

Stuttgart, 10.06.2015

MAGPlan – Bewirtschaftungsplan zur Sicherstellung eines guten chemischen Grundwasserzustandes durch Vermeidung von Schadstoffeinträgen aus Altlasten

Mitteilungsvorlage

Vorlage an	zur	Sitzungsart	Sitzungstermin
Ausschuss für Umwelt und Technik	Kenntnisnahme	öffentlich	23.06.2015
Verwaltungsausschuss	Kenntnisnahme	öffentlich	01.07.2015

Bericht:

Im Rahmen des EU-geförderten Projekts „MAGPlan – Bewirtschaftungsplan zur Sicherstellung eines guten chemischen Grundwasserzustandes durch Vermeidung von Schadstoffeinträgen aus Altlasten“ wurde ein Grundwassermanagementplan für das Nesenbachtal im Bereich der Stuttgarter Innenstadt erarbeitet. Der Plan definiert wichtige Maßnahmen, um das Ziel, die natürliche Reinheit des Mineralwassers wiederherzustellen, zu erreichen. Grundlage ist die integrale Grundwasseruntersuchung, mit der die Herkunft der seit den 1980er Jahren in den Mineral- und Heilquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und –Berg nachgewiesenen Verunreinigungen mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCKW) weitgehend geklärt werden konnte.

Dabei wurden umfangreiche vorhandene Unterlagen und Daten ausgewertet, Messungen und Untersuchungen durchgeführt, 18 neue Grundwassermessstellen mit Tiefen bis zu 92 Metern errichtet sowie innovative Verfahren wie Isotopen-, Spurenstoff- und Mikrokosmen-Untersuchungen eingesetzt.

Mit Hilfe der gewonnenen Daten wurde ein dreidimensionales Hydrogeologisches Modell zur Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften des Systems und der darin ablaufenden Prozesse erstellt. Mit dem numerischen Strömungs- und Transportmodell konnten ein naturnahes Abbild der komplexen Vorgänge erstellt, Annahmen überprüft, natürliche Abbauprozesse erkannt und quantifiziert werden. Die Ergebnisse können jetzt mit dem internetbasierten Werkzeug MAG-IS von der Verwaltung abgerufen werden. Sie unterstützen die Verwaltung bei der Altlastenbearbeitung und stehen künftig zur Beurteilung des schadstoffspezifischen

Die 26 km² große Projektfläche umfasst das Nesenbachtal im Stuttgarter Talkessel mit der Innenstadt im direkten Zustrom auf die Mineral- und Heilquellen sowie Teile des Cannstatter Neckartals mit den Quellen.

Mit der integralen Untersuchung ist es gelungen,

- die Schadstofffahnen in allen betroffenen Grundwasserleitern zu erfassen,
- die von einzelnen Standorten ausgehenden lateralen und vertikalen Ausbreitungspfade der LCKW zu erkennen, einzugrenzen und die Zusammenhänge zwischen den Schadstoffherden und den Schadstofffahnen im Grundwasser aufzuzeigen,
- die fünf für den Mineralwasserkörper besonders relevanten Schadstoffeintragstellen im Nesenbachtal zu identifizieren und deren Relevanz für die Mineralwasserqualität zu bestimmen,
- die grundwasserrelevanten Schadstoffeinträge und Schadstoffausträge für das Projektgebiet zu bilanzieren,
- das Ausmaß natürlicher Abbauvorgänge, welche für die Ermittlung des Sanierungsbedarfs von großer Bedeutung sind, zu quantifizieren,
- die notwendigen Grundlagen für die gezielte Sanierung der Altlasten mit relevanten Einträgen in das Mineralwasser zu schaffen.

Zusammengefasst wurden diese Ergebnisse in dem Grundwassermanagementplan, der ein Rahmensanierungskonzept und ein Monitoringprogramm enthält. Für jeden Standort, der die Mineral- und Heilquellen oder das Grundwasser des Oberen Muschelkalks negativ beeinflusst, wurde eine Priorität festgelegt und ein Sanierungskonzept erstellt. Ziel ist die Grundwasserqualität des zweitgrößten Mineralwasservorkommens in Europa in den nächsten 10 Jahren mit den effektivsten und wirtschaftlichsten Verfahren zu verbessern.

Ein wichtiges Ergebnis des Projektes ist, dass die bisher durchgeführten Untersuchungen und Sanierungen geeignet und notwendig waren, um die LCKW-Einträge zu erkennen und die Auswirkungen zu vermindern. Die Beibehaltung der gegenwärtigen Pump&Treat-Sanierung sichert den Status quo und verhindert eine Verschlechterung, führt aber in absehbarer Zeit auch zu keiner deutlichen Verbesserung der Situation in den Mineral- und Heilquellen. Die Schadstofffahne aus der Innenstadt wird sich nicht weiter in Richtung der Mineral- und Heilquellen ausdehnen.

Das Projektergebnis ermöglicht es, die Sanierung zu optimieren, indem die bisher praktizierten Sicherungsmaßnahmen um Dekontaminierungen ergänzt werden. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die Sanierungsdauer deutlich zu verkürzen und die Sanierung insgesamt kostengünstiger zu gestalten.

Die Maßnahmen und die von den Gutachtern plausibel ermittelten Kosten verteilen sich auf die Jahre 2016 bis 2026. Es wird angestrebt, die Standorte der Prioritäten 1 (Heilquellenrelevanz) und 2 (Mineralwasserrelevanz) entsprechend ihrer Priorisierung anzugehen.

Hierzu müssen in den Jahren 2016/2017 weitere Untersuchungen zur Vorbereitung der Dekontaminierungen und zur Gefahrerforschung durchgeführt werden. Diese sind mit Kosten i. H. v. 1,3 Mio. EUR verbunden. Darauf aufbauend sollen die innovativen Dekontaminierungstechniken durch Pilotversuche an den drei Standorten in städtischer Zuständigkeit auf ihre Eignung hin überprüft werden. Dafür sind in den Jahren 2018/2019 rund 1,5 Mio. EUR aufzuwenden.

Sanierungen in städtischer Zuständigkeit sind auf den Standorten Rümelinstraße 24 - 30, Rotebühlstraße 171 und Nesenbachstraße 48 erforderlich. Dafür werden in den Jahren 2020 bis 2025 rund 10,2 Mio. EUR veranschlagt. Gefahrerforschungsmaßnahmen sind durchzuführen an den privaten Standorten Dornhaldenstraße 5 und Prag-/Löwentorstraße.

Das laufende Monitoringprogramm für die Mineral- und Heilquellen bedarf einer Ergänzung. Dazu sind 220.000 EUR an einmaligen Kosten und jährlich 25.000 EUR für die Überwachung erforderlich.

Insgesamt ergeben sich für die Jahre 2016 bis 2026 Kosten i. H. v. 13,5 Mio. EUR. Hierfür wird die Rückstellung für Altlasten im Rahmen des Jahresabschlusses bedarfsgerecht angepasst. In jedem Einzelfall wird geprüft, ob Förderprogramme, z.B. nach Förderrichtlinien Altlasten Baden-Württemberg, in Anspruch genommen werden können. Die vorgeschlagene Vorgehensweise ist für die Stadt der kostengünstigste und effizienteste Weg, um die Reinheit des Mineralwassers in absehbarer Zeit wieder herzustellen.

Eine Darstellung der durchgeführten Maßnahmen, der erzielten Ergebnisse und der Schlussfolgerungen enthält Anlage 1, eine Zusammenstellung der Kosten Anlage 2.

Eine umfassende Darstellung aller Maßnahmen und Ergebnisse enthält das Buch „Chlorierte Kohlenwasserstoffe im Grundwasser – Untersuchungsmethoden, Modelle und ein Managementplan für Stuttgart“, das im Springer-Vieweg-Verlag erscheint und bei der MAGPlan-Konferenz am 2. und 3. Juli 2015 im Haus der Wirtschaft vorgestellt wird.

Beteiligte Stellen

Referat WFB, Referat T

Vorliegende Anträge/Anfragen

Keine.
Keine.

Matthias Hahn
Bürgermeister

Anlage 1: MAGPlan - Bewirtschaftungsplan zur Sicherstellung eines guten chemischen Grundwasserzustandes durch Vermeidung von Schadstoffeinträgen aus Altlasten
Anlage 2:
Maßnahmen zur LCKW-Sanierung beim Mineral- und Heilquellen-System Stuttgart

Inhaltsverzeichnis :

1. Veranlassung	Seite 4
2. Das LIFE-Projekt MAGPlan	Seite 5
3. Durchgeführte Maßnahmen	Seite 5
4. Untersuchungsergebnisse des Projektes	Seite 7
5. Bewertung der LCKW-Kontamination im Mineralwassersystem	Seite 10
6. Notwendige Maßnahmen	Seite 12
Sanierungskonzept für das Nesenbachtal	Seite 13
- Standort Rümelinstraße 24 – 30	Seite 13
- Standort Dornhaldenstraße 5	Seite 14
- Standort Rotebühlstraße 171	Seite 15
- Standort Nesenbachstraße 48	Seite 16
- Standort Prag-/Löwentorstraße	Seite 17
Monitoringprogramm	Seite 17

1. Veranlassung

MAGPlan – Bewirtschaftungsplan zur Sicherstellung eines guten chemischen Grundwasserzustandes durch Vermeidung von Schadstoffeinträgen aus Altlasten

MAGPlan – Management Plan to prevent threats from point sources on the good chemical status of groundwater in urban areas

Hintergrund des Projektes ist der langjährige und weit verbreitete Einsatz leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe (LCKW) im Stadtgebiet, der zu einer erheblichen Verunreinigung von bis zu sechs Grundwasserstockwerken im Keuper geführt hat. Betroffen ist zudem auch der darunter folgende Grundwasserleiter Oberer Muschelkalk, der im Stuttgarter Talkessel in Tiefen von 30 bis 80 Metern unter Gelände liegt. Dem Oberen Muschelkalk entspringen die Bad Cannstatter und Berger Heilquellen mit einer Schüttung von ca. 500 l/s (einschließlich „wilder“ Austritte in den Neckar). Im Neckartal zwischen Bad Cannstatt und Berg fassen 12 Brunnen hochkonzentriertes und kohlen säurereiches Mineralwasser. Diese so genannten hochkonzentrierten Mineralquellen, die zu Kur-, Heil und Badezwecken in einer Menge von ca. 165 Liter pro Sekunde genutzt werden, sind aufgrund ihrer therapeutischen Wirkung als Heilquellen staatlich anerkannt. Aus fünf weiteren Fassungen und der weitgehend natürlichen Mombachquelle treten ca. 100 Liter pro Sekunde gering mineralisiertes und kohlen säurearmes Mineralwasser aus, das zu Badezwecken und als Brauchwasser genutzt wird.

Nach drei Jahrzehnten der Altlastenbearbeitung in Stuttgart sind zwischenzeitlich viele einzelne Standorte untersucht und in Sanierung. Ein nachhaltiger Rückgang der LCKW-Konzentrationen in den Mineral- und Heilquellen konnte bislang nicht festgestellt werden. In den niederkonzentrierten Mineralquellen sind bei Beginn der Untersuchungen im Jahre 1983 LCKW bis zu 25 µg/l in einzelnen Brunnen nachgewiesen worden. Seit 1986 konnte ein Konzentrationsniveau von unter 10 µg/l erreicht werden. Derzeit liegt die LCKW-Summe bei 1 bis 3 µg/l. In den als Heilquellen staatlich anerkannten Fassungen mit hochkonzentriertem Mineralwasser wurden erstmals 1991 und 1992 LCKW in Spuren festgestellt. In den Berger Quellen werden seit 1992 LCKW gemessen, aktuell sind diese mit 1 bis 2 µg/l LCKW verunreinigt. In der Leuzequelle ergeben sich konstant LCKW-Gehalte von unter 1 µg/l.

Als Wirtschafts- und Kulturgut ist der Stuttgarter Mineralwasserschatz mit seinen staatlich anerkannten Heilquellen, deren Akkreditierung eine natürliche Reinheit voraussetzt, besonders zu schützen. In den „Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen“ empfiehlt der Deutsche Heilbäderverband e.V. den Betreibern von Heilbrunnen, „die gesetzlichen Vorschriften über den Umweltschutz ... im Sinne von Mindestanforderungen...“ anzuwenden. Im Deutschen Bäderbuch wird als Prüfkriterium für die natürliche Reinheit natürlicher Mineralwässer der Wert von 1 µg/l für jede Einzelspezies, d.h. jeweils für Tetrachlorethen und Trichlorethen, vorgeschlagen.

Wir sind daher verpflichtet, die natürliche Reinheit wiederherzustellen, soweit dies technisch möglich ist.

2. Das LIFE-Projekt MAGPlan

Im Programm LIFE+ 2008 **führt** Stuttgart gemeinsam mit der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) das Projekt MAGPlan durch. Dafür hat die Europäische Kommission eine Förderung von 50 % der förderfähigen Kosten, maximal 1.729.675 EUR zugesagt. Diese Förderung ist weitgehend ausgeschöpft. Der exakte Förderbetrag wird nach Feststellung des Aufwands berechnet.

Die Laufzeit von MAGPlan beträgt 69 Monate. Das Projekt begann am 01.01.2010 und wird am 30.09.2015 enden.

Ziel des Projektes ist es, durch eine gesamtheitliche (integrale) Untersuchung die Ursachen der LCKW-Verunreinigungen in den Mineral- und Heilquellen zu ermitteln und für die relevanten Standorte Sanierungskonzepte als Teile des Grundwassermanagementplans zu entwickeln.

3. Durchgeführte Maßnahmen

Trotz umfangreicher Untersuchungen an ausgewählten Standorten, die insbesondere die oberflächennahen Grundwasserleiter umfassten, sowie der zahlreichen punktuellen Grundwassersanierungsmaßnahmen, bestanden zu

Projektbeginn noch erhebliche Kenntnisdefizite bzgl. der Schadstoffverlagerung in den tiefen Grundwasserleiter Oberer Muschelkalk.

Um die Ursachen und Hintergründe für die LCKW-Verunreinigungen im Stuttgarter Mineralwassersystem hinreichend genau erkennen und beurteilen zu können, war es im Rahmen von MAGPlan erforderlich, die Zusammenhänge zwischen den Schadstoffherden und den Schadstofffahnen im Grundwasser integral zu untersuchen und zu bewerten. Ziel war insofern eine ganzheitliche Betrachtung des Projektraums, um ein grundlegendes Verständnis des hydrogeologischen Systems und der darin ablaufenden Prozesse zu gewinnen. Grundlage waren Informationen und Daten aus früheren Eingriffen in den Untergrund, z.B. im Rahmen von Baumaßnahmen oder lokalen Altlastenerkundungen, die in den städtischen Datenbanken BOISS und ISAS archiviert sind. Darauf aufbauend wurden in MAGPlan zur Deckung von Kenntnislücken gezielt Untersuchungsprogramme eingesetzt. Diese erfolgten schrittweise, um jeweils auf die zuvor gewonnenen Erkenntnisse reagieren zu können. Zu den Untersuchungsmethoden gehören sowohl konventionelle Standardverfahren als auch innovative Methoden, die in Stuttgart entwickelt wurden. Die auf Grundlage der Daten aufgestellten Modelle wurden dabei mehrfach dem Erkenntnisstand angepasst.

Folgende Maßnahmen wurden durchgeführt:

- Auswertung der verfügbaren Unterlagen von ca. 8.500 Bohrungen (davon 1.200 Grundwassermessstellen) und 873 LCKW-Verdachtsflächen oder Schadensfällen im Projektgebiet,
- Durchführung einer Stichtagsmessung des Grundwasserstands in 350 Grundwasseraufschlüssen und einer Stichtagsbeprobung mit chemischer Untersuchung von Wasserproben aus 400 Grundwasseraufschlüssen,
- Einrichtung von 18 neuen Grundwassermessstellen in vier Bohrkampagnen,
- Durchführung von 22 Immissionspumpversuchen, 434 hydrochemischen Untersuchungen, 92 Spezialuntersuchungen an den Bohrkernen (Permeabilität, Porosität, organischer Kohlenstoff), 45 Packertests, 144 Isotopenuntersuchungen, 358 Spurenstoffuntersuchungen und 14 Mikrokosmen-Untersuchungen,
- Ausführung von drei Markierungsversuchen.

Die gewonnenen Daten wurden ausgewertet und wie folgt weiter verarbeitet:

- Erstellung eines dreidimensionalen Hydrogeologischen Modells (mit Aquifer- und Stoffmodell). Beschreibung der hydrogeologischen Eigenschaften des Systems und der darin ablaufenden Prozesse (Schadstoffausbreitung und mikrobiologisch gesteuerter Abbau bzw. Umbau der LCKW).
- Erstellung eines dreidimensionalen numerischen Strömungs- und Transportmodells auf der Grundlage des Hydrogeologischen Modells. Erzeugung eines naturnahen Abbilds durch Berechnung der Grundwasserströmung und der Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe. Durch Überprüfung von Bilanzen (Grundwassermengen und Stoffmassen) und Messwerten mit errechneten Werten (Konzentrationen und Wasserstände) wurde die Qualität der Modelle sichergestellt. Die Modellqualität wurde iterativ durch mehr als 100 Simulationsläufe verbessert.

- Bewertung natürlicher Abbauprozesse und räumliche Abgrenzung der verschiedenen Grundwassermilieus in Milieukarten.
- Erstellung des internetbasierten Werkzeugs MAG-IS zur Visualisierung der Ergebnisse der numerischen Modellierungen.
- Erstellung eines Grundwassermanagementplans mit Rahmensanierungskonzept und Monitoringprogramm.

Der Grundwassermanagementplan liegt in Form eines umfangreichen Werkes vor, das aus Berichten, Karten, Datenbanken und einem EDV-Visualisierungswerkzeug besteht. Er fasst die Ergebnisse der integralen Grundwasser- und Altlastenuntersuchung und die zur Sicherstellung des guten Grundwasserzustandes in Stuttgart notwendigen Maßnahmen zusammen. Damit liefert er der Stadt eine wichtige Grundlage für die zukünftige Arbeit bei der Bekämpfung der LCKW-Verunreinigungen in den Mineral- und Heilquellen und im Karstgrundwasservorkommen des Oberen Muschelkalks.

4. Untersuchungsergebnisse des Projektes

Von den 873 potenziellen Schadstoffeintragsstellen von LCKW im Projektgebiet, die aus Altlastenerhebungen und systematischen Untersuchungen im Nesenbachtal ermittelt wurden, weisen 182 Standorte einen erheblichen Gefahrverdacht auf. Bei 21 der untersuchten Standorte wurden bzw. werden hohe LCKW-Verunreinigungen nachgewiesen. Diese Standorte werden in sogenannten „Steckbriefen“ beschrieben. Dabei sind teilweise mehrere Standorte in einem Steckbrief zusammengefasst worden. Nachfolgend sind die Standorte mit besonders gravierenden LCKW-Einträgen mit Nutzungshistorie aufgelistet. Besonders hohe Verunreinigungen des Grundwassers gehen auf frühere Chemische Reinigungen, Betriebe mit Metallverarbeitung und zwei Chemikalienhandlungen zurück. Die Tabelle erfasst außerdem für 19 Steckbrief-Fälle und 11 weitere Standorte die durch Sanierung im Projektgebiet ausgetragenen Schadstoffmassen (siehe Tabelle 1).

Die mittels Bodenluftabsaugung sowie Abpumpen und Reinigen von Grundwasser (sogenanntes Pump&Treat) sowie durch Erdaushub während der letzten 30 Jahre aus dem Untergrund entfernten LCKW-Massen belaufen sich in Summe auf 23 Tonnen. Unter Berücksichtigung von LCKW-Austrägen aus Brauchwasserfassungen im Projektgebiet ergibt sich ein Gesamtaustrag von rund 25 Tonnen.

Tabelle 1: Steckbriefe, Standorte, Nutzungshistorien und LCKW-Austräge im MAGPlan-Projektgebiet

LCKW-Steckbriefe		Nutzungshistorie		Bei Sanierungsmaßnahmen ausgetragene LCKW 1985 bis 2010 [kg]
Steckbrief- Nr.	Standort	Branche	Beginn – Ende	
1	Dornhaldenstraße 5	Metallverarbeitung	1926 – 1995	3.407
2	Rotebühlstraße 171	Chemische Reinigung	1901 – 1976	22
3	Johannesstraße 60	Chemische Reinigung	1958 – 1992	267
4	Falkertstraße 81/1	Chemikalienhandlung	1925 – 1991	262
5	Seiden-/ Forst-/Breitscheidstraße (2 Standorte)	Metallverarbeitung	1901 – 1970	87
6	Rotebühlplatz 19	Chemische Reinigung	1970 – 2005	0
7	Nesenbachstraße 48	Chemische Reinigung	1879 – 1976	2.418
8	Wolframstraße 36	Chemikalienhandlung	1936 – 1959	161
9	Rümelinstraße 24 - 30	Tanklager, Chemikalienhandlung	1912 – 1992	13.270
10	Mitnachtstraße 21 - 25	Tanklager, Chemikalienhandlung	1919 – 1982	1.490
11	Innerer Nordbahnhof 62	Schrotthandel	1947 – 2011	3
12	Innerer Nordbahnhof 40	Schrotthandel	1959 – 2003	0
13	Poststraße 40 – 62	Metallverarbeitung	1936 – 1997	53
14	Glockenstraße 56 (2 Standorte)	Metallverarbeitung, Galvanisierbetrieb	1950 – 1981	54
15	Quellen-/Glockenstraße	Lagerung und Verarbeitung von Mineralöl, Chemikalienhandlung	1873 – 1986	95
16	Glocken-/Pragstraße	Metallverarbeitung	seit 1853	148
17	Pragstraße 26 - 46	Metallverarbeitung	seit 1873	197
18	Haldenstraße 112 - 114	Metallverarbeitung	seit 1925	79
19	Prag-/Löwentorstraße	Metallverarbeitung	1910 – 2002	590
11 weitere Standorte				574
Summe				23.177

Bei neun Standorten mit erheblichem Gefährdungspotenzial für das Karstgrundwasser im Oberen Muschelkalk werden die Sanierungen über das Jahr 2015 hinaus weiter betrieben. Für diese Standorte wurde im Rahmen des Projektes ermittelt, welche Schadstofffrachten durch die Sanierung entfernt werden und welche Frachten darüber hinaus noch vom Standort abströmen. Die LCKW-Austräge und emittierten Restfrachten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die Frachten sind seit 2010 bis heute nahezu unverändert. Die Tabelle zeigt, dass unter den LCKW-Einzelstoffen Tetrachlorethen (PCE) dominiert. Die Einzelstoffe cis-1,2-Dichlorethen (cDCE) und Vinylchlorid (VC) sind als Abbau- bzw. Umbauprodukte aus Tetrachlorethen und Trichlorethen zu werten. Das Auftreten dieser Stoffe zeigt mikrobiologische Aktivität im Grundwasser an, deren Wirkungsweise im Projekt mit Hilfe verschiedener Verfahren untersucht und quantifiziert wurde.

Die emittierten Restfrachten aus allen Standorten von 198 Gramm pro Tag (g/d) gelangen in tiefere Stockwerke und dadurch auch in den Oberen Muschelkalk. Die Maßnahmen zur Entfrachtung sind standortbezogen zwar meist effektiv, in der Gesamtheit können sie jedoch den Schadstoffeintrag in die Tiefe nicht verhindern, sondern allenfalls verringern.

Tabelle 2: LCKW-Austräge und emittierte Restfrachten

Steckbrief-Nr.	Standort	Gesamtfracht	Austrag durch Sanierung	Emittierte Restfracht	LCKW-Einzelstoffe
		Angaben für 2010 in PCE-Äquivalent [g/d] bzw. [%]			
1	Dornhaldenstraße 5	50	34 (68 %)	16 (32 %)	14% PCE, 64% TCE, 22% cDCE
2	Rotebühlstraße 171	160	130 (81 %)	30 (19 %)	100% PCE
3	Johannesstraße 60	53	30 (57 %)	23 (43 %)	100% PCE
6	Rotebühlplatz 19	16	0 (0 %)	16 (100 %)	63% PCE, 3% TCE, 32% cDCE, 2 % VC
7	Nesenbachstraße 48	412	407 (99 %)	5 (1 %)	98% PCE, 2% TCE
8	Wolframstraße 36	15	13 (87 %)	2,4 (13 %)	92% PCE, 6% TCE, 2% cDCE
9	Rümelinstraße 24 – 30	130	74 (57 %)	56 (43 %)	15% PCE, 43% TCE, 42% cDCE
10	Mittnachtstraße 21 – 25	111	98 (88 %)	13 (12 %)	45% PCE, 18% TCE, 37% cDCE
19	Prag-/Löwentorstraße	129	92 (71 %)	37 (29 %)	56% PCE, 11% TCE, 33% cDCE
	Summe [g/d]	1.076	878	198	
	%	100	82	18	

PCE: Perchlorethen/Tetrachlorethen, TCE: Trichlorethen, cDCE: cis-1,2-Dichlorethen, VC: Vinylchlorid.

PCE-Äquivalent: Summe der LCKW-Einzelstoffe, bezogen auf das Molekular-Gewicht von PCE

Durch Auswertung der vorliegenden und neu ermittelten Daten wurde ein Hydrogeologisches Modell entwickelt, in dem die lokale Geologie in ihrer differenzierten Gliederung mit Grundwasserleitern und Grundwasserstauern sowie die zahlreichen Störungszonen erfasst und im Hinblick auf ihre Auswirkung auf die Grundwasserströmung bewertet sind. Im numerischen Modell wurde der Transport der LCKW-Einzelstoffe PCE (Perchlorethen), TCE (Trichlorethen), cDCE (cis-Dichlorethen) und VC (Vinylchlorid) unter Berücksichtigung von Abbau- bzw. Umbauvorgängen und zeitlich unterschiedlicher Eintragsraten nachgebildet.

Mit diesen Modellen können für das Projektgebiet die Grundwasserströmung und der Schadstofftransport nachvollzogen werden. Im Fokus steht die Beeinflussung der Mineral- und Heilquellen durch die Kontaminationsbeiträge einzelner Schadstoffherde. Das numerische Grundwasserströmungs- und Transportmodell steht künftig zur Beurteilung des schadstoffspezifischen Gefährdungspotenzials heilquellenrelevanter Baumaßnahmen zur Verfügung. Durch das internetbasierte Visualisierungswerkzeug MAG-IS können alle zuständigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Amt für Umweltschutz auf die Modellergebnisse zugreifen.

5. Bewertung der LCKW-Kontamination im Mineralwassersystem

Mit der integralen Untersuchung konnten

- die Grundwasserströmung und der LCKW-Transport in das Mineralwasser, insbesondere im Zustrom auf die nieder- und hochkonzentrierten Mineralwasserfassungen geklärt werden,
- die Schadstoffbahnen in allen betroffenen Grundwasserleitern erfasst und kartiert werden,
- die Teilgebiete im Nesenbachtal im Hinblick auf deren qualitatives Gefährdungspotenzial und deren Lage im Zustrom auf die Mineral- und Heilquellen bewertet werden,
- die von einzelnen Standorten ausgehenden lateralen und vertikalen Ausbreitungspfade der LCKW erkannt, eingegrenzt und damit die Zusammenhänge zwischen den Schadstoffherden und den Schadstoffbahnen im Grundwasser aufgezeigt werden,
- die fünf für den Mineralwasserkörper besonders relevanten Schadstoffeintragsstellen im Nesenbachtal identifiziert und die Relevanz der Schadstoffeintragsstellen für die Mineralwasserqualität bestimmt werden,
- die grundwasserrelevanten Schadstoffeinträge, Schadstoffspeicherung und Schadstoffausträge für das Projektgebiet bilanziert werden; z.B. beträgt die in den Grundwasserleitern gespeicherte PCE-Masse 2.000 kg, die gespeicherte TCE-Masse 100 kg; über die Quellen werden 10 % der eingetragenen PCE und 20 % der eingetragenen TCE ausgetragen,
- natürliche Abbauvorgänge, welche für die Ermittlung des Sanierungsbedarfs von großer Bedeutung sind, lokalisiert und quantifiziert werden,
- notwendige Erkenntnisse für die gezielte Sanierung der Altlasten mit relevanten Einträgen in das Mineralwasser geschaffen werden.

Legt man das hydrogeologische Modellverständnis und die Quantifizierung der Stoffausbreitung mit dem numerischen Modell zugrunde, so ist in der Synopsis das Gefährdungspotenzial jedes Einzelstandorts in Hinblick auf die stoffliche Beeinträchtigung der einzelnen Grundwasserstockwerke, insbesondere auch der Tiefeneintrag bis in den Oberen Muschelkalk abzuleiten.

Anhand der durch die Standorte gefährdeten oder kontaminierten Schutzgüter werden die drei in Tabelle 3 genannten Bearbeitungsprioritäten und Sanierungsziele unterschieden:

Tabelle 3: Bearbeitungsprioritäten

Priorität	Beeinträchtigttes Schutzgut	Prüfmaßstab und Sanierungsziel
1	Heilquellen	Standort beeinflusst Heilquelle Sanierungsziel ist die vollständige Unterbindung des Eintrags in den Oberen Muschelkalk
2	Niederkonzentrierte Mineralquellen, Karstgrundwasser im Oberen Muschelkalk	Konzentration im Schutzgut \sum LCKW < 5 µg/l Einzelspezies < 1 µg/l
3	Grundwasser über dem Oberen Muschelkalk (höhere Grundwasserstockwerke)	Emission und Immission eines Schadstoffherds \sum LCKW < 20 g/d \sum LCKW < 10 µg/l

Diese Bearbeitungsprioritäten führen bei den Standorten (siehe Abbildung) zu den in Tabelle 4 zusammengestellten spezifischen Sanierungserfordernissen.

Tabelle 4: Prioritäten und Sanierungserfordernisse bei den relevanten Standorten

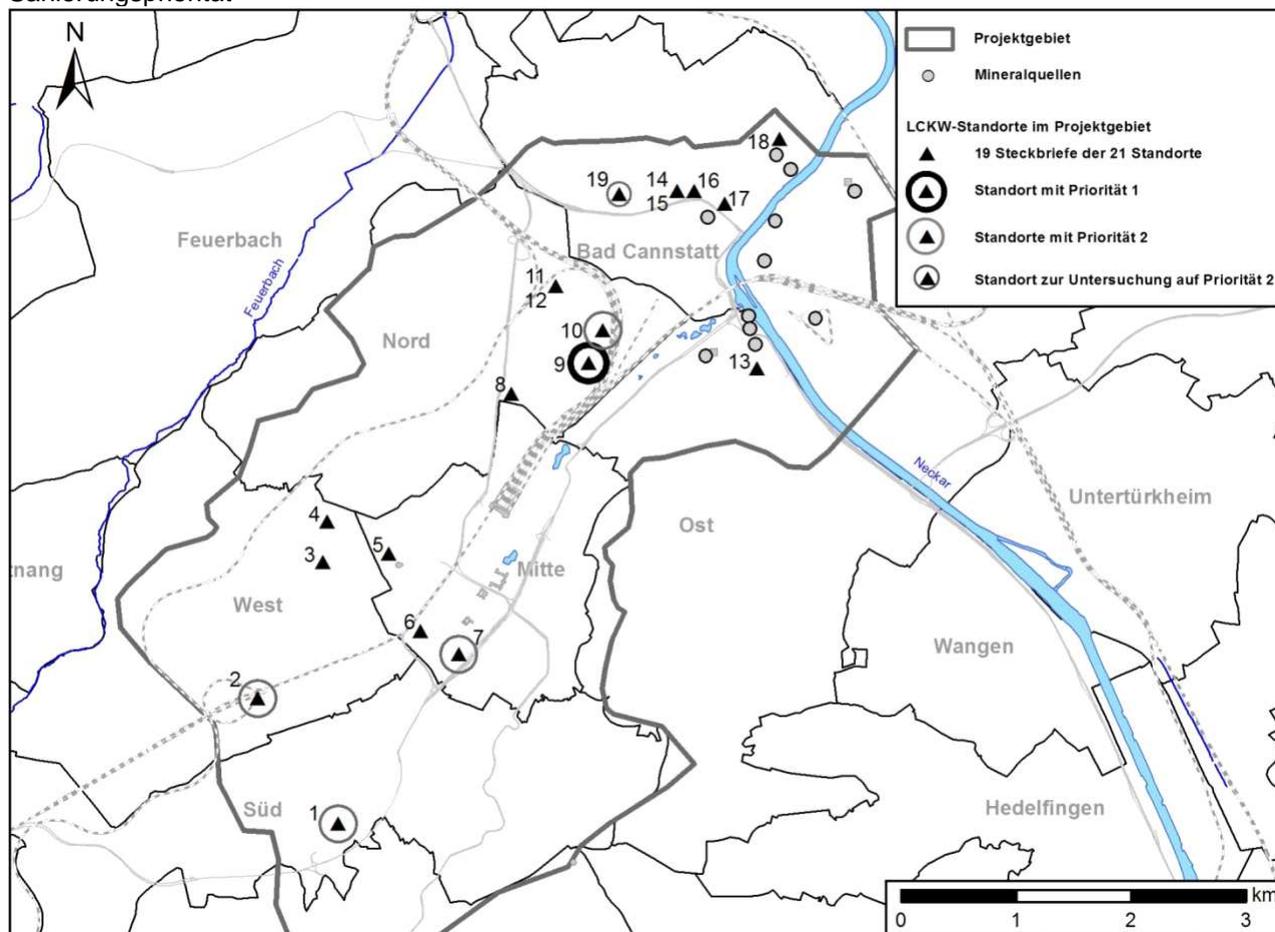
Priorität	Standort	Steckbrief-Nr.	Emissionspotenzial des Standorts	Tatsächliche Emission bei Sanierung 2010	Sanierungszieldefinition
			PCE-Äquivalent [g/d]		
1	Rümelinstraße 24 - 30	9	130	56	Eintrag in den mo gezielt verhindern, soweit möglich.
2	Dornhaldenstraße 5	1	50	16	Eintrag in den mo vermindern bis Zielwert
2	Rotebühlstraße 171	2	160	30	Eintrag in den mo vermindern bis Zielwert
2	Nesenbachstraße 48	7	412	5	Eintrag in den mo vermindern bis Zielwert
2	Mitnachtstraße 21 - 25	10	111	13	Wird in 5 Jahren zu Priorität 3, standortspezifische Bearbeitung ausreichend
evtl. 2	Prag-/Löwentorstraße	19	129	37	Noch zu klären: Untersuchungsergebnis abwarten
3	Johannesstraße 60	3	53	23	Standortspezifische Bearbeitung
3	Rotebühlplatz 19	6	16	16	Standortspezifische Bearbeitung
3	Wolframstraße 36	8	15	2,4	Standortspezifische Bearbeitung

Dunkelgrau: Priorität 1, hellgrau: Priorität 2, weiß: Priorität 3, mo = Oberer Muschelkalk

Unter die höchste Dringlichkeitsstufe (Priorität 1) mit unabdingbar umgehendem Handlungsbedarf fällt der Standort Rümelinstraße 24 - 30. Vier weitere Standorte sind mit Priorität 2 bewertet. Davon sind drei vorrangig zu bearbeiten. Der Fall Mitnachtstraße 21 – 25 fällt zwar derzeit noch unter die Priorität 2, wegen des guten Sanierungserfolgs sind jedoch keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich. Bei allen Standorten sind die laufenden Sanierungsmaßnahmen fortzuführen, da sie sich als unbedingt notwendig erwiesen haben. Der Standort Prag-/Löwentorstraße bedarf einer weiteren Untersuchung bzw. Gefahrerforschung, da der Einfluss auf die Mineralquellen nicht vollständig geklärt werden konnte. Er wird, falls sich der bisherige Verdacht bestätigt, mit Priorität 2 bearbeitet.

Die als Schadstoffeintragstellen für LCKW identifizierten Standorte können nach Abschluss des Projektes MAGPlan gezielt und systematisch einer Sanierungsoptimierung zugeführt werden. Im Rahmen des Projektes wurden die Sanierungsziele gemäß Tabelle 4 definiert. Das Sanierungskonzept sagt aus, welche Sanierungsziele bei den maßgebenden Schadstoffeintragstellen jeweils erreicht werden müssen, um einen befriedigenden Grundwassergütezustand im Nesenbachtal und einen hinreichend guten Grundwassergütezustand im Oberen Muschelkalk zu erreichen.

Abbildung: Lageplan der Mineral- und Heilquellen und der Standorte mit Steckbrief-Nummern und Sanierungspriorität



6. Notwendige Maßnahmen

Auf der Grundlage der Projektergebnisse wurde ein Sanierungskonzept und Monitoringprogramm für das Nesenbachtal zur gezielten Schadstoffminderung in den Mineral- und Heilquellen erstellt. Die bisher durchgeführten Maßnahmen haben sich als notwendig und wirkungsvoll erwiesen. Um die natürliche Reinheit des Mineralwassers wiederherzustellen, müssen diese um zusätzliche Maßnahmen ergänzt werden. Damit kann das Prädikat der „staatlichen Anerkennung“ der Heilquellen langfristig gesichert und in absehbarer Zeit ein nachhaltiger Sanierungserfolg erreicht werden.

Das „Sanierungskonzept für das Nesenbachtal“ zeigt auf, welche Schadstoffeintragstellen vorrangig zu sanieren sind, welche Sanierungstechnologien jeweils eingesetzt werden können und welche Entwicklung für die Grundwasserqualität im Oberen Muschelkalk des Nesenbachtals in den nachfolgenden Jahren erwartet wird. Die Planung wurde unterstützt durch sogenannte Prognoseläufe des numerischen Stofftransportmodells. Darin werden die Schadstoffentwicklungen in Referenzmessstellen für den Zeitraum 2010 bis 2060 (d.h. für 50 Jahre) unter Annahme unterschiedlicher Szenarien (keine Sanierung, unveränderte Sanierung, verbesserte Sanierung und vollständige Sanierung) berechnet.

Bei den nachfolgend vorgeschlagenen Maßnahmen wurde die außerordentlich komplexe Nutzungshistorie der betroffenen Standorte berücksichtigt. Hinzu kommt, dass die genaue Lage, Geometrie und Tiefenreichweite der Schadstoffherde bisher meist nicht abschließend bekannt ist. Die notwendigen Untersuchungen sind erst nach Abschluss des Projektes und Identifizierung der prioritären Standorte möglich. Es war nicht Gegenstand des Projektes, Standortuntersuchungen und Schadensherdabgrenzungen durchzuführen. Dafür waren weder die notwendige Zeit verfügbar noch die entsprechenden finanziellen Mittel vorgesehen. Bei der Ermittlung der Maßnahmen und Kosten wurde berücksichtigt, dass Untersuchungen und Sanierungen sehr aufwändig sind, da die Schadstoffherde teilweise überbaut sind.

Um die Sanierung der gravierendsten Fälle in absehbarer Zeit unter Einsatz verhältnismäßiger Mittel abschließen zu können, sieht das Konzept vor, ergänzend zur bisher praktizierten Abstomsicherung durch sogenannte Pump&Treat-Verfahren eine hinreichend wirksame Dekontamination der Schadstoffherde durchzuführen. Dazu ist der Einsatz innovativer Sanierungstechniken wie die In-situ-chemische Oxidation oder die mikrobiologische bzw. die thermische Sanierung vorgesehen. Die kürzere Sanierungszeit führt dazu, dass die insgesamt geringeren Kosten innerhalb weniger Jahre anfallen. Da die Dekontaminierungsverfahren mit möglichen negativen Begleiterscheinungen nicht ganz risikolos sind (z.B. besteht möglicherweise die Gefahr der unkontrollierten Mobilisierung von Schadstoffen), werden Pilotversuche vorgeschaltet und die Technologien an die jeweiligen Standorterfordernisse angepasst. Außerdem wird die Grundwassersicherung in allen Fällen sanierungsbegleitend und darüber hinaus drei Jahre zur Nachsorge fortgeführt.

Sanierungskonzept für das Nesenbachtal

Standort Rümelinstraße 24 – 30:

Am Standort Rümelinstraße 24 – 30 in Stuttgart-Nord war bis 1992 die größte Chemikalienhandlung in Stuttgart ansässig. Seit 1984 werden LCKW-Einträge in Boden und Grundwasser untersucht, seit 1986 wird der Standort saniert.

Die Altlasten-Bewertungskommission hat am 17.10.2002 ein Sanierungsprogramm beschlossen, das eine Sanierung des Bodens durch Bodenluftabsaugung und des Grundwassers durch Abpumpmaßnahmen im Bochinger Horizont umfasst. Die Begrenzung der Grundwassersanierung auf den Bochinger Horizont wurde zunächst als ausreichend erachtet, da in diesem Grundwasserstockwerk der wesentliche horizontale Abstrom LCKW-haltigen Grundwassers stattfindet. Die darunter folgenden Grundgipsschichten hatten sich bei entsprechenden Untersuchungen als nur gering LCKW-belastet erwiesen. Daher war nach damaligen Erkenntnissen eine Untersuchung der noch tieferen Schichten des Unterkeupers und des Oberer Muschelkalks nicht angezeigt. Auf dieser fachtechnischen Grundlage wurde am 30.01.2003 ein Sanierungsplan aufgestellt.

Mit Beschlussvorlage GR Drs 540/2003 wurde ein öffentlich-rechtlicher Vertrag über die Sanierung der Boden- und Grundwasserverunreinigungen auf dem Standort vorgelegt. Grundlage dieses Vertrages zwischen der Grundstückseigentümerin, der Terreno Grundstücksverwaltungs GmbH & Co. Entwicklungs- und Vermittlungs KG und der Stadt war der Sanierungsplan vom 30.01.2003. Der Vertrag verpflichtete Terreno zur Erstellung und Finanzierung einer betriebsbereiten Sanierungsanlage, mit deren Hilfe ein Abstrom LCKW-haltigen Grundwassers im Bochinger Horizont verhindert wird. Weiterhin verpflichtet der Vertrag Terreno zur Übergabe dieser Anlage und zur Zahlung von 964.415,77 EUR für die anfallenden Betriebskosten an die Stadt. Nach Erfüllung dieser Pflichten wurde Terreno von einer weiteren Inanspruchnahme zur Schadensherdsanierung freigestellt. Der Ausschuss für Umwelt und Technik hat diesem Beschlussantrag am 24.06.2003 zugestimmt. Daraufhin wurde am 04.07.2003 ein entsprechender öffentlich-rechtlicher Vertrag mit Terreno unterzeichnet.

Im kommunalen Umweltbericht „Das Grundwasser in Stuttgart“ (GR Drs 533/2003, Beschlussfassung am 09.10.2003) wurde u.a. vorgeschlagen, die „Abstromsituation und Fahnengeometrie in ausgewählten Schadensfällen“ zu untersuchen. Am 26.07.2005 hat der Ausschuss für Umwelt und Technik der Einrichtung von 5 Grundwassermessstellen und der Durchführung von Pumpversuchen zur Untersuchung der Herkunft der LCKW in der Quelle am Schwefelsee im Unteren Schlossgarten zugestimmt (GR Drs 647/2005). Auf dieser Grundlage begann die Stadt 2005 mit Abstromuntersuchungen. Dabei wurde entgegen den bisherigen Erkenntnissen eine bis in den Unterkeuper reichende LCKW-Verunreinigung festgestellt, die durch spezielle Analysen auf den Standort Rümelinstraße 24 - 30 zurückgeführt werden konnte. Dadurch erhärtete sich der Verdacht, dass dieser Standort mit den LCKW-Verunreinigungen in den Heilquellen der Mineralbäder Berg und Leuze im Zusammenhang steht.

Weitere gezielte Untersuchungen im Unterkeuper und Oberen Muschelkalk sowie weitergehende Auswertungen im Rahmen des Projekts MAGPlan bestätigten diesen Verdacht in den Jahren 2010 bis 2015. Dadurch haben sich die im Sanierungskonzept von 2003 beschriebenen Sanierungsmaßnahmen als notwendig und bereichsweise wirkungsvoll, aber insbesondere im Hinblick auf die anhaltende Tiefenverlagerung als unzureichend erwiesen. Der Tiefeneintrag von LCKW am Standort, der erst im Zuge von MAGPlan nachgewiesen werden konnte, erfordert eine Ausweitung der Sanierung. Von dem von Terreno zur Sanierung der Boden- und Grundwasserverunreinigungen auf dem Standort überwiesenen Betrag sind derzeit noch rund 300.000 EUR offen.

Die Ergebnisse von MAGPlan zeigen, dass der für den Tiefeneintrag maßgebliche Schadensschwerpunkt räumlich noch nicht abgegrenzt ist. Um den Standort wirkungsvoll dekontaminieren zu können, ist die Abgrenzung und die Identifizierung der Transportwege der Schadstoffe notwendig. Dazu sind bis zu 50 weitere Bohrungen à 25 Meter Teufe erforderlich, davon 5 Bohrungen zum Ausbau als Grundwassermessstellen im Keuper sowie eine zusätzliche Grundwassermessstelle à 75 Meter zur Erschließung des Oberen Muschelkalks. Dafür fallen in den Jahren 2016/2017 Untersuchungskosten einschließlich Sachverständigenleistung und Analytik von rund 400.000 EUR an.

Zur Optimierung der Sanierung soll die laufende Abpumpmaßnahme, die noch über lange Zeit zu betreiben sein würde (wir gehen von 50 Jahren aus), ergänzt werden um eine mikrobiologische Schadstoffherd-Dekontaminierung. Dafür werden ca. 3 Jahre Sanierungsdauer und ca. 3 Jahre zur Nachsorge veranschlagt. Zur Vorbereitung der Sanierung ist ein Pilotversuch mit Kosten i. H. v. 500.000 EUR notwendig, der 2018/2019 durchgeführt werden könnte. Die Sanierung könnte in den Jahren 2020 bis 2022 erfolgen, die Nachsorge mit Fortführung der Grundwassersicherung in den Jahren 2023 bis 2025. Die Kosten für die Sanierung werden auf 1,2 Mio. EUR geschätzt. Für die Jahre 2016 bis 2025 sind Kosten für die Grundwassersicherung mit jährlich 260.000 EUR bei Ableitung in die Kanalisation zu veranschlagen. Insgesamt belaufen sich die Kosten auf 4,7 Mio. €. Im Vergleich dazu würden die Grundwasser-Sicherungskosten ohne zusätzliche Schadensherdsanierung in den geschätzten 50 Jahren Kosten von 13,0 Mio. EUR verursachen, ohne dass an den Heilquellen nennenswerte Verbesserungen zu erwarten wären.

Standort Dornhaldenstraße 5:

Auf dem Standort Dornhaldenstraße 5 befand sich bis 1995 ein metallverarbeitender Betrieb. Seit 1986 erfolgen Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen, über die lange Zeit Einvernehmen mit den Pflichtigen bestand. Im Jahr 2010 wurden die laufenden Sanierungsmaßnahmen vom Pflichtigen, dem früheren alleinigen Grundstückseigentümer, als nicht mehr verhältnismäßig eingestuft und Ende 2011 eingestellt. Im Jahr 2012 ordnete die Stadt die Wiederaufnahme der Sanierungsmaßnahmen förmlich an. Nach längerem Rechtsstreit hat der Betreiber die Sanierungsanlage zwischenzeitlich wieder in Betrieb genommen. Die laufenden Sanierungsmaßnahmen sind zur wirkungsvollen Verminderung des oberflächennahen Schadstoffeintrags bis auf Weiteres fortzusetzen.

Im Rahmen des Projekts MAGPlan wurde mit modernen Methoden erstmals ein Zusammenhang zwischen dem LCKW-Eintrag auf dem Standort Dornhaldenstraße 5 und den LCKW-Verunreinigungen von bis zu 30 µg/l in den Muschelkalk-Brunnen in der Tübinger Straße nachgewiesen. Es ergaben sich Hinweise auf einen bisher nicht erkannten Tiefeneintrag am Standort vorwiegend durch TCE, der dafür verantwortlich sein muss. Die hydrogeologische Situation ist hier wie auch im Abstrom des Standortes außerordentlich komplex.

Zur Quantifizierung und Lokalisierung dieses Tiefeneintrags müssen zusätzliche Gefahrerforschungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dazu wird zunächst eine zusätzliche Grundwassermessstelle im Bereich des Marienplatzes erforderlich, die im Oberen Muschelkalk ausgebaut wird und dazu dient, den durch den Tiefeneintrag bedingten Abstrom vom Standort summarisch zu erfassen. Dafür werden Kosten für Bohrung und Untersuchung i. H. v. 90.000 EUR veranschlagt. Sofern die Erfassung des Tiefeneintrags am Marienplatz gelingt, werden im Umfeld des ehem. Betriebsbrunnens zwei weitere, im Unterkeuper ausgebaute Grundwassermessstellen erforderlich, die mit Kosten von bis zu 190.000 EUR verbunden sind. Der Betriebsbrunnen steht im Verdacht, Hauptursache für die Tiefenverlagerung der Schadstoffe zu sein.

Mit den erforderlichen Immissionspumpversuchen, der Analytik und den Ingenieurleistungen belaufen sich die Gesamtkosten für die Gefahrerforschungsmaßnahmen auf insgesamt 280.000 EUR. Die Maßnahmen müssen in den Jahren 2016/17 als Schadens- und Gefahrerforschungsmaßnahmen nach der Rechtsprechung auf Kosten der Stadt durchgeführt werden.

Wir erwarten durch die vorgesehenen Maßnahmen eine Klärung des Tiefeneintrags.

Standort Rotebühlstraße 171:

Auf dem Standort Rotebühlstraße 171 war bis 1976 eine Chemische Reinigung tätig. Das damalige Wasserwirtschaftsamt stellte Anfang der 1960er Jahre fest, dass LCKW-haltige Abwässer direkt in den Betriebsbrunnen eingeleitet wurden. Der Betriebsbrunnen war ca. 15 Meter tief und wurde 1962 stillgelegt. Die Lage des Brunnens konnte erst im Jahr 2014 rekonstruiert werden. Das Grundstück wurde 1980 von der Stadt erworben und mit einer Tiefgarage bebaut. 2005 bis 2011 wurde der Grundwasserabstrom des Standorts detailliert untersucht, seit 2012 erfolgt eine Schadstoffherduntersuchung im Hinblick auf die Sanierung. Das Schadensausmaß und die Transportwege der LCKW am Standort konnten nur teilweise nachvollzogen werden.

Im Rahmen der seit 2010 laufenden MAGPlan-Untersuchungen und Auswertungen stellte sich heraus, dass der Standort für viele Grundwasserverunreinigungen in Stuttgart-Süd und Mitte verantwortlich ist, die zuvor keinem Verursacher zugeordnet werden konnten. Dazu gehört die Verunreinigung der Muschelkalkbrunnen Tübinger Straße mit PCE (diese Brunnen werden zusätzlich vom Standort Dornhaldenstr. 5 mit LCKW beaufschlagt), der neu errichteten Grundwassermessstelle MAG 12 in der Tübinger-/Ecke Krumme Straße und der Grundwassermessstelle P 172 am Alten Schloss. Die vom Standort Rotebühlstraße 171 ausgehende LCKW-Fahne kann damit über eine Strecke von rund 2.300 Metern nachverfolgt werden.

Für die laufende Sanierungsuntersuchung sind 354.000 EUR vorgesehen. Die Untersuchung kann voraussichtlich 2016 abgeschlossen werden. Die Stadt hat dafür eine Förderung i. H. v. 50 % der förderfähigen Kosten aus dem Altlastenfonds Baden-Württemberg beantragt. Zur Abstrom-Sicherung wird seit 2010 eine Abpumpmaßnahme mit kombinierter Bodenluftabsaugung durchgeführt. Die jährlichen Sanierungskosten betragen rund 70.000 EUR, die Stadt erhält hierfür eine Förderung.

Die gleichbleibend hohen LCKW-Gehalte im Abstrom zeigen, dass die Abstromsicherung unzureichend ist. Ziel ist es daher, den Schadensherd im Rahmen der laufenden Sanierungsuntersuchung kleinräumig einzugrenzen und ein Herdsanierungskonzept zu entwickeln. Für die Sanierung könnte die In-situ-chemische Oxidation (ISCO) ein geeignetes Verfahren sein. Die Einzelheiten sind durch einen Pilotversuch zu klären, für den 290.000 € veranschlagt werden. Die Sanierungskosten für das ISCO-Verfahren werden auf 0,95 Mio. EUR veranschlagt. Für die Abstromsicherung sind in den Jahren 2015 bis 2023 zusätzlich 630.000 EUR erforderlich.

Die ISCO-Sanierung könnte im günstigsten Falle 2019 beginnen und nach derzeitiger Kenntnis nach fünf Jahren (2023) einschließlich Nachsorge abgeschlossen werden. Den Kosten von 2,2 Mio. EUR für die ISCO-Variante stehen 3,5 Mio. EUR bei Fortsetzung der hydraulisch-pneumatische Sicherung gegenüber.

Die Stadt ist als Grundstückseigentümerin für die Sanierung zuständig. Untersuchung und Sanierung sind nach den Förderrichtlinien Altlasten (Sanierungsuntersuchung 50 %, Sanierung 60 %) förderfähig.

Standort Nesenbachstraße 48:

Auf dem Standort Nesenbachstraße 48 wurde bis 1976 eine Chemische Reinigung betrieben. Mit der Betriebsaufgabe war der letzte Betreiber nicht mehr greifbar, einen Rechtsnachfolger gibt es nicht. 1989 wurden bei einem Bauvorhaben massive LCKW-Verunreinigungen im Boden und Grundwasser entdeckt.

Der Schadensherd erstreckt sich sowohl auf die öffentliche Verkehrsfläche der Nesenbachstraße wie auch auf das private Grundstück Nesenbachstraße 48 – 52. Grundwasserbezogene Maßnahmen können daher sinnvoll nur gemeinsam von beiden Parteien (Stadt und Privateigentümern) veranlasst werden. Die Stadt hat zur Durchführung erforderlicher Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen im Jahr 2001 einen öffentlich-rechtlichen Vertrag mit dem damaligen Eigentümer, der Aktiengesellschaft für Industriebeteiligungen, geschlossen. Aufgrund der Insolvenz des Rechtsnachfolgers der Aktiengesellschaft, des Eigentumsübergangs auf ca. 60 verschiedene Immobilien-Eigentümer und der Tatsache, dass sich der Schadensherd zu wesentlichen Teilen auf dem städtischen Grundstück befindet, wurde mit GRDRs 1007/2008 vorgeschlagen, die Sanierung der Grundwasserverunreinigung auf Kosten der Stadt durchzuführen. Der Ausschuss für Umwelt und Technik hat diesem Antrag am 14.07.2009 zugestimmt.

Seit dem Jahr 2000 betreibt die Stadt eine dauerhafte Grundwassersicherung. Dadurch konnte zunächst eine weitere Ausbreitung der Schadstoffe im ersten Grundwasserstockwerk (Grundgipsschichten) und im zweiten Grundwasserstockwerk (Unterkeuper) unterbunden werden. Dass auch das dritte Grundwasserstockwerk (Oberer Muschelkalk) tangiert ist, haben zusätzliche Untersuchungen und Auswertungen im Rahmen des MAGPlan-Projektes bestätigt. Es wurde festgestellt, dass es sich um den Schadensherd mit der größten Schadstoffemission im Projektgebiet handelt. Die laufende Grundwassersanierung hält die vom Standort Nesenbachstraße 48 ausgehenden LCKW-Emissionen in den oberflächennahen Grundwasserstockwerken zwar wirkungsvoll zurück. Es ergeben sich jedoch eindeutige Hinweise auf einen standortnahen Tiefeneintrag von Schadstoffen in den etwa 35 Meter unter Gelände anstehenden Oberen Muschelkalk, der von der laufenden Sanierung nicht erfasst wird. Dieser Eintrag wirkt sich mit Konzentrationen von bis zu 100 µg/l erheblich auf das Muschelkalk-Grundwasser aus. Um diesen Eintrag gezielt verhindern zu können, muss geklärt werden, wo der Eintrag erfolgt. Dazu sind zwei Bohrungen zum Ausbau im Oberen Muschelkalk in der Torstraße und der Eberhardstraße mit Teufen von jeweils ca. 50 Metern erforderlich.

Die Kosten werden mit insgesamt rund 150.000 EUR veranschlagt. Die Bohrungen und Untersuchungen könnten 2016/2017 ausgeführt werden.

Um den Schaden nachhaltig zu sanieren, ist es erforderlich, von der bisher durchgeführten Abstomsicherung auf eine Dekontaminierung umzustellen. Dazu ist nach derzeitigem Stand der Technik eine thermische In-situ-Sanierung erfolgversprechend. Für Planung und Pilotversuch fallen Kosten i. H. v. 750.000 € an (2018/2019). Die Dekontaminierungsmaßnahme selbst wird mit 3,8 Mio. EUR veranschlagt. Sie könnte in den Jahren 2020 und 2021 durchgeführt werden. Für die Abstomsicherung fallen in den Jahren 2016 bis 2024 Kosten von 990.000 EUR an. Für die Gesamtkosten von ca. 5,7 Mio. EUR wird ein Antrag beim Altlastenfonds gestellt. Für die hydraulische Sicherung ohne Schadstoffherd-Dekontaminierung würden Kosten i. H. v. 5,5 Mio. EUR anfallen, ohne dass jedoch nennenswerte Verbesserungen im Oberen Muschelkalk zu erwarten wären.

Standort Prag-/Löwentorstraße:

Auf dem Standort Prag-/Löwentorstraße befand sich bis 2002 ein metallverarbeitender Betrieb. Es erfolgte ein massiver Einsatz von LCKW zur Entfettung von Werkstücken. Die Chemikalien wurden in Kesselwagen der Bahn angeliefert. Der ehemalige Betriebsteil an der Löwentorstraße steht nach den Ergebnissen der Auswertungen im Projekt MAGPlan im Verdacht, die Verunreinigung der niederkonzentrierten Mineralquellen (insbesondere der Au- und der Mombachquelle) mit zu verursachen. Auf dem Standort wurde bisher das oberflächennahe Grundwasser im Gipskeuper (Dunkelrote Mergel) untersucht. In einem Teilbereich erfolgen Sanierungsmaßnahmen, die sich als notwendig erwiesen haben und weitergeführt werden müssen. Der LCKW-Schaden am Standort muss jedoch noch abschließend untersucht werden.

Zur besseren Beurteilung der Auswirkungen des LCKW-Schadens muss vorrangig der Fließweg der Schadstoffe vom Standort zu den Mineralquellen untersucht werden. Dazu ist eine tiefe Bohrung erforderlich, die im südöstlichen Teil des Standorts im Bereich einer geologischen Störungszone niedergebracht werden soll. Diese Maßnahme dient der Gefahrerforschung und muss von der Stadt ausgeführt werden. Die Kosten werden auf 140.000 EUR einschließlich Pumpversuche, Analytik und Sachverständigenleistungen veranschlagt. Sollten bei dieser Bohrung LCKW-Belastungen auch in tieferen Grundwasserleitern festgestellt werden, die den bislang auf dem Standort bekannten Schadensherden zugeordnet werden können, müssen die Verunreinigungen weiter untersucht und saniert werden. Je nach Untersuchungsergebnis müssen auch Sofortmaßnahmen zur Gefahrenabwehr ergriffen werden.

Monitoringprogramm

Um die Wirksamkeit der Sanierungsmaßnahmen zu überprüfen, ist es notwendig, die Auswirkungen und Erfolge mit Hilfe eines Monitoringprogramms zu überwachen.

Mit Hilfe des numerischen Stofftransportmodells kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen an ausgewählten Grundwassermessstellen in Prognoseläufen vorher bestimmt werden. Das Modell muss entsprechend fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen nachzuweisen. Weicht die gemessene Entwicklung erheblich von der berechneten ab, so sind entweder die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen nicht wirkungsvoll oder systemrelevante Gegebenheiten noch nicht in ausreichendem Maße bekannt. In diesem Fall ist zu prüfen, welche weiteren Maßnahmen zur Optimierung der Sanierung oder zur Verbesserung des Systemverständnisses zu ergreifen sind.

Die Auswahl der Monitoring-Messstellen erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Überwachung der Schadstoffemissionen, die sich auf den Oberen Muschelkalk auswirken, weil dieser als Grundwasserleiter die wichtigste Funktion hat.
- Vorrangige Verwendung bestehender Grundwassermessstellen, die geeignet sind, um auf die Auswirkungen und Änderungen des Schadstoffeintrags schnell reagieren zu können. Sofern die bestehenden GWM diese Anforderungen nicht erfüllen, werden diese durch neue Grundwassermessstellen ergänzt.
- Jeder von einer maßgeblichen LCKW-Emission betroffene Grundwasserleiter wird mit mindestens einer Grundwassermessstelle erfasst.

Das ergänzend vorgesehene Monitoring-Netz umfasst 27 Grundwassermessstellen in vier verschiedenen Grundwasserstockwerken. Es handelt sich um 17 bestehende Grundwassermessstellen. Fünf weitere Messstellen werden im Rahmen der geplanten Standort-Untersuchungen erstellt. Darüber hinaus müssen fünf Messstellen für das Monitoring-Programm neu eingerichtet werden, da keine geeigneten zur Verfügung stehen.

Für jede einzelne Messstelle wird ein spezifisches Untersuchungsprogramm festgelegt. Die Untersuchungsmethoden und Intervalle werden auf das laufende Monitoring-programm für die Mineral- und Heilquellen abgestimmt. Die Untersuchung soll im Rahmen des weiterhin notwendigen Monitoringprogramms für die Mineral- und Heilquellen erfolgen.

Für das Monitoring fallen in den Jahren 2016/2017 einmalige Kosten für die neuen Messstellen i. H. v. 220.000 EUR an. Für die Untersuchung werden 2016 bis 2026 jährliche Kosten i. H. v. 20.000 EUR veranschlagt. Die Ergebnisse werden in das numerische Stofftransportmodell eingepflegt. Hierfür fallen zusätzliche jährliche Kosten i. H. v. 5.000 € an.