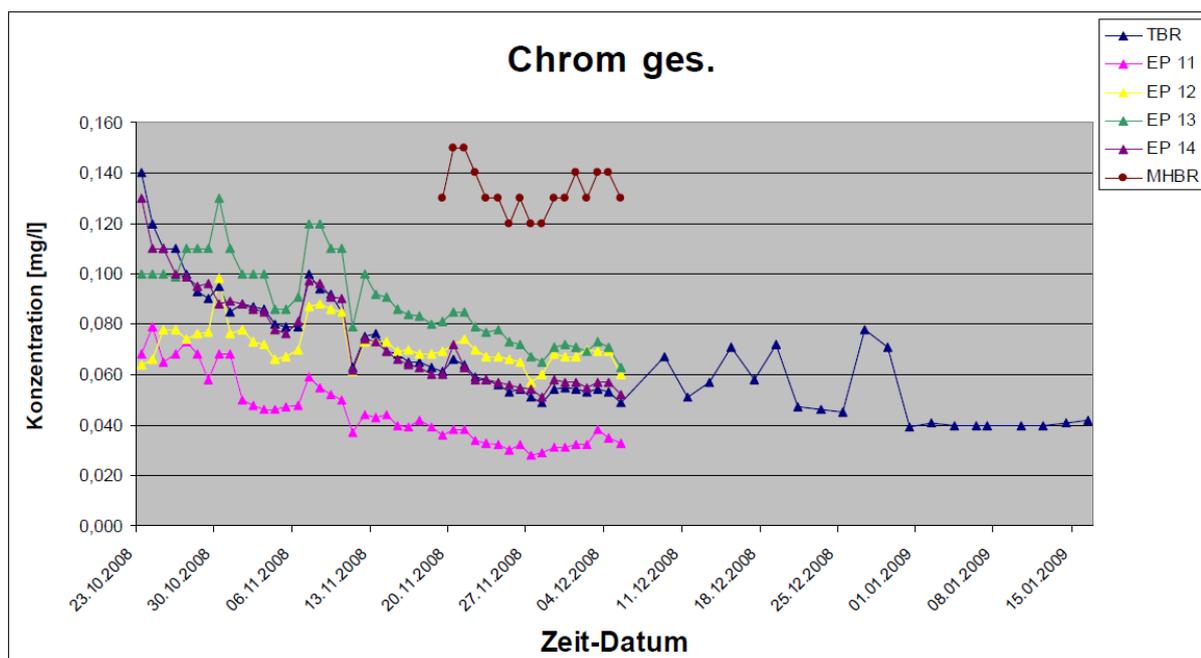


Abbildung 8: Verlauf der Chromkonzentrationen während des Langzeitpumpversuches (TBR: Tiefbrunnen II; MHBR: Mittelhofbrunnen)

Die im Zuge des Pumpversuches erzielte Entnahmebreite kann mithilfe des „IPV-Tools“ der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg nach 44 Tagen mit rund 150 m bzw. am Ende des Pumpversuches nach rund 85 Tagen mit rund 200 m abgeschätzt werden. Daraus ergibt sich, dass am Ende des Pumpversuches der Großteil des Standortes abgedeckt wurde.

In Abbildung 8 sind die Verläufe der Chromkonzentrationen über die Dauer des Pumpversuches dargestellt. Es zeigt sich in den meisten Messstellen – mit Ausnahme von EP12 und Mittelhofbrunnen – ein kontinuierliches Abfallen der Chrom-Konzentrationen. Am Ende des Versuches liegen die Konzentrationen im Schnitt um den Faktor 2 (nach 44 Tagen) bzw. Faktor 3 (nach 85 Tagen) unter den Anfangskonzentrationen. Die hohen Konzentrationen im Mittelhofbrunnen sowie der konstante Verlauf in der Messstelle EP12 („Schlagpegel“) sind wahrscheinlich auf deren ausbaubedingte verminderte Kommunikation mit dem umgebenden Grundwasser zurückzuführen.

Die über die gesamte Versuchsdauer abnehmenden Konzentrationsverläufe lassen den Schluss zu, dass sich alle Messstellen im Zentrum der Schadstofffahne befinden. Eine analytische Auswertung des Pumpversuches mithilfe des „IPV-Tools“ ergibt eine beidseitig des Tiefbrunnens etwa gleich hohe Grundwasserbelastung und eine Fahnenbreite von rund 100 m (siehe Abbildung 9). Die gegen Ende des Pumpversuches gemessenen Chromkonzentrationen von etwa 0,04 mg/l würden demnach einer tatsächlichen Grundwasserkonzentration von rund 0,01 mg/l bis 0,02 mg/l in 100 m Entfernung zum Tiefbrunnen II entsprechen (strichlierte Linie in Abbildung 9). Eine Abstrombreite von ca. 100 m würde in etwa auch der Abstrombreite der drei Schadenszentren entsprechen. Der berechnete Anstieg der tatsächlichen Grundwasserkonzentration am Ende des Pumpversuches (von ca. 10 µg/l auf 20 µg/l) kann mit Vorbehalten hinsichtlich der hohen Unsicherheiten und der Gültigkeit der getroffenen Vereinfachungen im Berechnungsmodell als Hinweis auf den diffusen Schadstoffeintrag abseits der Schadenszentren gedeutet werden.

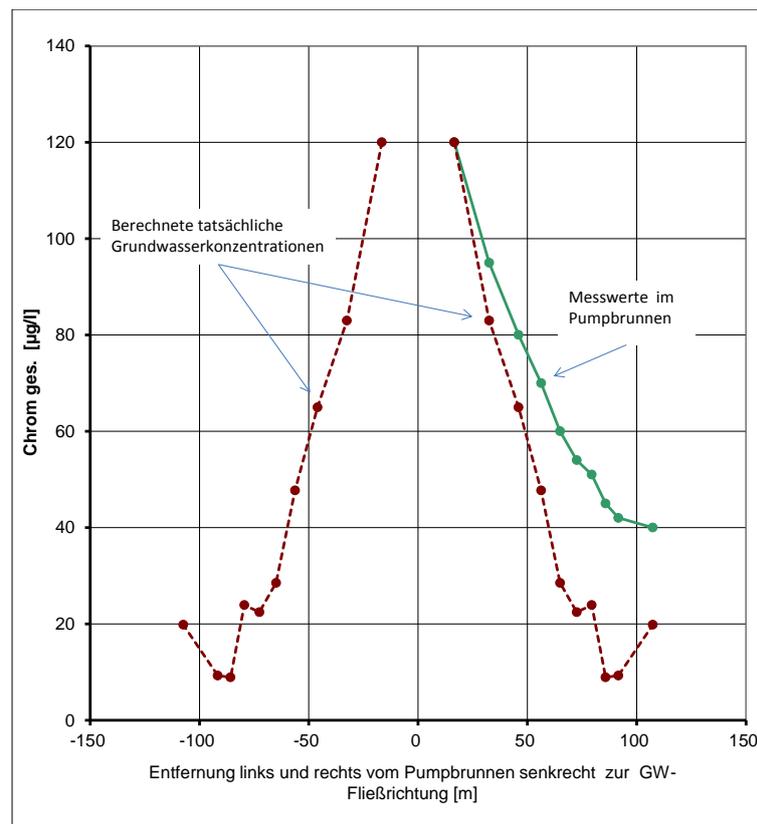


Abbildung 9: Analytische Auswertung des Langzeitpumpversuches am Tiefbrunnen II mithilfe des „IPV-Tools“

Beprobung von Grundwassermessstellen

Die vier mit einem Ausbaudurchmesser von 125 mm neu errichteten Grundwassermessstellen (Pegel 1/09 bis 4/09) sowie ausgewählte bestehende Brunnen und Messstellen (siehe Abbildung 16) wurden im Juni 2009 sowie im März und April 2012 zur Beweissicherung des Chrom-Reduktionsversuches im Rahmen eines Forschungsprojektes (siehe 3.3) beprobt.

Entsprechend ihrer Lage im Grundwasserströmungsfeld repräsentieren die Messstellen GW5 und Pegel 1 den Grundwasseranstrom des Standortes. Die Messstellen B3, B4 und B5 befinden sich im Bereich des Schadenszentrums „Reduzierhütte“, der Pegel 2/09 im Bereich des Schadenszentrums „Brühkocherei“. Die Messstellen Pegel 4/09, Mittelhofbrunnen (MHBR) und Tiefbrunnen II (TBR II) repräsentieren den nahen Abstrom der Schadenszentren, die Messstellen GW1, GW2, und GW3 den weiteren Abstrom. Pegel 1/09 und GW4 liegen westlich des Abstrombereichs der Schadenszentren.

Die im Zuge des 1. Probenahmeterrmins entnommenen Grundwasserproben wurden auf folgende Parameter untersucht:

- Gesamthärte, Carbonathärte, Hydrogencarbonat
- Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Chlorid, Sulfat, Sulfit, Sulfid
- Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (DOC)
- Arsen, Chrom gesamt, Chrom-VI, Eisen



An allen weiteren Grundwasserproben wurden folgende Parameter untersucht:

- Chrom gesamt, Chrom-VI

Während der gesamten Pumpdauer wurden jeweils elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxpotential und Wassertemperatur kontinuierlich gemessen.

Die Lage der Grundwassermessstellen, ein Isohypsenplan, der die Grundwasserströmungsverhältnisse im Juni 2009 repräsentiert sowie durchschnittliche Chromkonzentrationen an den Messstellen kann Abbildung 16 entnommen werden.

In Abbildung 10 sind ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im Jahr 2012 zusammengestellt. Die in diesem Zeitraum gemessenen Konzentrationen bestätigen im Wesentlichen das aus den vorangegangenen Untersuchungen bekannte Belastungsbild: Im Zentrum des Altstandortes liegt eine hohe Chrombelastung des Grundwassers vor. Die Konzentrationen im unmittelbaren Bereich des Schadenszentrums „Brühkocherei“ (Pegel 2/09) bewegten sich zwischen 0,4 mg/l und 0,6 mg/l. Im Abstrom (Mittelhofbrunnen und Tiefbrunnen II) waren Chromkonzentrationen zwischen 0,1 mg/l und 0,2 mg/l nachzuweisen. Durch die Sperrwirkung des Tiefbrunnens sind die Konzentrationen im weiteren Abstrom (Pegel 3/09, GW2) deutlich geringer. Sie bewegen sich im Bereich des Maßnahmenschwellenwerts der ÖNORM S 2088-1 für Chrom gesamt von 0,05 mg/l.

Die chemisch-physikalischen Bedingungen im Grundwasser waren durch pH-Werte um 7,5 und ein Redoxpotential zwischen 300 mV und 400 mV charakterisiert.

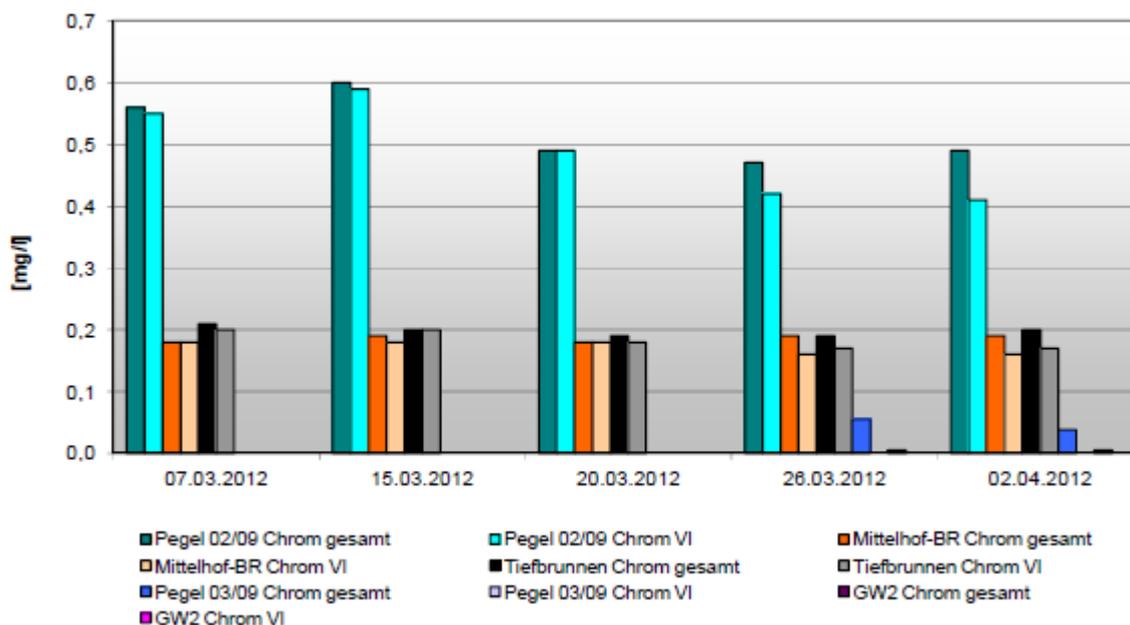
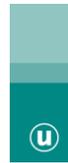


Abbildung 10: Chromkonzentrationen an ausgewählten Grundwassermessstellen (März und April 2012)

Eine zusammenfassende Darstellung der Grundwasserbelastung auf dem Standort, die die Ergebnisse aller Untersuchungskampagnen beinhaltet, findet sich in Abschnitt 3.5.2.



3.5 Zusammenfassende Darstellung aller Untersuchungsergebnisse

3.5.1 Untersuchungen des Untergrundes

Auf dem Standort wurden zwischen 1987 und 2012 zahlreiche Untergrund- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. In Summe wurden aufbauend auf der historischen und aktuellen Nutzungssituation rund 80 Bohrungen zur Erkundung des Untergrundes bzw. zur Herstellung von Grundwassermessstellen abgeteuft und daraus mehr als 200 Untergrundproben entnommen und analysiert.

In Abbildung 11 sind die Ergebnisse aller Gesamtgehaltsuntersuchungen hinsichtlich des Parameters Chrom gesamt seit dem Jahr 1999 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass auf dem Standort großflächig eine Grundbelastung durch Chrom gegeben ist, die sich in Konzentrationen zwischen etwa 50 mg/kg und 500 mg/kg ausdrückt. Diese Verunreinigung ist fast ausschließlich auf die obersten beiden Meter des Untergrundes beschränkt.

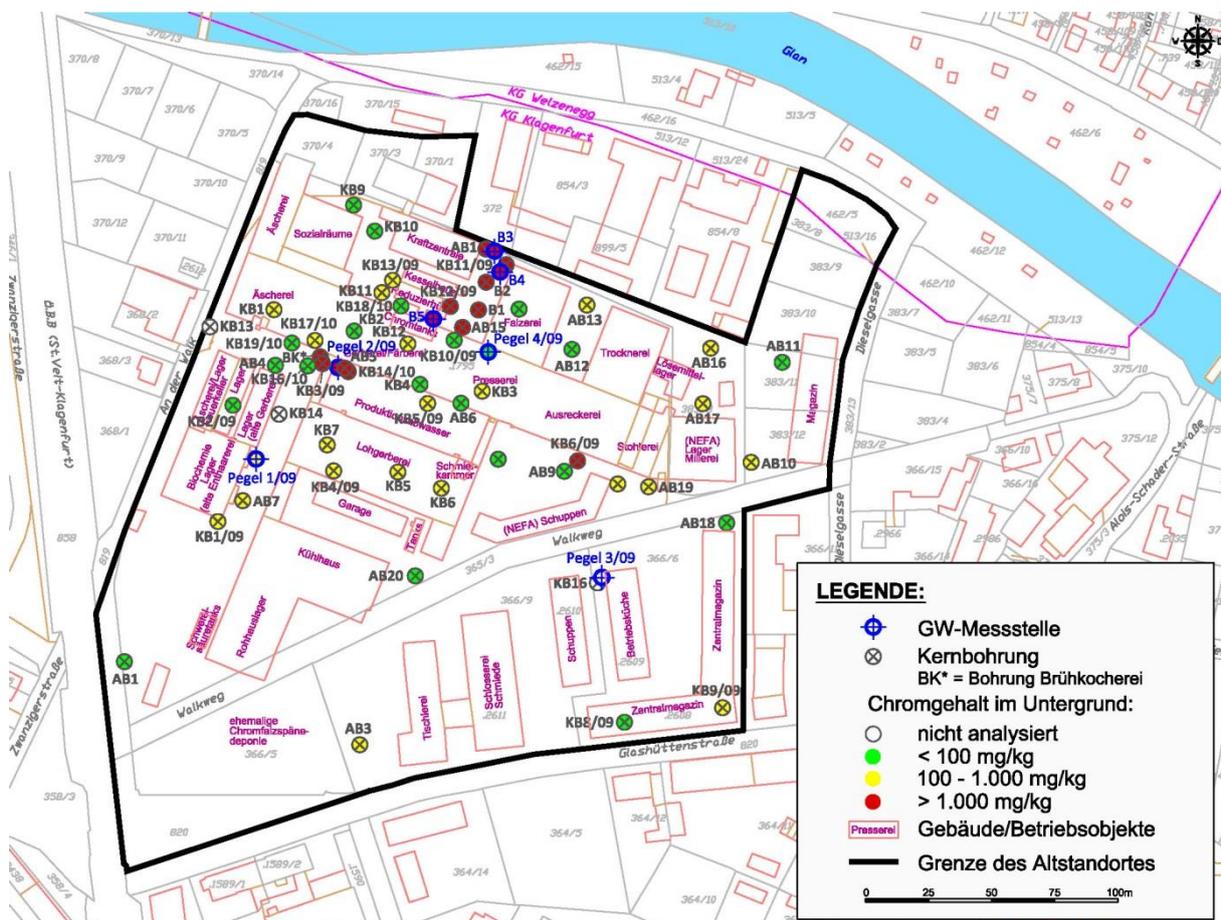


Abbildung 11: Chromgesamtgehalte im Untergrund

Höhere Konzentrationen sowie Konzentrationen > 500 mg/kg in größerer Tiefe konnten mit einer Ausnahme (KB6/09 im Bereich „Ausreckerei“: 1.200 mg/kg bis 1 m Tiefe) nur in drei Bereichen festgestellt werden (siehe Abbildung 17). Diese drei Schadenszentren („Hot Spots“) können folgendermaßen charakterisiert werden:



- Bereich „Reduzierhütte Nord“
 - Bohrungen B2, B3, B4, AB14, KB11/09 (siehe Abbildung 12)
 - Kontaminationsschwerpunkt in 6 m bis 10 Tiefe
 - Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis 10.000 mg/kg (Mittel: rund 2.000 mg/kg)
 - Chrom gesamt im Eluat: B2, B3: < 0,5 mg/kg; B4: bis 30 mg/kg; AB14: bis 2 mg/kg; KB11/09: bis 10 mg/kg
 - Fläche: rund 400 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergrundvolumen: rund 1.600 m³

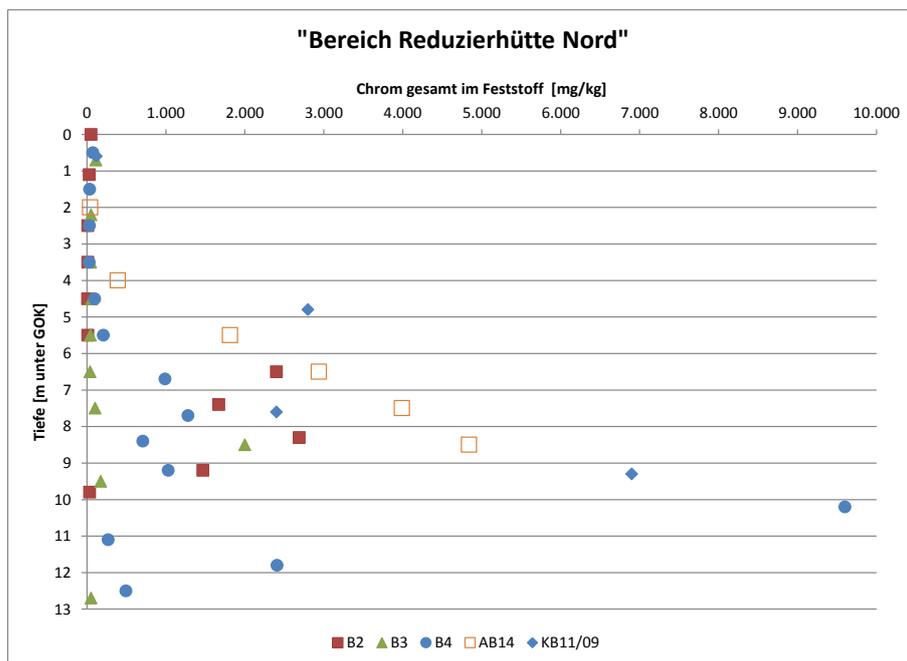


Abbildung 12: Tiefenspezifische Chromgehalte im Bereich „Reduzierhütte Nord“

- Bereich „Reduzierhütte Süd“
 - Bohrungen B1, B5, AB15, KB12/09 (siehe Abbildung 13)
 - Kontaminationsschwerpunkt in 0 m bis 4 m Tiefe
 - Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis > 10.000 mg/kg (Mittel: rund 2.000 mg/kg)
 - Chrom gesamt im Eluat: B1 < 0,5 mg/kg; AB15: 1 mg/kg; B1: bis 9 mg/kg; B5: bis 40 mg/kg
 - Fläche: rund 400 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergrundvolumen: rund 1.600 m³

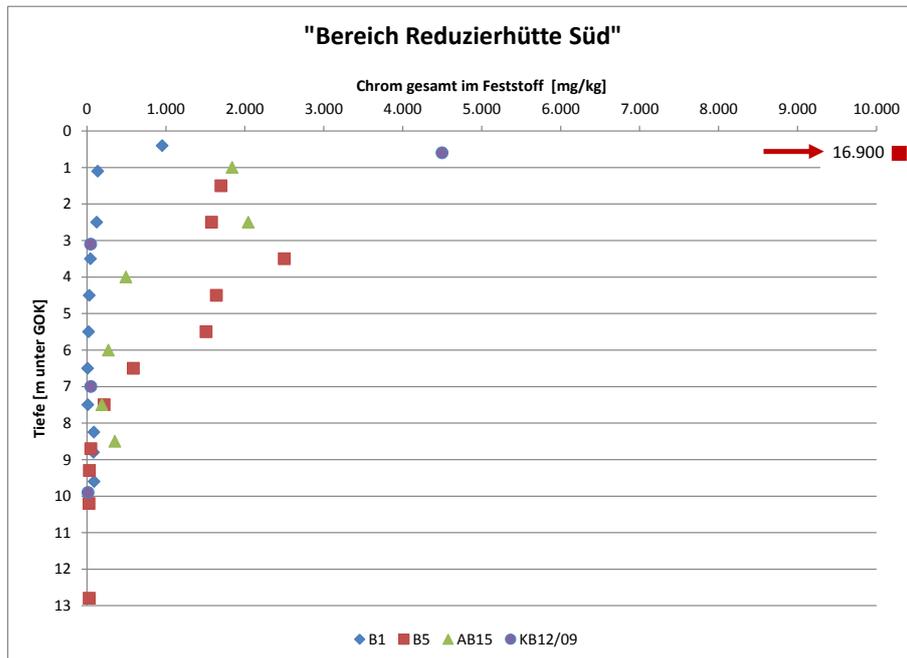
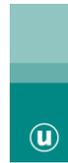


Abbildung 13: Tiefenspezifische Chromgehalte im Bereich „Reduzierhütte Süd“

- Bereich „Brühkocherei“
 - Bohrungen KB3/09, KB14/09, Pegel 2/09, „Bohrung Brühkocherei“ (siehe Abbildung 14)
 - Kontaminationen: 0 m bis 12 m Tiefe
 - Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis > 20.000 mg/kg
 - Chrom gesamt im Eluat: Bohrung Brühkocherei: bis 50 mg/kg; KB3/09: bis 10 mg/kg
 - Fläche: rund 300 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergroundvolumen: rund 3.600 m³

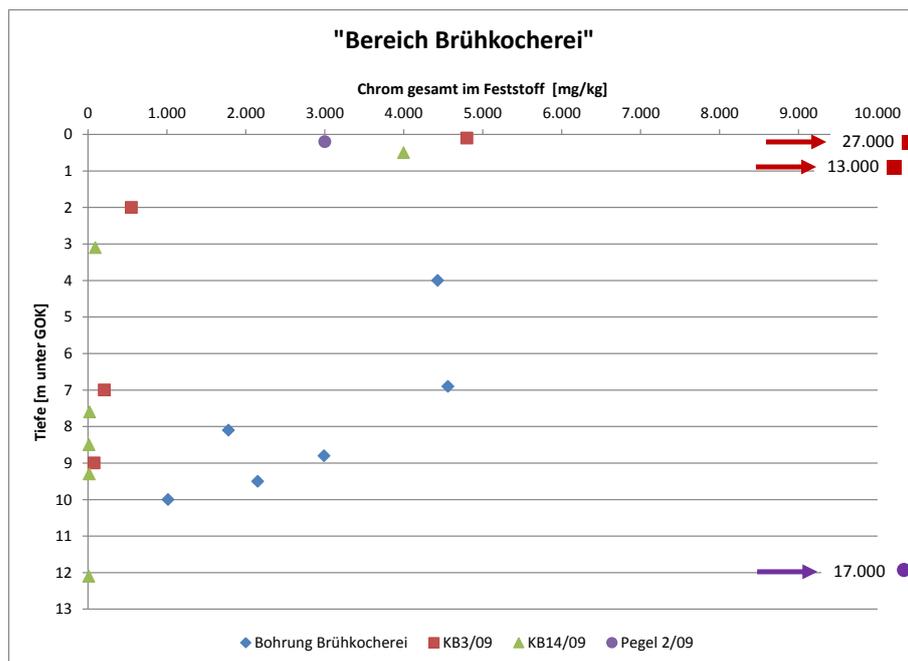
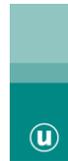


Abbildung 14: Tiefenspezifische Chromgehalte im Bereich „Brühkocherei“

Ein durchgeführter Säulenversuch lässt vermuten, dass in den erheblich kontaminierten Bereichen langfristig praktisch das gesamte im Untergrund vorhandene Chromat potentiell mobilisierbar ist. Umgelegt auf die im Untergrund vorhandene Schadstoffmenge würde dies theoretisch einen relevanten Schadstoffaustrag über mehrere Jahrhunderte bedeuten.

3.5.2 Untersuchungen des Grundwassers

Auf dem Standort „Lederfabrik Neuner“ werden seit dem Jahr 1987 Grundwasseruntersuchungen durchgeführt, die auf hohe Chrombelastungen des Grundwassers ausgehend vom zentralen Teil des Altstandortes hinwiesen. Diese Belastungen blieben über den gesamten Untersuchungszeitraum von rund 25 Jahren relativ konstant. In Abbildung 15 ist der zeitliche Verlauf der Chromkonzentrationen im diskontinuierlich betriebenen Tiefbrunnen II und im stillgelegten Mittelhofbrunnen zwischen 1987 und 2012 dargestellt. Im Tiefbrunnen II lagen die Konzentrationen, teilweise in Abhängigkeit vom Grundwasserstand, zwischen 0,05 mg/l und 0,25 mg/l. Im Bereich des Mittelhofbrunnens ist das Grundwasser ähnlich hoch belastet. Die deutlich ausgeprägten Konzentrationsspitzen sind wahrscheinlich auf eine verminderte Kommunikation des Mittelhofbrunnens mit dem umgebenden Grundwasser zurückzuführen, die sich auch in dessen Verhalten im Zuge des Langzeitpumpversuches zeigte (siehe Abbildung 8). Das langjährige Mittel der Chromkonzentrationen in den beiden Messstellen liegt bei 0,18 mg/l (Median des Parameters Chrom gesamt). Dabei handelt es sich zum Großteil um die Chrom-VI-Spezies, für die in der ÖNORM S 2088-1 ein Maßnahmenschwellenwert von 0,01 mg/l festgelegt ist.

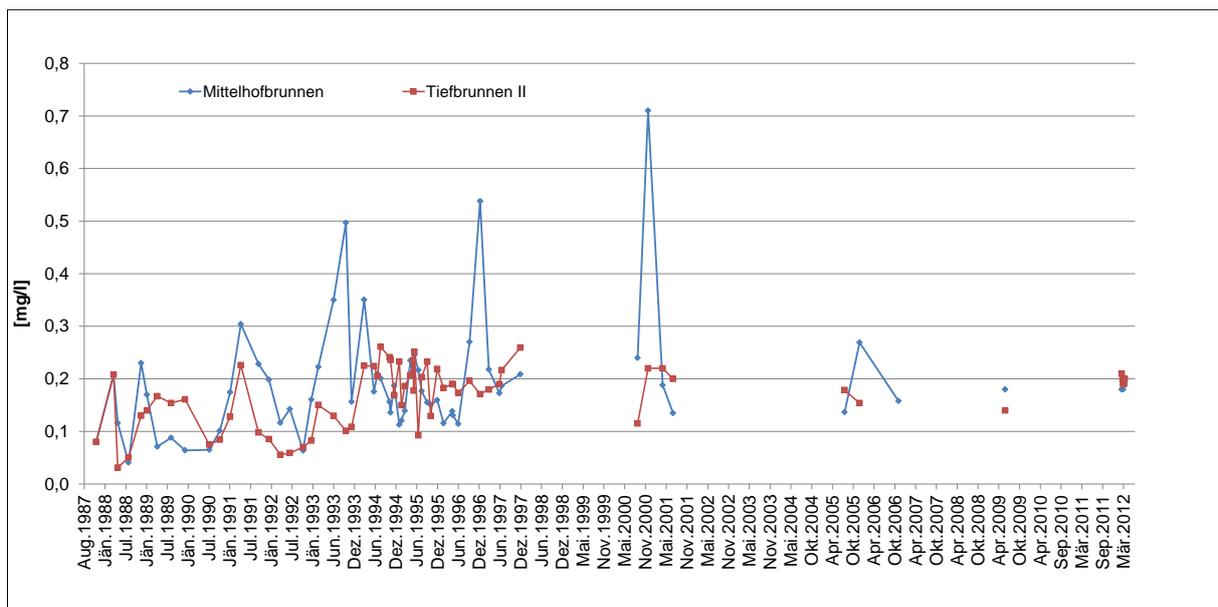


Abbildung 15: Zeitlicher Verlauf der Chromkonzentrationen im Grundwasser an den Messstellen Tiefbrunnen II und Mittelhofbrunnen

Abbildung 16 zeigt die durchschnittliche Verteilung der Grundwasserbelastungen auf dem Standort. Die Chrom-Konzentrationen im unmittelbaren Bereich der Schadenszentren stellen sich sehr unterschiedlich dar. Während im Bereich der „Brühhocherei“ (Pegel 2/09) Chromkonzentrationen im Grundwasser von etwa 0,5 mg/l nachzuweisen waren, lagen sie im Bereich „Reduzierhütte Süd“ (B5, Pegel 4/09) bei rund 0,07 mg/l und im Bereich „Reduzierhütte Nord“ deutlich unter 0,01 mg/l.

Entsprechend seiner Lage ist der Tiefbrunnen II mit seiner mittleren Chromkonzentration von 0,18 mg/l für alle drei oben beschriebenen Schadenszentren repräsentativ. Durch seine Sperrwirkung sind die Konzentrationen im Abstrom des Tiefbrunnens II (z. B. Pegel 3/09, GW2) deutlich geringer, sie bewegen sich im Bereich von 0,05 mg/l.

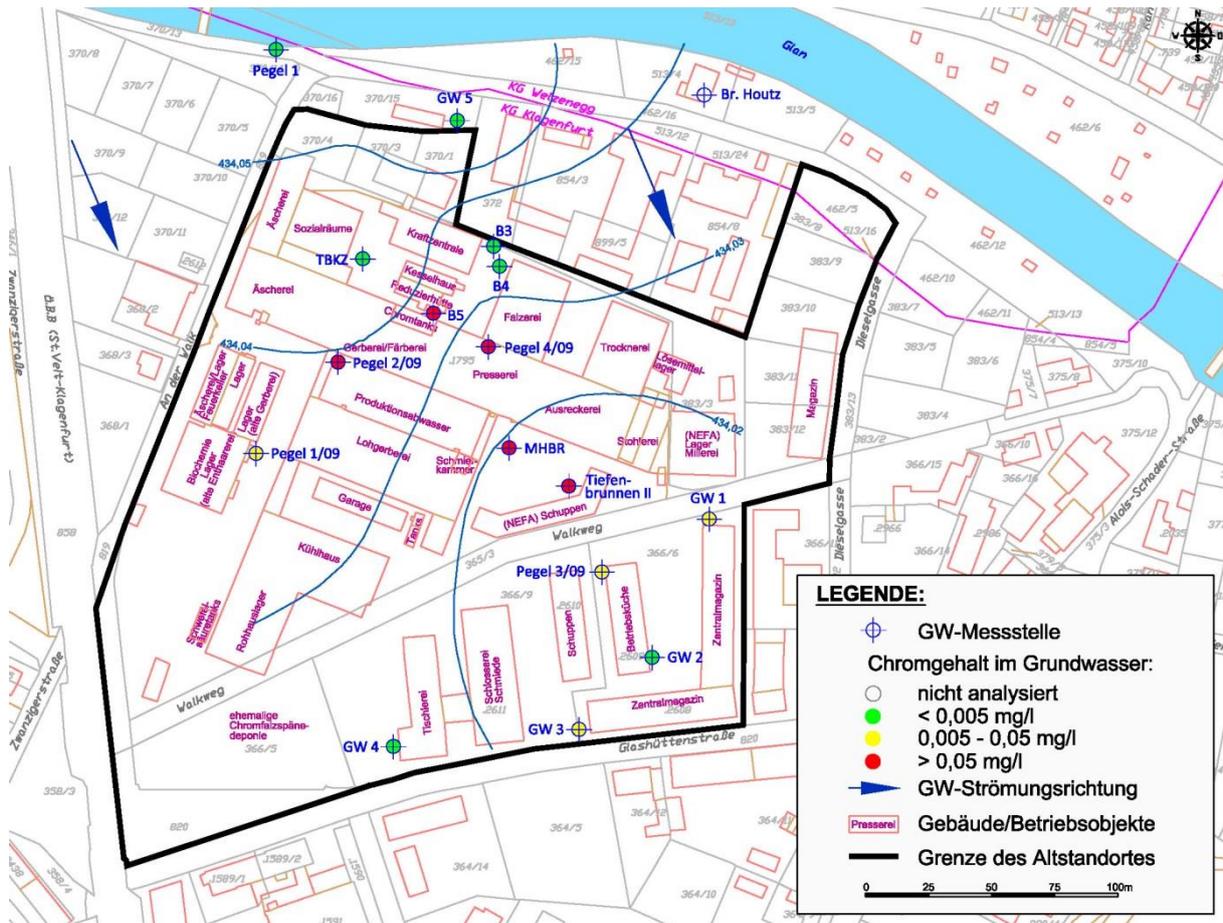


Abbildung 16: Durchschnittliche MHBR Chrombelastung des Grundwassers (Isohypsen: Juni 2009)

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Auf dem Altstandort „Lederfabrik Neuner“ wurde zumindest seit dem Jahr 1922 eine Chromgerberei und Färberei zur Erzeugung von Lederwaren mit den dafür typischen Produktionsbereichen wie Äscherei, Gerberei, Färberei, Presserei und Falzerei betrieben. Zur Gewinnung des für den Gerbvorgang notwendigen dreiwertigen Chroms wurde auf dem Standort sechswertiges Chrom (Chrom-VI) reduziert. Auf dem Areal befanden sich zudem eine Deponie für Lederabfälle (Chromfalzspäne) sowie Schächte und Absetzbecken, die chromhaltige Schlämme enthielten. Sowohl die Lederabfälle als auch die Schlämme wurden in den 1990er-Jahren großteils entfernt.

Der Untergrund wird im Bereich des Standortes aus alluvialen Sedimenten der Glan gebildet. Unter einer etwa 1 m bis 2 m mächtigen anthropogenen Anschüttung befindet sich ein sandig-kiesiges Sedimentpaket, das im südlichen Bereich des Altstandortes bis in etwa 10 m und im nördlichen Bereich (in Richtung Glan) bis in ca. 20 m Tiefe reicht. Unter den sandig-kiesigen Sedimenten befindet sich ein feinsandiges Sedimentpaket, das im südlichen Bereich bis in etwa 13 m und im nördlichen Bereich bis in ca. 35 m Tiefe reicht und von schluffig-tonigen Sedimenten unterlagert wird, die den Grundwasserstauer darstellen.

Der mittlere Grundwasserspiegel liegt ca. 7 m unter Gelände. Die Aquifermächtigkeit beträgt durchschnittlich 17 m, wobei die Mächtigkeit zwischen 6,4 m und 27 m variiert. Die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters kann im oberen, sandig-kiesigen Bereich mit $2,0E-03$ m/s bis



1,0E-04 m/s angegeben werden. Generell kann für die Umgebung des Altstandortes bei Niedrig- bis Mittelwasserständen der Glan eine in etwa nach Südost verlaufende Grundwasserströmungsrichtung angenommen werden. Die Grundwasserfließrichtung wird jedoch durch den diskontinuierlichen Pumpbetrieb des „Tiefbrunnen II“ – mittlere Entnahmemenge ca. 30 l/s über etwa 15 min pro Tag – und den sich dadurch bildenden Absenktrichter stark beeinflusst. Das hydraulische Gefälle ist sehr gering, im Anstrombereich an den Tiefbrunnen II beträgt es rund 0,5 ‰. Die hydraulische Fracht im zentralen Teil des Standortes, in dem auch die beiden Schadenszentren liegen (Abstrombreite etwa 100 m), beträgt rund 50 m³ pro Tag.

Auf dem Standort wurden zwischen 1987 und 2012 zahlreiche Untergrund- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. In Summe wurden aufbauend auf der historischen und aktuellen Nutzungssituation rund 80 Bohrungen zur Erkundung des Untergrundes bzw. zur Herstellung von Grundwassermessstellen abgeteuft und daraus mehr als 200 Untergrundproben entnommen und analysiert.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass auf dem Standort großflächig eine Grundbelastung durch Chrom gegeben ist, die sich in Konzentrationen zwischen etwa 50 mg/kg und 500 mg/kg ausdrückt. Diese Verunreinigung ist fast ausschließlich auf die obersten beiden Meter des Untergrundes beschränkt.

Höhere Konzentrationen sowie Konzentrationen > 500 mg/kg in größerer Tiefe konnten in drei Bereichen festgestellt werden (siehe Abbildung 17). Diese drei Schadenszentren („Hot Spots“) können folgendermaßen charakterisiert werden:

- Bereich „Reduzierhütte Nord“
 - Kontaminationsschwerpunkt in 6 m bis 10 m Tiefe: Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis 10.000 mg/kg (Mittel: rund 2.000 mg/kg)
 - Fläche: rund 400 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergrundvolumen: rund 1.600 m³

- Bereich „Reduzierhütte Süd“
 - Kontaminationsschwerpunkt in 0 m bis 4 m Tiefe: Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis > 10.000 mg/kg (Mittel: rund 2.000 mg/kg)
 - Fläche: rund 400 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergrundvolumen: rund 1.600 m³

- Bereich „Brühkocherei“
 - Kontaminationen in 0 m bis 12 m Tiefe: Chrom-Gesamtgehalte: 1.000 mg/kg bis > 20.000 mg/kg
 - Fläche: rund 300 m²
 - Erheblich kontaminiertes Untergrundvolumen: rund 3.600 m³

Die drei durch Chrom verunreinigten Bereiche stellen ob ihrer Intensität und ihres Ausmaßes erhebliche Kontaminationen des Untergrundes dar. Es ist davon auszugehen, dass in diesen Bereichen langfristig praktisch das gesamte im Untergrund vorhandene Chromat potentiell mobi-



lisierbar ist. Umgelegt auf die im Untergrund vorhandene Schadstoffmenge würde dies theoretisch einen relevanten Schadstoffaustrag über mehrere Jahrhunderte bedeuten.

Auf dem Standort „Lederfabrik Neuner“ wurden seit dem Jahr 1987 Grundwasseruntersuchungen durchgeführt, die auf hohe Chrombelastungen des Grundwassers im zentralen Teil des Altstandortes hinweisen. Diese Belastungen blieben über den gesamten Untersuchungszeitraum von rund 25 Jahren relativ konstant. Das langjährige Mittel der Chromkonzentrationen in den beiden im Abstrom der Schadenszentren liegenden Brunnen „Tiefbrunnen II“ und „Mittelhofbrunnen“ liegt bei 0,18 mg/l. Dabei handelt es sich zum Großteil um die Chrom-VI-Spezies, für die in der ÖNORM S 2088-1 ein Maßnahmenschwellenwert von 0,01 mg/l festgelegt ist.

Die Chrom-Konzentrationen im unmittelbaren Bereich der Schadenszentren stellen sich sehr unterschiedlich dar. Während im Bereich der „Brühkocherei“ eine Chromkonzentration im Grundwasser von etwa 0,5 mg/l nachzuweisen war, lag sie im Bereich „Reduzierhütte Süd“ bei rund 0,07 mg/l und im Bereich „Reduzierhütte Nord“ deutlich unter 0,01 mg/l.

Entsprechend seiner Lage ist der Tiefbrunnen II mit seiner mittleren Chromkonzentration von 0,18 mg/l für alle drei oben beschriebenen Schadenszentren repräsentativ. Durch seine Sperrwirkung sind die Konzentrationen im Abstrom des Tiefbrunnens II deutlich geringer, sie bewegen sich im Bereich von 0,05 mg/l.

Zur Abschätzung der im Grundwasser transportierten Chromfracht können unterschiedliche Ansätze herangezogen werden:

- Aus den mittleren Grundwasserkonzentrationen und den hydraulischen Daten gemäß Abschnitt 2.2 lässt sich die Chromfracht im Abstrom der Schadenszentren mit rund 7 g pro Tag grob abschätzen (siehe Tabelle 4 und Tabelle 6).

Tabelle 4: Grobe Abschätzung der Chromfrachten im Grundwasserabstrom der Schadenszentren

	Chrom-Konzentration	repräsentative Abstrombreite	Gewichtete Konzentration	Chrom-Fracht
	[mg/l]	[m]	[mg/l]	[g/d]
Pegel 2/09	0,5	20	0,10	5,4
B5	0,07	30	0,021	1,13
Pegel 4/09	0,06	20	0,012	0,65
B4	0,007	30	0,0021	0,11
Summe	-	100	-	7,3

- Eine Hochrechnung der über den diskontinuierlichen Betrieb des Tiefbrunnens II erfassten Chromfracht ergibt bei einer Förderrate von 27 m³/d und einer durchschnittlichen Konzentration von 0,17 mg/l rund 4,6 g Chrom pro Tag (siehe auch Tabelle 6).
- Der Ende 2008 und Anfang 2009 durchgeführte Langzeitpumpversuch am Tiefbrunnen II ergab eine beidseitig des Tiefbrunnens etwa gleich hohe Grundwasserbelastung und eine Fahnenbreite von rund 100 m (siehe die analytische Auswertung mithilfe des „IPV-Tools“ der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg in Abbildung 9). Die mit dem „IPV-Tool“ aus den Pumpversuchsdaten berechnete Chromfracht im Grundwasser beträgt rund 5 g pro Tag (siehe auch Tabelle 6).
- Eine Abschätzung der über das Sickerwasser in Richtung Grundwasser transportierten Chromfracht kann unter Heranziehung der Arbeitshilfe „Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten“ folgendermaßen durchgeführt werden: Gemäß Ar-



beitshilfe kann die aktuelle Sickerwasserkonzentration durch Herstellung eines Eluats mit einem Wasser/Feststoffverhältnis von 2:1 abgeschätzt werden. Die aktuelle Sickerwasserkonzentration im „Bereich Brühkocherei“ kann daher gemäß Abbildung 6 mit rund 8 mg/l Chromat abgeschätzt werden. Da für die beiden anderen Schadensbereiche keine Ergebnisse aus 2:1-Elutionen vorliegen, werden die Ergebnisse der 10:1-Eluate herangezogen und über das Verhältnis zwischen 10:1- und 2:1-Eluaten, wie es aus Abbildung 6 abgeleitet werden kann (ca. 1:2), aktuelle Sickerwasserkonzentrationen abgeschätzt. Für die „Restfläche“ wird die aktuelle Sickerwasserkonzentration analog aus dem Median aller 10:1-Eluate, die aus dem chromverunreinigten Bereich des Altstandortes stammen, hochgerechnet (siehe Tabelle 5). In dieser Tabelle ist auch der Beitrag der einzelnen Teilflächen an der Schadstoffgesamtfracht dargestellt. Demnach stammen die Schadstoffeinträge hauptsächlich aus den drei Schadenszentren, daneben ist aber auch ein relevanter, „diffuser“ Eintrag aus der „Restfläche“ zu erwarten. Nachdem sich in zumindest zwei der drei Schadenszentren die hochbelasteten Bereiche im Grundwasserschwankungsbereich befinden, wurden schadstoffrückhaltende Prozesse beim Stofftransport in der ungesättigten Zone vernachlässigt. In der Abschätzung wurden auch die Auswirkungen der Injektion eines Reduktionsmittels im Bereich „Brühkocherei“ im Rahmen eines Forschungsprojekts (siehe 3.3) vernachlässigt, da diese nur ein vergleichsweise geringes Untergrundvolumen betrafen.

Tabelle 5: Grobe Abschätzung der Chromfrachten im Sickerwasser der einzelnen Schadensbereiche

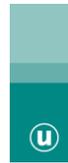
	Konzentration im Eluat	Fläche	Sickerwassermenge	Chromfracht	Beitrag
Schadensbereich	[mg/l]	[m ²]	[m ³ /d]	[g/d]	[%]
Reduzierhütte Nord	2	400	0,25	0,42	12
Reduzierhütte Süd	3	400	0,25	0,65	19
Brühkocherei	8	300	0,18	1,5	42
Restfläche #	0,05	30.000	18	0,92	27
			Summe	3,5	100

Median der „AB-Aufschlüsse“ (siehe Abbildung 11) außerhalb der Schadenszentren

In Tabelle 6 sind die anhand der oben beschriebenen Ansätze abgeschätzten Chromfrachten einander gegenübergestellt. Trotz der methodisch unterschiedlichen Ansätze ergibt sich eine vergleichsweise gute Übereinstimmung der Frachten, die zwischen 3,5 g/d und 7,3 g/d liegen. Aus diesen Ergebnissen kann die „mittlere Chromfracht“ mit rund 5 g Chrom pro Tag abgeschätzt werden. Dieser Wert ist mit vergleichsweise geringen Unsicherheiten behaftet, da alle Ansätze zur Ermittlung der Fracht Ergebnisse in derselben Größenordnung liefern. Da es sich bei der vorliegenden Chrom-Spezies größtenteils um Chrom-VI handelt, ist diese Fracht als erheblich zu klassifizieren.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der mittels unterschiedlicher Ansätze abgeschätzten Chromfrachten im Grundwasser

	Chromfracht [g/d]
Grundwasser	7,3
Tiefbrunnen II (Regelbetrieb)	4,6
Tiefbrunnen II (Langzeitpumpversuch)	5,1
Sickerwasser	3,5



Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auf dem Altstandort „Lederfabrik Neuner“ aufgeteilt auf drei Schadenszentren eine erhebliche Kontamination des Untergrundes mit Chrom gegeben ist (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18). Ausgehend von diesen Kontaminationen ist das Grundwasser im zentralen Teil des Altstandortes stark mit Chrom, vornehmlich in Form der Chrom-VI-Spezies, belastet. Im Grundwasser ist eine etwa 100 m breite Schadstofffahne ausgebildet, deren Einfluss, wie aus historischen Untersuchungen bekannt ist, bis zu 350 m grundwasserstromabwärts reichen kann. Aufgrund seiner Lage in der Schadstofffahne wirkt zurzeit der diskontinuierlich betriebene Tiefbrunnen II als Sperrbrunnen, sodass die Ausbreitung der Chromverunreinigung im Grundwasser über den Tiefbrunnen II hinaus behindert wird.

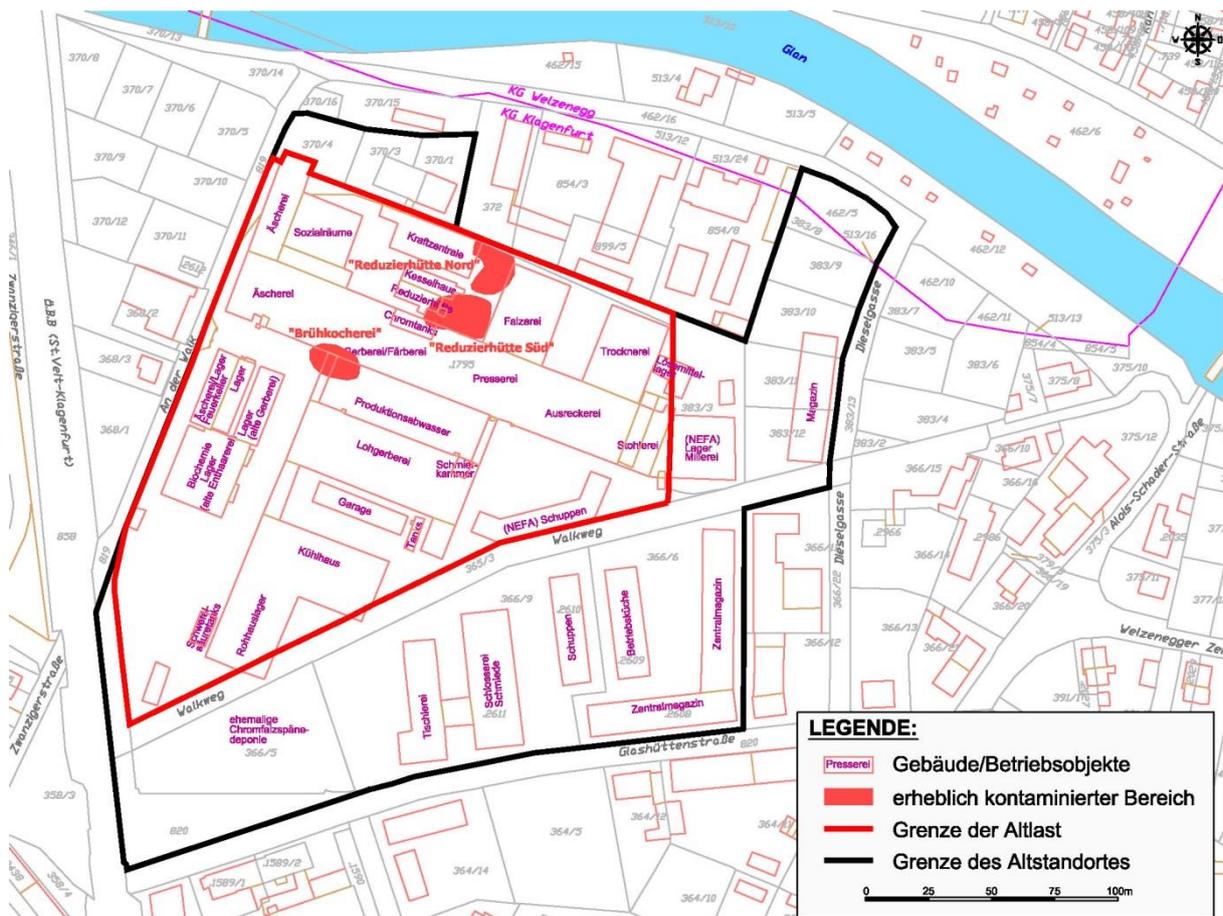


Abbildung 17: Lageskizze der erheblich kontaminierten Untergrundbereiche auf dem Altstandort „Lederfabrik Neuner“

Eine dauerhafte Einstellung des Pumpbetriebes am Tiefbrunnen II würde zu einer weiterreichenden Schadstoffausbreitung führen. Die aktuell im Grundwasser transportierten Chromfrachten sind als erheblich zu klassifizieren. Die derzeit im Grundwasser vorherrschenden chemisch-physikalischen Bedingungen – pH-Werte um 7,5 und Redoxpotentiale zwischen 300 mV und 400 mV – begünstigen grundsätzlich das Auftreten von Chrom-VI. Bleiben diese Randbedingungen sowie der Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad erhalten, ist mittel- und langfristig mit keinen wesentlichen Änderungen in der Schadstoffaustragsdynamik und dem Schadstoffeintrag in das Grundwasser zu rechnen. Eine Verschiebung des pH-Werts in der Bodenlösung im ungesättigten Bereich oder im Grundwasser in den basischen Bereich (\geq pH 8), z. B. durch Einbringung von „gebranntem“ (Calciumoxid) oder „gelöschtem Kalk“ (Calciumhydroxid) zur Bodenstabilisierung,



oder eine Erhöhung des Sickerwassereintrages durch Entsigelung bzw. Abtrag von Gebäuden würde vermutlich zu einem erhöhten Schadstoffeintrag in das Grundwasser führen.

Die erheblich kontaminierten Bereiche des Altstandortes stellen eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

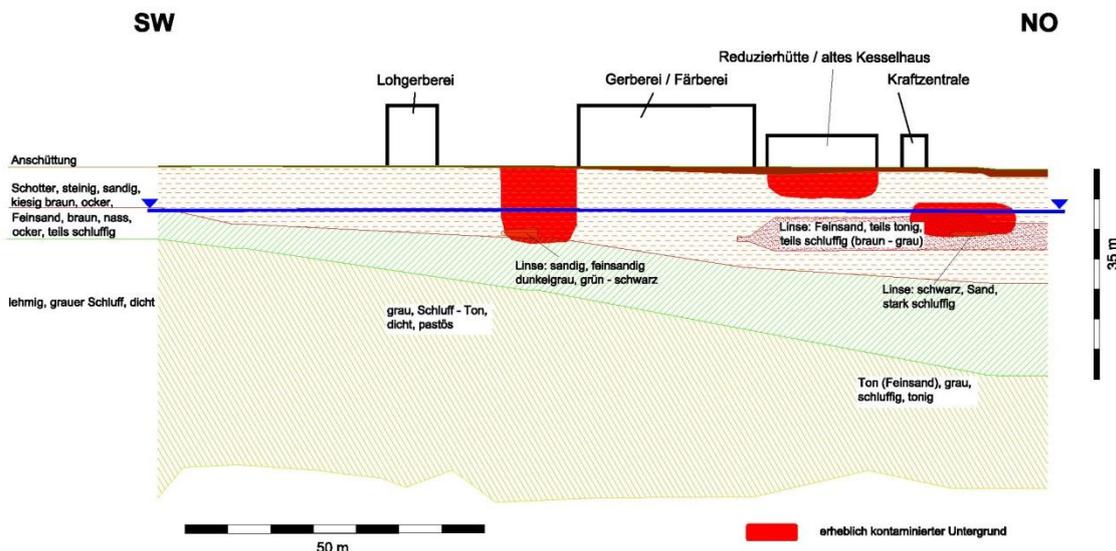


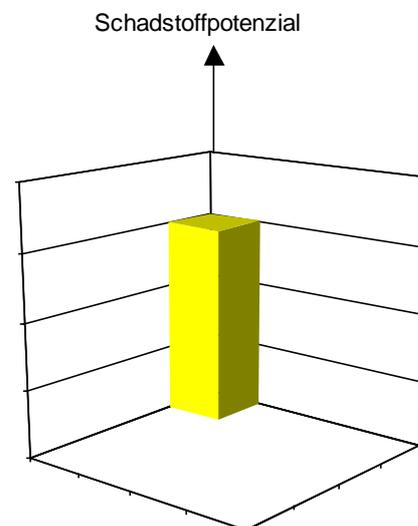
Abbildung 18: Schematischer Schnitt durch die erheblich kontaminierten Untergrundbereiche auf dem Altstandort „Lederfabrik Neuner“

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: sehr hoch (3)

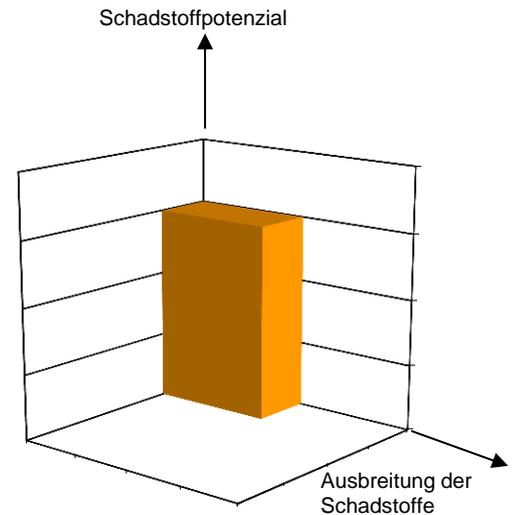
Aufgeteilt auf die drei Schadenszentren „Reduzierhütte Nord“ (400 m²), „Reduzierhütte Süd“ (400 m²) und „Brühkocherei“ (300 m²) sind auf dem Standort erhebliche Kontaminationen des Untergrundes durch Chrom vorhanden. Die Volumina der erheblichen Untergrundkontaminationen können in Summe mit rund 7.000 m³ abgeschätzt werden. Die Grundwassergefährdung wird vor allem durch das gut wasserlösliche sechswertige Chrom (Chrom-VI) verursacht, dem aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften ein sehr hohes Gefährdungspotenzial für das Grundwasser zuzuordnen ist.





5.2 Ausbreitung der Schadstoffe: begrenzt (2)

Die Chrombelastung wurde im Grundwasserabstrombereich bis in eine Entfernung von ca. 150 m nachgewiesen. Hinweise auf eine Beeinflussung der Grundwasserqualität sind aus historischen Untersuchungen bis in eine Entfernung von ca. 350 m vorhanden. Die zurzeit mit dem Grundwasser transportierte Schadstofffracht ist erheblich. Insgesamt ist die Schadstoffausbreitung, auch durch die Sperrwirkung eines diskontinuierlich betriebenen Brunnen („Tiefbrunnen II“), als begrenzt zu bewerten. Eine deutliche Veränderung des beeinflussten Grundwasserbereiches ist mittelfristig nicht zu erwarten.

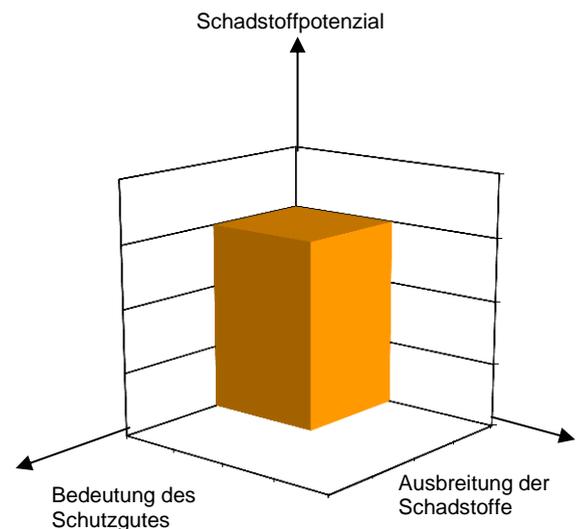


5.3 Bedeutung des Schutzgutes: gut nutzbar (2)

Der betroffene Grundwasserkörper ist quantitativ bedeutend und wird für Nutzwasserzwecke genutzt.

5.4 Vorschlag Prioritätenklasse: 2

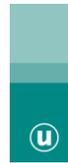
Die Altlast wurde im Jahr 2002 in die Prioritätenklasse 2 eingestuft. Entsprechend der Bewertung der aktuellen Untersuchungsergebnisse, der aktualisierten Gefährdungsabschätzung und den im § 14 Altlastensanierungsgesetz festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt keine Änderung der Einstufung der Altlast K22 „Lederfabrik Neuner“ vor.



6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Derzeit wird im Betrieb auf dem Altstandort nicht mehr produziert sondern lediglich die Anlagen teilweise in Betrieb gehalten bzw. gewartet. Dies ist auch der Grund für den Betrieb des Tiefbrunnens II. Entsprechend dem Ausmaß der vorhandenen Untergrundverunreinigungen sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Unabhängig von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen ist bei der Nutzung des Altstandortes und der Umgebung folgendes zu beachten:

- Durch eine Änderung der Nutzung dürfen sich keine neuen Gefahrenmomente ergeben und der Umweltzustand nicht verschlechtert werden (z.B. zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen). Dies gilt insbesondere für
 - eine dauerhafte Einstellung des Pumpbetriebes am Tiefbrunnen II,



- großflächige Oberflächenentsiegelungs- oder Gebäudeabbruchmaßnahmen oder
- Maßnahmen, die zur Verschiebung des pH-Werts in der Bodenlösung im ungesättigten Bereich oder im Grundwasser in den basischen Bereich (\geq pH 8) führen könnten; z. B. Einbringen von „gebranntem“ (Calciumoxid) oder „gelöschtem Kalk“ (Calciumhydroxid) zur Bodenstabilisierung.

In den genannten Fällen ist entweder mit einer weiterreichenden Schadstoffausbreitung im Grundwasser oder mit einer deutlichen Erhöhung des Schadstoffeintrages in das Grundwasser zu rechnen.

- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen muss sowohl für die Bau- als auch für die Nutzungsphase 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.
- Die bei Tiefbauarbeiten ausgehobenen Abfälle müssen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechend behandelt bzw. entsorgt werden.
- Eine Koordination etwaiger zukünftiger Baumaßnahmen mit möglichen Sanierungsmaßnahmen wäre zweckmäßig.

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Aufgrund der Eigenschaften der Schadstoffe, der Standortverhältnisse, der Verteilung der Schadstoffe im Untergrund (dreidimensionales Schadensbild) sowie der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist bei der Definition des Sanierungszieles insbesondere folgender Gesichtspunkt zu berücksichtigen:

- Der Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser sollte soweit reduziert werden, dass es mittelfristig zu einer dauerhaften Reduzierung der Belastungen im Grundwasser auf ein tolerierbares Maß und zu einer Rückbildung der Schadstofffahne kommt.

Die Festlegung der standortspezifischen Sanierungszielwerte sollte unter Beachtung der beschriebenen Gesichtspunkte erfolgen. Auch zur Überprüfung von Maßnahmen zur Dekontamination der wasserungesättigten Bodenzone müssen Sanierungszielwerte für das Schutzgut Grundwasser festgelegt werden. Sanierungszielwerte sind jedenfalls für die relevanten Parameter Chrom gesamt (Gesamtgehalt Feststoff) sowie Chrom-VI (Eluat und Grundwasser) zu definieren. Darüber hinaus müssen dazu auch die notwendigen Maßnahmen zur Überwachung der Sanierung (z. B. Probenahmestellen; Zeitpunkt und Häufigkeit der Probenahmen) 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

Bei der Durchführung einer Variantenstudie wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Aufgeteilt auf drei Schadenszentren sind auf dem Areal des Altstandortes erhebliche Kontaminationen des Untergrundes vorhanden. In den Bereichen „Reduzierhütte Nord“ und „Redu-



zierhütte Süd“ sind davon jeweils Flächen von rund 400 m² und Volumina von je etwa 1.600 m³ betroffen. Während in ersterem Bereich die Kontaminationen hauptsächlich in einem Tiefenbereich zwischen ca. 6 m bis 10 m vorliegen, ist in letzterem der oberflächennahe Untergrund bis in eine Tiefe von ca. 4 m erheblich kontaminiert. Im Bereich „Brühkocherei“ sind auf einer Fläche von etwa 300 m² rund 3.600 m³ Untergrund bis in etwa 12 m Tiefe erheblich kontaminiert.

- Entsprechend dem Schadensbild und den Standortverhältnissen sind im Bereich der drei Schadenszentren sowohl (Teil-)Aushübe als auch In-Situ-Verfahren zur Dekontamination oder Immobilisierung von Chromat sowie Kombinationen dieser Maßnahmen grundsätzlich möglich.
- Nachdem davon auszugehen ist, dass auch außerhalb der Schadenszentren ein relevanter, „diffuser“ Schadstoffeintrag in das Grundwasser stattfindet, ist zu prüfen, inwieweit Teildekontaminationen an einzelnen oder allen Schadenszentren als alleinige Maßnahme ausreichend sind.
- Beim Einsatz von Verfahren zur Immobilisierung von Chromat ist zu prüfen, inwieweit dadurch der pH-Wert der Bodenlösung im ungesättigten Bereich oder des Grundwassers beeinflusst wird. Eine Erhöhung der pH-Werts auf ≥ 8 ist zu vermeiden.

Dr. Gernot Döberl e.h.
(Abteilung Altlasten)



Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Altlast K 22 „Lederfabrik Neuner“. Prioritätenklassifizierung. September 2002, Wien.
- Messbericht Pumpversuch. Langzeitpumpversuch im Rahmen ergänzenden Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG für die Altlast K22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Mai 2008, Klagenfurt.
- Bericht zu den Vorarbeiten der ergänzenden Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG für die Altlast K22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Dezember 2008, Klagenfurt.
- 1. Zwischenbericht. Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG – Altlast K22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Oktober 2010, Klagenfurt.
- 2. Zwischenbericht. Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG – Altlast K22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. November 2010, Klagenfurt.
- Beweissicherung Grundwasser – Zwischenbericht. Beweissicherung im Rahmen der ergänzenden Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG für die Altlast K22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Juni 2012, Klagenfurt.
- Endbericht. Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG – Altlast K 22 „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Oktober 2012, Klagenfurt.
- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 14 ALSAG. Ermittlung des Löslichkeitspotenzials von Chromat am Standort der Altlast K 22 – „Lederfabrik Dr. Hans Neuner“. Dezember 2012, Klagenfurt.
- In-Situ Sanierung von Chromschäden durch Reduktionsprozesse. Endbericht KPC-Antragsnummer A420011. November 2012, Leoben.
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser. September 2004.
- Arbeitshilfe zur Abschätzung von Sickerwasserbelastungen an kontaminierten Standorten. 2011, Wien.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: IPV-Tool – Excel-Anwendung zur Planung/Nachberechnung von (Immissions-)Pumpversuchen und zur analytischen Auswertung gemessener Schadstoffkonzentrationen. Stuttgart, 2007.

Die ergänzenden Untersuchungen wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.

Folgende zusätzliche Unterlagen wurden dem Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt:

- Ergebnisse von Untersuchungen vor dem Jahre 1999 sowie der „Bohrung rei“ (2007) vom Amt der Kärntner Landesregierung
- Ergebnisse im Rahmen eines Forschungsprojektes von der Montanuniversität Leoben
- Ergebnisse des Langzeitpumpversuches über die geplante Dauer hinaus vom Liegenschaftseigentümer