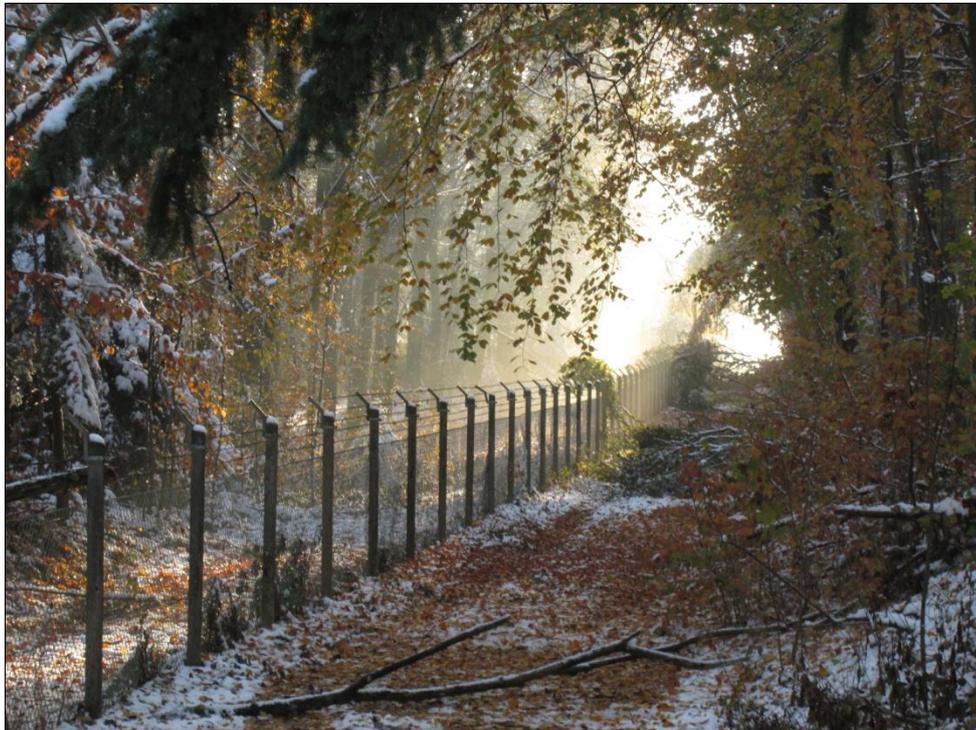


**Ergänzende Untersuchung
militärische Altlast
Dragahn
- Boden- und Grundwasseruntersuchungen -
*Bericht und Anlagen***



Auftraggeber:
Landkreis Lüchow-Dannenberg
Fachdienst 66
Königsberger Straße 10
29439 Lüchow

Hannover, April 2017



I. Inhaltsverzeichnis

1.	VERANLASSUNG / AUFGABENSTELLUNG.....	10
2.	STANDORTBESCHREIBUNG.....	12
2.1	ALLGEMEINE STANDORTBESCHREIBUNG	12
2.1.1	KVF 726 – NEUTRALISATIONSANLAGE	13
2.1.2	TNT-BETRIEB: KVF 771 UND 772 – TRIABSETZBECKEN	13
2.1.3	ABWASSERANLAGE: KVF 726 – NEUTRALISATIONSANLAGE, 774 UND 775 – SAMMELBECKEN FÜR ROTES WASCHWASSER UND SAURES WASSER, 779 – PRÜFBECKEN FÜR KÜHLWASSER	13
2.1.4	SONSTIGES: KVF 704 - BRANDPLATZ	14
2.2	GEOLOGIE / HYDROLOGIE.....	14
2.2.1	GEOLOGIE	14
2.2.2	HYDROLOGIE	15
2.3	VORANGEGANGENE UNTERSUCHUNGEN.....	15
3.	STV-REMEDIATION UND TRANSFORMATION IM BODEN UND SYSTEM BODEN - PFLANZE	19
4.	DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN.....	22
4.1	BODENUNTERSUCHUNGEN.....	22
4.2	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN.....	23
4.3	DURCHFÜHRUNG DER LABORARBEITEN, ANALYTIK.....	23
4.4	VERMESSUNGSARBEITEN.....	24
4.5	BEGLEITENDER ARBEITS- UND EMISSIONSSCHUTZ.....	24
5.	BEWERTUNGSMAßSTÄBE.....	25
5.1	PRÜFWERTVORSCHLÄGE SOWIE BODENORIENTIERUNGSWERTE DER BUND/LÄNDER- ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) FÜR STV	25
5.2	EMPFEHLUNGEN DER LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA)	27
6.	DARSTELLUNG UND BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	29
6.1	BODENUNTERSUCHUNGEN.....	29
6.1.1	KVF 432 – AMMONSALPETERSPRENGSTOFFBETRIEB, ZWISCHENLAGER.....	30
6.1.2	KVF 704 – BRANDPLATZ.....	34
6.1.3	KVF 726 – NEUTRALISATIONSANLAGE.....	38
6.1.4	KVF 771 UND 772 – TRIABSETZBECKEN	41
6.1.5	KVF 774 UND 775 – SAMMELBECKEN ROTES WASCHWASSER UND SAURES WASSER	47
6.1.6	KVF 779 – PRÜFBECKEN FÜR KÜHLWASSER.....	51
6.2	ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN.....	58

Allgemeiner Teil

6.2.1	ERSTES GRUNDWASSERSTOCKWERK.....	58
6.2.2	ZWEITES GRUNDWASSERSTOCKWERK.....	62
7.	MAßNAHMENEMPFEHLUNG / ZUSAMMENFASSUNG	66



II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht STV- Synthese/Transformationsprodukte	19
Tabelle 2: Verfahren der chemischen Untersuchungen (Feststoff)	23
Tabelle 3: Verfahren der chemischen Untersuchungen (Wasser)	23
Tabelle 4: Übersicht Prüfwertvorschläge und Bodenorientierungswerte LABO	27
Tabelle 5: Analysenergebnisse KVF 432 Ammonsalpetersprengstoffbetrieb, Zwischenlager	33
Tabelle 6: Übersicht Analysenergebnisse KVF 704 - Brandplatz - Feststoffuntersuchungen	37
Tabelle 7: Übersicht Analysenergebnisse KVF 726 - Neutralisationsanlage - Feststoffuntersuchungen	40
Tabelle 8: Übersicht Analysenergebnisse KVF 771 – Triabsetzbecken - Feststoffuntersuchungen	45
Tabelle 9: Übersicht Analysenergebnisse KVF 772 – Triabsetzbecken - Feststoffuntersuchungen	46
Tabelle 10: Übersicht Analysenergebnisse KVF 74/775 – Sammelbecken rotes Waschwasser und saures Wasser	50
Tabelle 11: Übersicht Analysenergebnisse KVF 779 – Prüfbecken für Kühlwasser	55
Tabelle 12: Übersicht Analysenergebnisse KVF 779 – Prüfbecken für Kühlwasser Fortsetzung	56
Tabelle 13: Übersicht Analysenergebnisse Eluatuntersuchungen	57
Tabelle 14: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des ersten Grundwasserstockwerkes	61
Tabelle 15: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des zweiten Grundwasserstockwerkes	65



IV. Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtspläne

- Anlage 1.1: Übersichtslageplan mit Darstellung der Untersuchungsfläche (Maßstab 1:50.000)
- Anlage 1.2: Übersichtslageplan mit Darstellung der Wasserschutzgebiete, der Grundwassermessstellen und der Brunnen auf dem Werksgelände (Maßstab 1:35.000)
- Anlage 1.3: Übersichtslageplan mit Darstellung der ehemaligen Nutzung des Werksgeländes (Maßstab 1:6.500)

Anlage 2: Detailpläne

Bodenuntersuchungen

- Anlage 2.1.1: Detaillageplan der Verdachtsfläche 432 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:250)
- Anlage 2.1.2: Detaillageplan der Verdachtsfläche 704 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:250)
- Anlage 2.1.3: Detaillageplan der Verdachtsfläche 726 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:250)
- Anlage 2.1.4: Detaillageplan der Verdachtsflächen 771 und 772 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:300)
- Anlage 2.1.5: Detaillageplan der Verdachtsflächen 774 und 775 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:250)
- Anlage 2.1.6: Detaillageplan der Verdachtsfläche 779 und der Ergebnisse der chemischen Analysen (Maßstab: 1:1000)

Grundwasseruntersuchungen

- Anlage 2.2.1: Detaillageplan mit Darstellung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des ersten Aquifers (Maßstab: 1:35.000)
- Anlage 2.2.2: Detaillageplan mit Darstellung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des zweiten Aquifers (Maßstab: 1:35.000)
- Anlage 2.2.3: Lageplan mit Darstellung der Grundwasserfließrichtung im ersten Grundwasserstockwerk (Maßstab 1:35.000)
- Anlage 2.2.4: Lageplan mit Darstellung der Grundwasserfließrichtung im zweiten Grundwasserstockwerk (Maßstab 1:35.000)



Allgemeiner Teil

Anlage 3: Schichtenverzeichnisse und Profilsäulen

Anlage 3.1: Schichtenverzeichnisse gem. EN ISO 14688

Anlage 3.2: Profilsäulen gem. EN ISO 14688

Anlage 4: Probenahmeprotokolle

Anlage 4.1: Probenahmeprotokolle Boden

Anlage 4.2: Probenahmeprotokolle Grundwasser

Anlage 5: Prüfberichte des Labors

Anlage 5.1: Prüfberichte des Labors Boden

Anlage 5.2: Prüfberichte des Labors Grundwasser

Anlage 6: Vermessungsunterlagen

Anlage 7: Fotodokumentation



VI. Literaturverzeichnis

- /1/ ARCADIS CONSULT GMBH (2003): Neubewertung des Berichtes „Voruntersuchungen Dragahn“ nach BBodSchG/V und anderen Werten, 2003
- /2/ BBODSCHG (1998): BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ in der Fassung vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502)
- /3/ BBODSCHV (1999): BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG - Ressortabgestimmte fachliche Inhalte einer Verordnung zur Durchführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Bodenschutz- und Altlastenverordnung) vom 12.07.1999
- /4/ BIHLER, KOCH, MÜCK ET AL. (2001): Kursbuch Altlasten, Recht, Toxikologie, Technik, München (Vahlen)
- /5/ BLUME, H.-P. (1992): Handbuch des Bodenschutzes. - Landsberg/Lech (ecomед)
- /6/ CATALDO, D. ET AL (1989): An Evaluation of the environmental fate and behavior of munitions material (TNT, RDX) in soils and plant systems, Environmental Fate and Behavior of TNT, Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington 99352, August 1, 1989
- /7/ CATALDO, D. ET AL (1990): TNT fate in soil and plant systems, Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington 99352, 1990
- /8/ DOBNER, I. (2003): Der Einsatz mykorrhizierter Gehölze in biologischen Sanierungsverfahren unter dem Aspekt TNT-belasteter Böden, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften, Bremen, 2003
- /9/ BUND/LÄNDER ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (2009): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten Informationsblatt für den Vollzug
- /10/ HAAS, R. ET. AL. (1989): Sprengstoffrückstände in Boden und Grundwasser auf dem Gebiet der ehemaligen Sprengstofffabriken in Stadtallendorf/Hesse, Hannover, 1989
- /11/ HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): Abschlussbericht F+E-vorhaben; Prognose und Kontrolle des natürlichen Rückhaltes und Abbaus von Nitroaromaten im Restgestein am Rüstungsalblaststandort Stadtallendorf, Teilvorhaben 5.2 „MONASTA“, 2009
- /12/ HILSCHER, F. (2003): Sorption von TNT-Metaboliten an Ringpolymeren, 2003
- /13/ INDUSTRIEANLAGEN-BETRIEBSGESELLSCHAFT MBH (IABG) (1995): Voruntersuchungen Dragahn, Ottobrunn, 1995
- /14/ KOCH, R. (1991): Umweltchemikalien - Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten. Weinheim (VCH)
- /15/ KÜCHLER, F. (2011): Probenahme und Qualitätssicherungsmaßnahmen bei Bodenkontaminationen mit sprengstofftypischen Verbindungen, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum naturalium, Werder, 2011
- /16/ LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LAND BRANDENBURG (LGUV) (2012): Fachinformation Nr. 20, Potsdam, 2012
- /17/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

Allgemeiner Teil

- /18/ LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA), BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (2006): Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen
- /19/ BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT (LABO), STÄNDIGER AUSSCHUSS (2006): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug, Stand 21. März 2006
- /20/ LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG) (2011): Geofakten 21, Hydrostratigraphische Gliederung Niedersachsens.- 2. Aufl., 11 S., 5 Abb., 2 Tab.; Hannover
- /21/ JOOS, A., KNACKMUSS, H.J. & SPYRA, W (2008): Natürliche Schadstoffminderung bei sprengstofftypischen Verbindungen. BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2008
- /22/ NIEDERSÄCHSISCHES LANDESGESUNDHEITSAMT (NLGA) (2014): Toxikologische Bewertungsmaßstäbe für 2,4,6-Trinitrotoluol in Trinkwasser, Hannover, 2014
- /23/ NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1993): Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten in Niedersachsen, 1993
- /24/ MARTINETZ, D. & RIPPEN, G. (2000): Handbuch Rüstungsaltslasten, Hüthig Jehle Rehm, März 2000
- /25/ M&P INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2015): Qualitätsmanagement-Handbuch, Hans-Böckler-Allee 9, 30173 Hannover (Januar 2017).
- /26/ URS DEUTSCHLAND GMBH (2009): PCB-Bodenkontamination, Dragahn; Endbericht zur Aushubbegleitung, 03.09.2009
- /27/ SCHÖNMUTH, B. (2008): Dendrotoleranz gegenüber STV in Altlastböden und Langzeitschicksal von [¹⁴C]-Trinitrotoluol und [¹⁴C]-Hexogen in Nadelgehölzen, BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2008
- /28/ SCHÖNMUTH, B. & BÜTTNER, C. (2008): Toleranz von Nadelgehölzen gegenüber TNT und Hexogen sowie deren Metabolite – eine alternative Möglichkeit für die Nachnutzung von Rüstungsstandorten?, BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2008
- /29/ SCHÖNMUTH, B. ET AL. (2004): Können Nadelwälder auf Rüstungsaltsstandorten zur Produktion nachwachsender Rohstoffe genutzt werden?, BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2004
- /30/ SCHÖNMUTH, B. ET AL. (2007): Uptake and distribution of –TNT in conifers, KORA Meeting, Topic Network 5, BBA, Berlin, 5. Juni 2007
- /31/ SCHÖNMUTH, B. ET AL. (2008): Nutzung von Selbstreinigungspotenzialen in STV-belasteten Böden und Grundwässern, BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2008
- /32/ SCHÖNMUTH, B. ET AL. (2008): RDX-Schadsymptome an Laubbäumen und krautigen Pflanzen, BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsaltslasten, Berlin, 2008
- /33/ SCHÖNMUTH, B.W. & PESTEMER, W. (2004): Dendroremediation of trinitrotoluene (TNT). Part 2: Fate of radio-labelled TNT in trees. *Environmental Science & Pollution Research* 11, 331-339
- /34/ WEIß, M. (2004): Bildung, Stabilität und Struktur gebundener Rückstände aus dem mikrobiellen Abbau von TNT im Boden, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor agriculturæ, Netphen, 2004

VII. Abkürzungsverzeichnis

Allgemeine Abkürzungen

Allgemeine Abkürzungen

ALA	Altlastenausschuss
ALVF	Altlastenverdachtsfläche
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
EN	Europäische Norm
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle
IABG	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH
ISO	International Organization for Standardization
KRB	Kleinrammbohrung
KVF	Kontaminationsverdächtige Fläche
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodeschutz
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Ländesamt für Bergbau, Energie und Geologie
M&P	Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
PO	Pegel Oben (GWM im ersten Aquifer)
PU	Pegel Unten (GWM im zweiten Aquifer)
ROK	Rohroberkante
STV	Sprengstofftypische Verbindungen
SEP	Schichtenerfassungsprogramm
TA	Technogener Anteil
TK	Topographische Karte
TRD	tolerierbare resorbierte Dosis
TVO	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt



Allgemeiner Teil

Chemische Abkürzungen

ADNT	Aminodinitrobenzoesäure (sofern nicht anders gekennzeichnet sind beide Isomere gemeint)
BTEX	leichtflüchtige monoaromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol)
DNT	Dinitrobenzol
EOX	extrahierbare organische Halogenverbindungen (Feststoff)
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe nach EPA
PCB ₆	Polychlorierte Biphenyle
TNB	Trinitrobenzol
TNT	Trinitrotoluol
TVO	Trinkwasserverordnung
RDX	Royal Demolition Explosive, alias Hexogen



1. Veranlassung / Aufgabenstellung

Der Landkreis Lüchow-Dannenberg, vertreten durch den Fachdienst 66, Umwelt und Straßen, beauftragte die M&P Ingenieurgesellschaft mbH mit der Durchführung von weiterführenden Untersuchungen der militärischen Altlast Dragahn im Forst Dragahn, Gemeinde Karwitz. Grundlage für die Beauftragung stellt das Angebot A160960 der M&P Ingenieurgesellschaft mbH vom 18.08.2016 dar.

Die Untersuchungen umfassten Bodenuntersuchungen von sechs Teilflächen im Bereich des Werksgeländes sowie Grundwasseruntersuchungen im Bereich der Altlast und in deren Abstrom.

Zwischen 1938 und 1945 wurde im Bereich des Werksgeländes TNT, Chloratit, Ammonsalpetersprengstoffe und Zündschnur hergestellt. Produktionswasser der z. T. recht wasserintensiven Prozesse wurde über drei werkseigene Tiefbrunnen bezogen. Die z. T. sauren Abwässer wurden nach Nutzung in offenen Becken neutralisiert und versickert bzw. in Schluckbrunnen im Bereich des Werksgeländes verpresst.

Aus der Nutzungshistorie lässt sich ein Verdacht auf Boden- und Grundwasserkontamination mit TNT bzw. artverwandten Nitroaromaten ableiten. Im Jahr 1995 durchgeführte Voruntersuchungen bestätigten für einzelne Teilbereiche des Werksgeländes nutzungsbezogene Kontaminationen mit TNT bzw. TNT-haltigen Produktionsrückständen. Eine Neubewertung der Ergebnisse im Jahr 2003 forderte einen erweiterten Erkundungsbedarf für das Grundwasser sowie für einzelne Produktionsbereiche.

Auf Grundlage der Voruntersuchungen waren für einzelne Flächen der Abwasseranlage, des Ammonsalpetersprengstoff- und TNT-Betriebes sowie für einen Brandplatz die folgend aufgeführten Bodenuntersuchungen vorgesehen. Die Bezeichnung der Verdachtsflächen richtet sich hierbei nach den historischen Benennungen.

- Verdachtsfläche 432: Zwischenlager:
10 KRB 4 bis 6 m u. GOK
- Verdachtsfläche 704: Brandplatz:
5 KRB bis ca. 4 m u. GOK
- Verdachtsfläche 726: Neutralisationsanlage / Sauerwasserstation:
6 KRB bis ca. 5 m u. GOK
- Verdachtsfläche 771/772: Triabsetzbecken:
8 KRB bis ca. 6 m u. GOK

Allgemeiner Teil

- Verdachtsfläche 774/775 : Sammelbecken für rotes Waschwasser und saures Wasser:
8 KRB bis ca. 8 m u. GOK außerhalb der Becken
- Verdachtsfläche 779: Prüfbecken für Kühlwasser:
10 KRB, ca. 6 bis 8 m u. GOK
 - *Analytik der Bodenproben auf sprengstofftypische Verbindungen*

Nach Auswertung aller vorliegenden Unterlagen wurde das Untersuchungskonzept an die gegenwärtigen Standortgegebenheiten, den aktuellen Stand der Technik sowie zusätzlich unter Berücksichtigung der Geländebefunde (z. B. TNT-Schnelltests) simultan angepasst und entsprechend umgesetzt.

Da die Gesamtheit der vorangegangenen Recherchen ebenfalls den Hinweis auf das Verpressen von Produktionswässern in den Untergrund ergaben, umfassen die ergänzenden Untersuchungen auch das Grundwasser im Umfeld bzw. im Abstrom des Werksgeländes. Im Untersuchungsgebiet bestehen zwei Aquiferstockwerke, die durch einen Grundwassergering- bzw. -nichtleiter weitestgehend hydraulisch getrennt werden.

Im weiteren Abstrom befinden sich die Wasserwerke Kähmen (Nordosten) und Wibbese (Südosten). Für das Monitoring waren fünf Brunnen im Bereich des Werksgeländes, zehn Brunnen in dessen Umfeld sowie drei Förderbrunnen des Wasserwerkes Kähmen vorgesehen.

Die Analytik der Grundwassersproben erfolgt auf den Parameterumfang der sprengstofftypischen Verbindungen und, bis auf die Förderbrunnen des Wasserwerkes, auf die Parameter der Trinkwasserverordnung.

Im Zuge der Geländearbeiten vom 07.11. bis 18.11.2016 wurde das vorangehend beschriebene Untersuchungskonzept der Bodenuntersuchungen umgesetzt. Die Grundwasserprobenahme fand zwischen dem 09.01. und 24.01.2017 statt.

2. Standortbeschreibung

2.1 Allgemeine Standortbeschreibung

Das Gelände der ehemaligen Sprengstofffabrik Dragahn befindet sich im Forst Dragahn, westlich der Gemeinde Karwitz, Landkreis Lüchow-Dannenberg.

Auf der knapp 1,3 km² großen Kernfläche des Werksgeländes befand sich zwischen 1938 und 1945 eine Sprengstofffabrik die von der Waaren-Commissions-AG errichtet und anfänglich betrieben wurde. Im Jahr 1940 wurde der Betrieb an die Dynamit AG verkauft.

Auf dem Gelände wurden in getrennten Produktionsbereichen unter anderem ca. 8.000 t TNT, 235 t Chloratit, 43.000 m Züandschnur sowie Ammonsalpetersprengstoffe hergestellt. Weiterhin wurden ca. 2,2 bis 3,8 Mio. Eierhandgranaten sowie 1,1 – 1,7 Mio. SD 1-Bomben befüllt. Die geplante Herstellung von Dynamit und Nitroglycerin wurde nicht realisiert. Eine Übersicht über die ehemaligen Produktionsbereiche zeigt Anlage 1.3.

Benötigte Produktionswässer wurden über drei werkseigene Brunnen gewonnen und im Bereich des Werksgeländes über ein Kanalsystem entsprechend verteilt. Nach Nutzung wurden die z. T. sauren Produktionswässer in offenen Becken neutralisiert sowie versickert oder in Schluckbrunnen verpresst.

Nach Ende des Zweiten Weltkrieges wurde das Werk in den Jahren 1947 bis 1949 weitestgehend rückgebaut und ca. 200 t TNT aus den einzelnen Anlagenbereichen, Kanalsystemen und von der Oberfläche geborgen.

Das Werksgelände wurde anschließend durch unterschiedliche Unternehmen gewerblich genutzt, aktenkundig sind darunter metallverarbeitendes Gewerbe, Vulkanisierbetrieb, Wäscherei, Schuhfabrikation, Fabrikation von chemischen und pharmazeutischen Produkten, etc.

Seit 1962 wurde das Gelände zur Delaborierung und Demunitionierung sowie Freiflächen als Lagerplätze durch unterschiedliche Betreiber genutzt, darunter von 1980 bis 1996 durch die Firma Kaus & Steinhausen.

Bei einer erneuten Überprüfung des Geländes bzw. des Kanalsystems im Jahr 1982 wurden weiterführend ca. 1 t TNT-haltige Produktionsrückstände geborgen.

Zurzeit besteht außer einer eingeschränkten forstwirtschaftlichen Nutzung keine gewerbliche oder industrielle Nutzung des Geländes. Die Gebäude und Anlagenteile wurden bis auf wenige Ausnahmen rückgebaut. Das Werksgelände ist vollständig umzäunt und nicht frei zugänglich.

Die im Jahr 1995 durchgeführten Voruntersuchungen /13/ ergaben für einzelne Teilbereiche des Werksgeländes nutzungsbezogene Kontaminationen mit TNT bzw. TNT-haltigen Produktionsrückständen. Eine Neubewertung der Ergebnisse bestätigte die festgestellten Belastungen und

erforderte einen erweiterten Erkundungsbedarf für das Grundwasser sowie für die einzelnen folgenden, prozessbedingt kontaminierten Produktionsbereiche, darunter Teilbereiche der Ammonsalpeter- und TNT-Betriebe, Teile der Abwasseranlage sowie einen Brandplatz. Die in diesem Gutachten angeführte Bezeichnung inkl. Nummerierung der Untersuchungsgebiete bezieht sich auf die Benennung gem. der Voruntersuchung, deren Erkenntnisse ebenfalls in folgenden Darstellungen eingeflossen sind.

2.1.1 KVF 726 – Neutralisationsanlage

Im Bereich des Ammonsalpetersprengstoffbetriebes, im dem verschiedene Sprengstoffarten (z. B. Ammonsalpeter, TNT, Chloratit) verarbeitet und dementsprechend auch gelagert wurden, wurde das Zwischenlager (Nr. 432) zur weiterführenden Untersuchung ausgewiesen. Ursprünglich bestand das Zwischenlager aus drei freistehenden Lagergebäuden (Nr. 431 bis 433). Für das mittlere Gebäude 432 wurden im Rahmen der Voruntersuchungen im Oberboden erhöhte Gehalte an Nitro- und Aminotoluolen festgestellt. Bis in eine Tiefe von ca. 2,5 m u. GOK nahm die nachgewiesene Belastung ab.

Die Gebäude sind rückgebaut, die ehemalige Lage ist nicht mehr zu erkennen. Die Fläche liegt heute brach und ist vereinzelt mit niedrigen Büschen bewachsen.

2.1.2 TNT-Betrieb: KVF 771 und 772 – Triabsetzbecken

Im Bereich der TNT-Produktion wurde das angelieferte Mononitrotoluol in zwei Stufen zu TNT nitriert sowie die sauren Abwässer aufbereitet bzw. neutralisiert. In den hier untersuchten Kontaminationsverdachtsflächen 771 und 772 (Absetzbecken) wurden feste Neutralisationsrückstände abgetrennt. TNT-haltige Stoffe sind hier demnach am ehemaligen Beckenboden zu erwarten.

Die Absetzbecken 771 und 772 wurden offensichtlich verfüllt, wobei die Voruntersuchungen bei ca. 1,5 m u. GOK die höchsten Gehalte an TNT in bräunlich-rot verfärbtem Material beschrieben. Die übrige Auffüllung im Bereich der Becken ist eher unauffällig.

Die genaue Lage der Becken ist nicht zu erkennen, die Fläche ist mit Büschen und kleineren Bäumen bewachsen.

2.1.3 Abwasseranlage: KVF 726 – Neutralisationsanlage, 774 und 775 – Sammelbecken für rotes Waschwasser und saures Wasser, 779 – Prüfbecken für Kühlwasser

Die Abwasseranlage umfasst Becken, Leitungen und Versickerungsflächen, die zur Verteilung und Aufbereitung der bei der TNT-Herstellung angefallenen Abwässer dienen.

Im Bereich der Neutralisationsanlage (726) wurde saures Waschwasser aufbereitet, d. h. neutralisiert. Nach dem 2. Weltkrieg wurde das Becken verfüllt und durch eine Betonplatte verschlossen. Die Betonplatte ist bis heute erhalten. Für die Voruntersuchungen wurde die Betonplatte

an zwei Stellen im Randbereich aufgestemmt. Die tieferen Auffüllungen bis 1,8 m u. GOK zeigten eine Belastung mit TNT.

Die Sammelbecken für rotes Waschwasser und saures Wasser (774 und 775) wurden nach Beendigung der Produktion ebenfalls verfüllt und mit Material überschoben. Schürfe, die im Rahmen der Voruntersuchung durchgeführt wurden, ergaben anthropogene Auffüllungen mit Beimengungen von Hausmüll, Beton- und Ziegelbruch sowie Plastik und Brandhorizonten. In einer Tiefe von ca. 4 m wurden noch deutlich erhöhte TNT-Gehalte nachgewiesen.

Im Bereich des Prüfbeckens für Kühlwasser (779) wurden im Oberboden eine sehr hohe Kontamination mit TNT und dessen Metaboliten nachgewiesen.

Das Becken wurde nicht verfüllt, ist ca. 3 m tief und mit kleineren Büschen und Nadel- sowie Laubbäumen bewachsen.

2.1.4 Sonstiges: KVF 704 - Brandplatz

Der Brandplatz befindet sich auf einer rippenartigen Erhöhung im südlichen Bereich des Werksgeländes. Hier wurden innerhalb eines nach Westen geöffneten Erdwalls Fehlchargen und andere feste Abfällen abgebrannt. Reste von Befestigungen auf den Wällen weisen darauf hin, dass vermutlich Splitterschutzwände installiert waren. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Brandplatz auch nach 1945 in ähnlicher Form genutzt wurde.

Sowohl in oberflächennahen als auch in tieferen Horizonten bis 3,3 m u. GOK wurden im Rahmen der Voruntersuchungen erhebliche Belastungen mit TNT festgestellt.

Der Brandplatz ist heute mit Kiefern bestanden.

2.2 Geologie / Hydrologie

Die nachfolgenden Angaben zur Geologie sowie Hydrogeologie wurden dem LBEG-Kartenserver (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>, Stand: 05.11.2016) sowie den Voruntersuchungen entnommen und wird hier zusammenfassend dargestellt.

2.2.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich des Norddeutschen Lockergesteinsgebietes Lüneburger Heide Ost, genauer im Bereich der pleistozänen Geest der sog. „Göhrde“. Mit Höhen zwischen 55 und 85 NN sind hier quartäre Sande und Kiese wechselnder Mächtigkeit ausgeprägt, die lokal von Geschiebelehmen, Beckentonen oder Abschwemmmassen überlagert sind. Das Gebiet ist durch Endmoränen der Saale-Kaltzeit stark gegliedert. Die quartären Sedimente erreichen eine Mächtigkeit von 100 bis 250 m und bilden den ersten (quartären) Grundwasserleiter.

Die quartären Sedimente werden von tertiären Schluffen, Tonen und Feinsanden des Oligozäns bzw. Feinsanden des Miozäns unterlagert, die das zweite (tertiäre) Grundwasserstockwerk in den Braunkohlesanden ausbilden.

Die Aquifere sind weitestgehend durch tertiäre Tone getrennt. Die tertiären Schichten wurden während der Elster-Kaltzeit z. T. erodiert, was u. a. zur Ausbildung von Schmelzwasserrinnen führte. Ein Beispiel für eine solche Rinnenausbildung, die mit Sanden und Kiesen aber auch mit Tonen und Geschiebemergel verfüllt wurde, ist die Karwitzer Rinne östlich des Werksgebietes.

2.2.2 Hydrologie

Während im Bereich des Untersuchungsgebietes sowie des Werksgebietes die Grundwasserstockwerke durch Tertiäre Tone („Hamburger Ton“) getrennt werden, ist östlich des Untersuchungsgebietes durch Erosion der Elster-Kaltzeit mindestens stellenweise davon auszugehen, dass ein hydraulischer Kontakt der beiden Grundwasserstockwerke zum Beispiel durch die Karwitzer Rinne bestehen kann.

Für beide Grundwasserstockwerke ist eine generelle Fließrichtung nach Ostnordost mit kleinräumigen Abweichungen (Karwitzer Rinne, Salzstock Dannenberg) zu erwarten. Als Vorfluter fungieren Elbe und Jeetzel.

Die Grundwasserneubildung wird laut NIBIS®-Kartenserver etwa bei nordsüdlicher Trennung mit 151 bis 100 mm/a im Westen und 101 bis 150 mm/a im Osten angegeben. Die Durchlässigkeiten der beiden Aquifere werden laut Geofakten 21 /20/ mit kf-Werten zwischen 10^{-4} bis 10^{-3} m/s als „mittel“ angegeben. Die tertiären Tone hingegen treten als Geringleiter mit Durchlässigkeitsbeiwerten von 10^{-7} bis 10^{-5} m/s auf.

Die Mächtigkeit des oberen Aquifers wird mit Mächtigkeiten zwischen 33 bis 48 m angegeben, für den unteren Grundwasserleiter finden sich in der Literatur abweichende Angaben von 75 bis 90 m (LBEG-Kartenserver) bis 110 – 135 m /13/. Der Grundwasserflurabstand wird im Untersuchungsgebiet flächenhaft mit größer 30 m angegeben.

2.3 Vorangegangene Untersuchungen

Für den Standort der militärischen Altlast Dragahn bestehen verschiedene Voruntersuchungen und Recherchen. Im Folgenden werden die Untersuchungsergebnisse, in einer Übersicht zusammengefasst, in Hinblick auf die aktuelle Fragestellung der TNT-haltigen Produktionsrückstände dargestellt. Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Voruntersuchung /13/ und deren Neubewertung /1/, da diese die maßgebliche Grundlage für die hier durchgeführten erweiterten Untersuchungen darstellen. Detaillierte Angaben sowie weiterführende Ergebnisse und Quellen sind den jeweiligen Gutachten und Dokumenten direkt zu entnehmen.

1995: Industriebetriebe-Betriebsgesellschaft mbH (IAGB): Voruntersuchung Dragahn

Inhalt / Umfang:

- Multitemporale Luftbildauswertung und Kartierung des aktuellen Zustandes des Werks-
geländes
- Boden: 130 Kleinrammbohrungen bis max. 5 m u. GOK, drei Schürfe, Beprobung und
Analytik auf STV, Schwermetalle, Phenole, PAK, MKW, EOX, LHKW, BTEX, Cyanide,
Nitrocellulose, Nitronaphthaline, Nitratester, Nitramine, Phthalate, Diphenylamine
- Grundwasser: Untersuchung des oberen und unteren Grundwasserstockwerkes über 23
Brunnen innerhalb und außerhalb des Werksgeländes, darunter auch Förderbrunnen der
Wasserwerke Kähmen und Wibbese sowie 5 Hausbrunnen. Errichtung einer zusätzli-
chen Messstelle („TNT-Messstelle“) nahe des ehemaligen Absetzbeckens (Nr. 779)

Ergebnis:

- Boden: Als Hauptbelastungsparameter wurden Nitro-/Aminotoluole/-benzole nachgewie-
sen.

Nitramine und Diphenylamine, Nitroglycerin und Nitronaphthaline wurden nicht in signifi-
kant erhöhten Gehalten festgestellt. Nachgewiesene Gehalte von Schwermetallen, Phe-
nolen, PAK, MKW, BTEX, LHKW, EOX, Cyanide wurden ebenfalls mit geringem Ein-
tragspotential in das Grundwasser eingeschätzt.

Belastungen des Bodens meist im Auffüllungsmaterial, Kontamination jedoch nicht flä-
chendeckend auf dem gesamten Gelände sondern an prozessbedingte Produktionsab-
schnitte gebunden (TNT-Produktion, Absetzbecken, Brandplatz etc.). Feststellung von
zwei lokalen Bodenbelastungen in Bereich von Gruben- oder Grabenverfüllungen u. a.
mit PCB.

Eine akute Gefährdung des Grundwassers durch die festgestellten Bodenbelastungen
wurde nicht abgeleitet, jedoch das langfristige Verlagerungspotential der Schadstoffe
über den Wirkungspfad Boden - Grundwasser thematisiert, sowie der Bodenaustausch
im Bereich der lokalen PCB-Belastung und einer chemisch auffälligen Grabenverfüllung
(ALVF) empfohlen.

Weiterführend wurde für sechs Teilbereiche ein erweiterter Erkundungsbedarf der Bo-
denbelastungen durch STV formuliert, darunter Absetz-, Neutralisations- und Prüfbecken
sowie ein Lager- und ein Brandplatz.

- Grundwasser: Nachweis von TNT im Grundwasser im oberen sowie im unteren Stock-
werk in den Messstellen auf dem Werksgelände, wobei Rückstände im Ringraum der je-
weiligen Brunnen vermutete wurden. Im Abstrom außerhalb des Geländes wurde in kei-

ner Messstelle (oberes sowie unteres Stockwerk) TNT oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

In einzelnen Brunnen wurden Kohlenwasserstoffe und Phenole sowie im anstromigen Brunnen HY 21 aromatische Amine nachgewiesen, deren Herkunft ungeklärt bzw. möglicherweise anthropogen bedingt ist.

Eine akute Gefährdung des Grundwassers in Hinblick auf eine Trink- und/oder Brauchwassernutzung wurde bei dem beobachteten Flurabstand von > 30 m nicht abgeleitet, jedoch analog zum Wirkungspfad Boden - Grundwasser eine langfristige negative Wirkung nicht ausgeschlossen. Folglich ergab sich für das Grundwasser ebenfalls ein weiterführender Erkundungsbedarf.

2003: ARCADIS CONSULT GMBH: Neubewertung des Berichtes „Voruntersuchungen Dragahn“ nach BBodSchG/V und anderen Werten

Inhalt:

Auf Basis einer im Jahr 2003 von ARCADIS durchgeführten Literaturstudie zum damaligen Vorgehen an Rüstungsaltsstandorten wurden die Ergebnisse der Voruntersuchung /13/ neu bewertet. Zur Gefährdungsabschätzung wurden Eingreifwerte für die Matrix Boden abgeleitet, da zu diesem Zeitpunkt keine allgemeingültigen Bodenwerte bestanden.

Ergebnis:

Die Neubewertung kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass keine flächenhafte Belastung des Werksgeländes mit STV vorliegt, vielmehr werden formal neun Flächen als mit STV belastet ausgewiesen, darunter Bereiche der Abwasseranlage (Neutralisationsbecken KV 726, Sammelbecken 774 und 775, Prüfbecken 779), des Ammonsalpetersprengstoffbetriebes (Zwischenlager 432), Brandplätze (704, 101/F 914, F915) sowie die Standorte 771/772 (Absetzbecken) und 709 (Bi- und Trinitrierung).

Für Teilbereiche dieser Auswahl ergab sich die Erfordernis weiterer Untersuchungen zur vertikalen sowie horizontalen Eingrenzung bzw. die Überprüfung der Wirksamkeit bestehender Versiegelungen.

Aus dem beobachteten starken vertikalen Gradienten der festgestellten STV wird abgeleitet, dass nur eine langsame Verlagerung der Schadstoffe aus den belasteten Auffüllungen in den gewachsenen Boden besteht.

Eine Belastung des Grundwassers am Standort wird nicht abgeleitet.

Für Flächen, die bei zukünftigen Untersuchungen diffuse Kontaminationen (Überschreitung der grundwasserbezogenen Eingreifwerte) wird eine mikrobiologische Flächensanie-

ung durch Aufbringen von Mulch/Häcksel/Gülle o. ä. empfohlen, bzw. die Wirksamkeit einer solchen Maßnahme in einem Pilotversuch (Testfeld) zu prüfen.

2009: URS Deutschland GmbH (2009): PCB-Bodenkontamination, Dragahn

Inhalt:

Endbericht zur Aushubbegleitung von zwei mit MKW, Schwermetallen und PCB belasteten Bereichen („PCB-Fundstelle“ und „ALVF“) auf dem Werksgelände, Arbeitszeitraum 18.03.2009 bis 31.08.2009.

Ergebnis:

Aushub und fachgerechte Entsorgung von insgesamt 125,1 t belastetem Material und 3,96 t Gebinde und Metallteile auf einer Fläche von insgesamt ca. 60m². Die Sanierungsmaßnahme wird als erfolgreich bewertet.

3. STV-Remedation und Transformation im Boden und System Boden - Pflanze

Innerhalb der sog. Explosivstoffe, zu der auch Initialsprengstoffe, Pyrotechnika sowie Treib- und Zündmittel gezählt werden, bilden die Sprengstoffe bzw. STV die größte Gruppe. Es handelt sich um aromatische Nitroverbindungen (auch „Nitroaromaten“), die charakteristischerweise aus einem Benzolring mit verschiedenen funktionellen Gruppen, z. B. Methyl- und Nitrogruppen, bestehen und je nach chemischer Struktur polar oder unpolar bzw. in Übergangsformen vorliegen.

Im Boden und in der Wechselwirkung im System Boden – Pflanze unterliegen die STV unterschiedlichsten biologischen und chemischen Prozessen, die gleichzeitig und überlagernd ablaufen können. Für eine Gefährdungsabschätzung ist in erster Linie die Bioverfügbarkeit der STV ausschlaggebend. Sind zum Beispiel hohe Anteile der nachgewiesenen STV im Boden festgelegt, ist eine Aufnahme durch sich an der Oberfläche aufhaltende Menschen oder eine Verlagerung von STV mit dem Sickerwasser stark verringert. Auch eine Aufnahme durch Tiere und damit eine etwaige Verteilung im Nahrungskreislauf ist auf diese Weise deutlich gemindert. Dieser Effekt der reduzierten Verlagerung von STV wird durch eine Festlegung in Pflanzenteilen wie Wurzeln und Holz weiterhin grundlegend verstärkt.

Bei entsprechenden Standortverhältnissen unterliegen STV im Boden u. a. ebenfalls einem aeroben und/oder anaeroben mikrobiellen Abbau sowie abiotischen Transformationen durch reduzierende oder oxidierende Bodenprozesse. Bis zur Mineralisation, also dem vollständigen Abbau der STV zu CO₂, anorganischem Stickstoff und Wasser, kann es zu einer Vielfalt von Transformationsprodukten aus dem Ausgangsstoff TNT mit jeweils unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften kommen. Tabelle 1 zeigt die hier untersuchten STV mit der wesentlichen Zuordnung zu Transformations- bzw. Syntheseprodukten.

Tabelle 1: Übersicht STV- Synthese/Transformationsprodukte

Verbindung	Synthese Zwischen- oder Nebenprodukt	Transformationsprodukt
Nitrobenzol	x	
Nitrotoluole	x	
Dinitrotoluole	x	
Trinitrobenzol	x	
Aminodinitrotoluole		x
Aminonitrotoluole		x

Aufgrund der Vielzahl der Stoffe und deren vielfältiger Eigenschaften ist eine allgemeine Aussage zu (Abbau-)Verhalten und Verlagerung von TNT bzw. STV im ökologischen Kreislauf nur stark eingeschränkt möglich. Die Schadstoffminderungsprozesse, zu denen im Wesentlichen Festlegung, Sorption und Abbau gezählt werden, sind stark von den geologischen und hydrologischen Standortbedingungen abhängig. Studien, die hauptsächlich bis Mitte der 2000er Jahre durchgeführt wurden, setzten den Fokus meist auf die Hauptkontaminanten TNT und Hexogen. Das Verhalten einiger Metabolite ist häufig noch nicht genau bekannt.

Für eine Bewertung von Laborergebnissen muss ebenfalls die allgemeine Inhomogenität des Bodens bzw. des Systems Boden – Pflanze berücksichtigt werden. Im Folgenden werden die wesentlichen Basisprozesse zusammengefasst, auf deren Grundlage die hier dargestellte Gefährdungsabschätzung durchgeführt wird. Grundlegend ist für die Gefährdungsabschätzung neben der absoluten quantitativen Bestimmung von STV somit vor allem die Bioverfügbarkeit entscheidend, also die tatsächliche Menge an STV die so vorliegt, dass sie von pflanzlichen und tierischen Organismen aufgenommen werden kann.

Zu den Prozessen, die generell zu einer Festlegung der STV in der Bodenmatrix und damit zur Reduzierung der Bioverfügbarkeit führen, zählen u. a. Sorptionsprozesse an Tonmineralen, die Sorption an organische Substanz und/oder die Bildung von Ton-Humus-Komplexen (Humifizierung).

Während die sorptiven Prozesse mit der Bodenmatrix grundlegend reversibel sind, sorbiertes TNT also bei sich ändernden Bodenverhältnissen (z B. wesentliche Schwankung des pH-Wertes o. ä.) auch wieder desorbiert und damit in die Bodenlösung zurückgeführt werden könnten, ist eine Festlegung von STV in Ton-Humus-Komplexen in hohem Maße stabil. Trotz der Möglichkeit der Desorption ist auch die Sorption von STV an Tonmineralen grundlegend als Prozess der Festlegung zu verstehen. Bei natürlichen und ungestörten Verhältnissen ist eine Änderung der bodenphysikalischen Kenngrößen, die zu einer Freisetzung sorbierter STV führen können, nur in sehr geringem Maße zu erwarten.

Eine hohe Festlegungsrate weisen humose Böden auf, da STV an der organischen Kohlenstoffmatrix sorbiert werden können. Ab einem Humusgehalt von rund 0,5 % wird TNT (bzw. ADNT) in der ungesättigten Bodenzone in hohem Maße an die organische Substanz festgelegt. Dies führt zu einer starken Verlangsamung der Verlagerung von TNT bzw. mikrobiell sowie abiotisch gebildeter Transformationsprodukte mit dem Sickerwasser in Böden mit humosen Anteilen.

Der Prozess der Chemisorption von STV an organischem Kohlenstoff ist weitestgehend irreversibel und gilt folglich als wesentlicher Schritt zur Reduzierung der Bioverfügbarkeit von STV im Boden. Im Gegensatz dazu dominiert bei humusarmen, sorptionsschwachen Unterböden eher ein Austrag mit dem Sickerwasser.

Zusätzlich ist eine Aufnahme von TNT in pflanzliche Zellen wie Wurzeln, Holz oder Blätter, genauer in das Lignin der Zellwände möglich. Dieser Prozess wird als Phytoremediation bezeichnet. Während STV in Laubbäumen vornehmlich in Holz und in Blätter aufgenommen wird, diese

eine geringere TNT-Toleranz aufweisen und früh Wachstumsstörungen aufzeigen, ist für Nadelhölzer nachgewiesen /20/ dass ein wesentlicher Teil von TNT nach Aufnahme durch die Wurzeln dort eingebaut und weitestgehend irreversibel gebunden wird. TNT wird nur in vernachlässigbarem Maße in oberirdische Pflanzenteile verlagert.

In Kiefer- und Fichtenwurzeln wird so z. B. bis zu 95 % des aufgenommenen TNTs metabolisiert und so dem weiteren Kreislauf, also auch der Mineralisation, zunächst entzogen. Da TNT bzw. dessen Metabolite quasi nicht in Holz (rund 3 %) und Nadeln (rund 2%) transportiert wird, ist eine energetische und stoffliche Nutzung von Nadelholz unbedenklich. Für Laubbäume ist aus den o. g. Gründen lediglich eine energetische Nutzung zu empfehlen.

Aus den dargestellten Gegebenheiten wird deutlich, dass Pflanzen einen signifikanten Beitrag zur Festlegung und damit zur Reduzierung der Bioverfügbarkeit von STV leisten können. Es ist demnach anzustreben, bestehende Nadelwälder auf STV-kontaminierten Flächen zu erhalten.

Die im Rahmen der Phytoremediation festgelegten STV sind jedoch dem weiteren Prozess der Mineralisation zunächst entzogen, eine quantitative Schadstoffminderung ist dadurch dementsprechend ebenfalls reduziert. Untersuchungen am Weißfäulepilz „*Phanerochaete chrysosporium*“ zeigen jedoch ein hohes Potential, abgestorbene Pflanzenteile durch die Zersetzung der Zellstrukturen und damit die eingelagerten STV vollständig zu mineralisieren und damit die gesamte Schadstoffbeaufschlagung zu reduzieren.

4. Durchgeführte Arbeiten

Die hier dargestellten weiterführenden Untersuchungen umfassen Bodenuntersuchungen im Bereich von sechs Teilflächen des Werksgeländes sowie Grundwasseruntersuchungen beider Grundwasserstockwerke im Bereich des Werksgeländes sowie im weiteren Umfeld im Abstrom der ehemaligen Sprengstofffabrik.

4.1 Bodenuntersuchungen

Im Bereich des etwa 1,1 km² großen ehemaligen Werksgeländes wurden in den 1990er Jahren Bodenuntersuchungen durchgeführt, die für Teilbereiche des Werksgeländes eine deutliche nutzungsbedingte Bodenbelastung mit STV nachwiesen. Eine im Jahr 2003 durchgeführte Neubewertung der Ergebnisse führte zu dem Schluss, dass für insgesamt neun Areale ein Maßnahmenbedarf bzw. weiterer Erkundungsbedarf besteht.

Die aktuellen Bodenuntersuchungen wurden je nach bestehenden Vorkenntnissen über die nutzungsspezifische Belastungsverteilung zur vertikalen sowie horizontalen Eingrenzung bezüglich Lage und Tiefe der Belastung angepasst. Hierzu wurde zusätzlich an jeder Probe ein TNT-Schnelltest zur simultanen Anpassung des Untersuchungskonzeptes an die Geländebefunde durchgeführt.

Die Durchführung der Kleinrammbohrungen erfolgte in Anlehnung an EN ISO 22475-1. Die Probenahme wurde in Anlehnung an EN ISO 22475-1 durchgeführt. Die geologische Beschreibung der angetroffenen Sedimente erfolgte nach EN ISO 14688 bzw. nach dem Schichtenerfassungsprogramm des Landes Niedersachsen (SEP).

Die Kleinrammbohrungen wurden mit dem fahrbaren, hydraulischen Bohrgerät RD 150 (Eigenentwicklung der GEONOVA GmbH in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule für Maschinenbau Hannover) durchgeführt. Durch die Montage auf einem geländegängigen Nissan Pick-up ist eine optimale Mobilität gewährleistet, so dass auch für größere Bohrfahrzeuge unzugängliche Orte erreicht werden können. Das Bohraggregat (mit integriertem hydraulischem Ziehgerät) wird über die vom Fahrzeugmotor angetriebene Hydraulikanlage betrieben.

Für Bohransatzpunkte, die nicht mit dem Bohrgerät befahren werden konnten, wurde ein Elektroschlaghammer sowie ein hydraulisches Ziehgerät mit Elektroantrieb zum Abteufen der Bohrungen genutzt.

Für die Durchführung der Kleinrammbohrungen inklusive Bodenprobenahme wurden 80 mm-Sonden eingesetzt. Das geologische Profil der Bohrungen wurde aufgenommen und im Schichtenverzeichnis dokumentiert. Nachgefallenes Material wurde dabei nicht berücksichtigt. Bei Kernverlusten von mehr als 25 % erfolgte ein Vermerk im Schichtenverzeichnis.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Bohrungen fachgerecht verfüllt.

Die Schichtenverzeichnisse und die Profilsäulendarstellungen der Kleinrammbohrungen sind in der Anlage 3 dokumentiert. Die Darstellung der Bohransatzpunkte im Lageplan ist der Anlage 2 zu entnehmen. Die Dokumentation der Probenahme erfolgt in Anlage 4.

4.2 Grundwasseruntersuchungen

Im Rahmen des Grundwassermonitorings wurden im Januar 2017 insgesamt 25 Brunnen beprobt. Zur Förderung des Grundwassers wurde eine mengenregulierbare Tauchpumpe (SQ 5-70 bzw. SQ 3-65) eingesetzt. Die Entnahme, Konservierung und Aufbewahrung der Wasserproben aus allen Messstellen erfolgte nach den Richtlinien des DVWK sowie nach DIN 38402, Teil 13.

Nach dem Abpumpen des dreifachen Messstelleninhaltes zur Erreichung konstanter Werte von Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt erfolgte die Probenahme. Für die Messung der Feldparameter wurde ein WTW-Multiparametermessgerät in einer Durchstrommesszelle eingesetzt.

Die entnommenen Grundwasserproben wurden lichtgeschützt aufbewahrt und in das analysierende Labor transportiert. Die Dokumentation der Grundwasserprobenahme befindet sich in der Anlage 4. Die Lage der Grundwassermessstellen ist in Anlage 2 dargestellt.

4.3 Durchführung der Laborarbeiten, Analytik

Die chemischen Untersuchungen erfolgten durch die UCL Umwelt Control Labor GmbH, Edemisser Straße 1, 31234 Edemissen. Die Untersuchungsverfahren für die einzelnen Parameter (Boden, Grundwasser) sind in den folgenden Tabellen 2 und 3 aufgelistet. Die Prüfberichte des Labors befinden sich in der Anlage 5.

Tabelle 2: Verfahren der chemischen Untersuchungen (Feststoff)

Parameter	Einheit	Bestimmungsgrenze	Prüfverfahren
Trockenrückstand	%	0,1	DIN ISO 11465
Nitroaromaten	mg/kg	0,02 – 4,0	DIN 38407
Elution	ohne	ohne	DIN 38414

Tabelle 3: Verfahren der chemischen Untersuchungen (Wasser)

Parameter	Einheit	Bestimmungsgrenze	Methode
Ammonium (N)	mg/l	0,03	DIN EN ISO 11732
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,04	DIN EN ISO 11732
Basekapazität pH 8,2	mmol/l	0,1	DIN 38409 H7-2
Bor	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
BTEX	µg/l	0,1 bis 0,3*	DIN 38407 F9
Calcium	mg/l	0,02	DIN EN ISO 11885
Chlorid	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1

Allgemeiner Teil

Eisen	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
halogenierte KW	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301
Kalium	mg/l	0,1	DIN EN ISO 11885
Kohlenstoff org. gelöst (DOC)	mg/l	1	DIN EN 1484
LHKW	µg/l	0,2	DIN EN ISO 10301
Magnesium	mg/l	0,1	DIN EN ISO 11885
Mangan	µg/l	10	DIN EN ISO 11885
m-Toluidin	µg/l	0,1	DIN EN ISO 10695 F6
Natrium	mg/l	0,1	DIN EN ISO 11885
Nitrat	mg/l	0,5	DIN EN ISO 13395
Nitrit	mg/l	0,03	DIN EN ISO 13395
Nitroaromaten	µg/l		DIN 38407 F17
o- und p-Toluidin	µg/l	0,1	DIN EN ISO 10695 F6
ortho-Phosphat	mg/l	0,03	DIN EN ISO 15681-2
Oxidierbarkeit	mg/l	2	DIN EN ISO 8467
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	0,1	DIN 38409 H7-1
Sulfat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1

* je Einzelparameter

4.4 Vermessungsarbeiten

Die Bohransatzpunkte der Bodenuntersuchungen wurden mittels Trimble 5800 und an schwer zugänglichen Stellen zusätzlich mittels Maßband lagemäßig eingemessen. Die Punkte wurden in ein digitales Kartenmodell übernommen, anhand dessen die UTM-Koordinaten der Bohransatzpunkte ermittelt wurden.

Ausgehend von der ROK der GWM „TNT-Messstelle“ im Bereich des Werksgeländes wurde die Ansatzhöhe der Bohransatzpunkte mittels Nivelliergerät bestimmt.

Die Ergebnisse der Vermessungsarbeiten sind in Anlage 6 dargestellt.

4.5 Begleitender Arbeits- und Emissionsschutz

Der Arbeits- und Emissionsschutz wurden gem. der DGUV 101-004 „Kontaminierte Bereiche“ durchgeführt, das Personal wurde zu Arbeitsbeginn entsprechend eingewiesen.

Laut Auskunft des Eigentümers waren keine Erdleitungen im Bereich der Untersuchungsflächen zu erwarten.

5. Bewertungsmaßstäbe

Die Bewertung der Analysenergebnisse erfolgt anhand verschiedener Richt- und Prüfwertlisten. In diesem Gutachten wurden die in den folgenden Kapiteln erläuterten Listen für die Bewertung der Boden- und Grundwasserergebnisse berücksichtigt.

5.1 Prüfwertvorschläge sowie Bodenorientierungswerte der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) für STV

Im Februar 1998 wurde das Bundes-Bodenschutzgesetz verabschiedet, welches die Bewertung von Untersuchungsergebnissen zur Gefährdungsabschätzung von Verdachtsflächen, schädlichen Bodenveränderungen, altlastenverdächtigen Flächen und Altlasten regelt. In der am 17. Juli 1999 in Kraft getretenen Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) werden Untersuchungsverfahren sowie Prüf- bzw. Referenzwerte für verschiedene Nutzungen bzw. Wirkungspfade definiert.

Für den Direktpfad Boden – Mensch wird in der BBodSchV zusätzlich nach Nutzung in die Kategorien „Kinderspielflächen“, Wohngebiete“, Park- und Freizeitanlagen“ sowie „Industrie- und Gewerbegrundstücke“ unterschieden.

Da es sich bei dem hier untersuchten Werksgelände um eine ausschließlich eingeschränkt forstwirtschaftliche Fläche handelt, werden hier die Referenzwerte für „Industrie- und Gewerbegrundstücke“ herangezogen. Da das Gelände nicht frei zugänglich und mit Wald bestanden ist, ist nicht davon auszugehen, dass die Nutzung der Kategorie „Park- und Freizeitflächen“ bzw. einer sensibleren Nutzung entspricht.

- **Prüfwert BBodSchV**

Die Prüfwerte der BBodSchV beschreiben den Wert, bei dessen Überschreitung unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt (§8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1). Wird ein Prüfwert unterschritten, ist nicht von einer schädlichen Bodenveränderung auszugehen, der Altlastenverdacht hat sich nicht bestätigt.

Für Schadstoffe, für die in der Verordnung keine Prüf- oder Maßnahmenwerte festgesetzt sind formuliert § 4 Abs. 5 BBodSchV, dass für eine Ableitung der entsprechenden Werte die im Anhang 2 der BBodSchV herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu berücksichtigen sind.

Bewertungsgrundlagen

Da die BBodSchV mit Stand vom 23.12.2004 für sprengstofftypische Verbindungen bisher keine Maßnahmen-, Prüf- oder Vorsorgewerte festsetzt, hat der Altlastenausschuss (ALA) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) aufgrund des dringenden Bedarfes für den Direktpfad Boden – Mensch stoffbezogene Referenzwerte formuliert, die im März 2006 bis zur Novellierung der BBodSchV für den Vollzug angenommen wurden. Je nach ihrer Übereinstimmung mit den Methoden und Maßstäben der BBodSchV und der Datenqualität werden Prüfwert-Vorschläge oder Bodenorientierungswerte unterschieden.

- **Prüfwertvorschläge der LABO**

Aufgrund der hohen Übereinstimmung der Ableitungsmethoden und Maßstäbe mit den Vorgaben der BBodSchV sind die Prüfwertvorschläge der LABO mit den Prüfwerten der BBodSchV fachlich gleichwertig und können analog angewendet werden. Die Prüfwertvorschläge für die im Rahmen dieser Untersuchung relevanten Parameter sind in Tabelle 4 aufgelistet. Für den Parameter 1,3,5-Trinitrobezol liegt trotz der Betrachtung kein Prüfwertvorschlag vor, dieser ist laut LABO unpraktikabel hoch im Bereich von g/kg anzusiedeln.

- **Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte der LABO**

Für andere Stoffe ist aufgrund einer geringen Datenbasis nur eine orientierende Abschätzung der tolerierbaren resorbierten Körperdosen (TRD-Wert) möglich, auf dessen Grundlage die sogenannten behelfsmäßigen Bodenorientierungswerte abgeleitet werden. Diese sind weniger belastbar als Prüfwerte der BBodSchV, können aber für eine orientierende Einzelfallbetrachtung herangezogen werden. Tabelle 4 gibt eine Übersicht für die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung relevanten Parameter. Für die Einzelparameter 2,4-Dinitrophenylamin, 2-Nitrophenylamin und 4-Nitrophenylamin liegen keine Daten vor, bzw. ist der abgeleitete Wert unpraktikabel hoch. Für den Parameter 3-Nitrotoluol liegt lediglich ein Bodenorientierungswert für die Nutzung „Wohngebiete“ vor, so dass in diesem Einzelfall gemäß dieser sensibleren Nutzung bewertet wird.

Bewertungsgrundlagen

Tabelle 4: Übersicht Prüfwertvorschläge und Bodenorientierungswerte LABO

Parameter	Prüfwert Vorschlag Industrie- und Gewerbe- grundstücke	Behelfsmäßiger Bodenorientie- rungswert Industrie und Gewerbegrund- stücke
Einheit	mg/kg	
2-Nitrotoluol		keine Daten
3-Nitrotoluol		unpraktikabel hoch - daher hier Wert für Wohngebiete verwendet: 1000
4-Nitrotoluol		3000
1,3-Dinitrobenzol		150
1,3,5-Trinitrobenzol	unpraktikabel hoch (g/kg-Bereich)	
2,4-Dinitrotoluol	50	
2,6-Dinitrotoluol	5	
2,4,6-Trinitrotoluol TNT	200	
2Amino-4,6-Dinitrotoluol		200
4Amino-2,6-Dinitrotoluol		200
2,4-Dinitrodiphenylamin		keine Daten
Pikrinsäure		80
Hexogen	500	
Tetryl		2000
2-Nitrodiphenylamin		keine Daten
4-Nitrodiphenylamin		unpraktikabel hoch

5.2 Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Zur bundeseinheitlichen Bewertung von Grundwasserverunreinigungen, die bereits eingetreten sind oder die es zu verhindern gilt, werden nachvollziehbare und einheitliche Bewertungskriterien benötigt. Ein hierfür von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) (s.a. LAWA 02.09.2003).

- **Geringfügigkeitsschwellenwert**

Die GFS wird definiert als Konzentration, bei der trotz Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.

Bewertungsgrundlagen

Die sog. LAWA-Liste liefert Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte, die insbesondere aus dem Gefährdungspotential für das Schutzgut Grundwasser durch Bodenkontaminationen abgeleitet sind. Zur Bewertung von Boden- und Bodenluftbelastungen werden für die folgenden Orientierungswerte Wertebereiche angegeben:

- **Prüfwert der LAWA**

Der obere Bereichswert wird von der Langzeittoxizität (z. B. Trinkwassergrenzwert), der untere Bereichswert von einer deutlichen Überschreitung des Referenzwertes (geogener Hintergrund einschließlich der ubiquitären Belastung) abgeleitet. Prüfwerte sind Werte, bei deren Unterschreitung der Gefahrenverdacht i.d.R. als ausgeräumt gilt. Bei Überschreitung ist eine Sachverhaltsermittlung geboten.

- **Maßnahmenschwellenwert der LAWA**

Die Bereichswerte entsprechen unter Berücksichtigung der Dosis-/Wirkungsbeziehung einem Mehrfachen der Langzeittoxizitätswerte. Maßnahmenschwellenwerte sind Werte, deren Überschreitung i. d. R. weitere Maßnahmen, z. B. eine Sicherung oder Sanierung auslöst.

Weiterführend wurden im Auftrag des UBA für insgesamt 19 relevante trinkwassergefährdende Nitroverbindungen **Trinkwasserleitwerte** formuliert, die seitens der LAWA unmittelbar als GFS übernommen wurden.

Die Kriterien zielen darauf ab, dass das Grundwasser überall für den menschlichen Gebrauch als Trinkwasser nutzbar bleiben und als Lebensraum intakt gehalten werden soll. Da es unter anderem als Bestandteil des Naturhaushaltes den Basisabfluss von Oberflächenwasser bildet oder den Charakter grundwasserabhängiger Feuchtgebiete beeinflusst. Für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser ist zur Feststellung der vertikalen Schadstoffverteilung die ungesättigte Bodenzone bis unterhalb der mutmaßlichen Schadstoffanreicherung oder eines auffälligen Bodenkörpers zu beproben. Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser gelten für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Bodenzone und können daher unter Vorbehalt für die Bewertung der Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen angewandt werden.

6. Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der im November 2016 durchgeführten Untersuchungen im Detail dargestellt, wobei in Bodenuntersuchungen im Bereich des Werksgeländes sowie in Grundwasseruntersuchungen im weiteren Umfeld des Standortes der beiden Grundwasserstockwerke unterschieden wird.

6.1 Bodenuntersuchungen

Aufgrund der verschiedenen Fabrikationsprozesse der TNT-Herstellung ergeben sich für die insgesamt sechs Verdachtsflächen unterschiedliche Belastungsmuster, die je nach historischer Nutzung standortspezifische Bodenuntersuchungen zur vertikalen und/oder horizontalen Erkundung der Bodenbelastung mit STV erforderten.

Bei der Konzeption des Untersuchungsumfanges wurden neben diesen nutzungsspezifischen Vorgaben ebenfalls die Informationen der vorangegangenen Bodenuntersuchungen berücksichtigt. Ziel war eine Ergänzung der bisherigen Ergebnisse, um eine standortspezifische sowie umfassendere Gefährdungsabschätzung der Belastungssituation vornehmen zu können.

Im Rahmen der Geländearbeiten erfolgte zusätzlich eine simultane Anpassung des Untersuchungskonzeptes an die vorgefundenen Standortgegebenheiten, z. B. unter Berücksichtigung der vor Ort durchgeführten TNT-Schnelltests. Zusätzlich wurde z. B. nach Bekanntwerden des Hinweises auf ein ehemaliges Rieselfeld im Auslauf des Prüfbeckens 779 das Untersuchungsgebiet auf diesen Bereich ausgedehnt und hier ebenfalls Bohrungen abgeteuft. Im Bereich des ehemaligen Zwischenlagers (432) wurden die Anzahl der Untersuchungspunkte zur flächenhaften Erfassung der Situation ebenfalls erhöht, da seit den Ergebnissen der Voruntersuchung die Gebäude rückgebaut wurden. Um eine Aussage über die generelle Mobilisierung der STV treffen zu können, wurden zu den vorgesehenen Untersuchungen im Feststoff zusätzlich exemplarisch Eluatanalysen einzelner Bodenproben durchgeführt.

Grundlegend ist hierbei festzuhalten, dass das Untersuchungskonzept im Wesentlichen in geplanter Weise umgesetzt wurde. Die einzelnen Anpassungen des Konzeptes führten hierbei zu einer generellen Verbesserung bzw. Erweiterung der Aussagekraft der Untersuchungen.

Der Vergleich der einzelnen Standorte zeigt, dass TNT flächendeckend als Hauptbelastungsparameter auftritt. Korrelierend dazu wurden ebenfalls die Isomere des ADNT sowie meist 2,4-Dinitrotoluol (DNT) und vereinzelt 1,3,5-Trinitrobenzol (TNB) nachgewiesen. In Einzelfällen wurden außerdem Spuren anderer STV in diffuser Verteilung beobachtet. Die festgestellten Gehalte dieser STV sind gegenüber TNT jedoch deutlich untergeordnet und liegen charakteristischerweise meist um mehrere Größenordnungen niedriger.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Da das Belastungsmuster für alle Standorte annähernd vergleichbar ist, wird bei der Darstellung der Ergebnisse das Hauptaugenmerk auf TNT als Hauptparameter gelegt und weitere STV nachrangig und in Einzelfallprüfung betrachtet.

Bei der Bewertung der chemischen Untersuchungen muss weiterführend berücksichtigt werden, dass in den Voruntersuchungen die STV-Verteilung ausschließlich im Feststoff und nicht im Eluat bestimmt wurde. Bei den hier durchgeführten ergänzenden Untersuchungen wurde ebenfalls diese Methodik gewählt, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der beiden Untersuchungsschritte zu erhöhen. Die Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen lassen unter Berücksichtigung der Prüfwertvorschläge und Bodenorientierungswerte der LABO einen belastbaren Rückschluss auf den Gesamtgehalt an STV im Boden zu.

Die Festlegung von STV (z. B. Adsorption, Aufnahme in Pflanzenteile etc.) im Boden ist jedoch u. a. stark von den physiko-chemischen Eigenschaften des Standortes abhängig, die wiederum mit der natürlichen Heterogenität des Bodens sowie den allgemeinen Standortgegebenheiten variieren.

Daraus folgt, dass die Bewertung der Bodenuntersuchungen vornehmlich in Hinblick auf den Direktpfad Boden – Mensch unter Berücksichtigung der Prüfwertvorschläge bzw. Bodenorientierungswerte der LABO durchgeführt wird. Der Wirkungspfad Boden – Grundwasser wird aus o. g. Gründen vor dem Hintergrund der allgemeinen hydrogeologischen Standortgegebenheiten abgeschätzt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen nach den einzelnen Standorten aufgeschlüsselt dargestellt.

6.1.1 KVF 432 – Ammonsalpetersprengstoffbetrieb, Zwischenlager

Das Zwischenlager des Ammonsalpetersprengstoffbetriebes bestand aus insgesamt drei Lagerhäusern (431 bis 433). Im zentralen Bereich nahe des Lagerhauses 432 wurde im Rahmen der Voruntersuchungen in einer Bohrung (432/II/1) bis in eine Tiefe von 0,3 m u. GOK bis zu 39,5 mg/kg TNT festgestellt und ein weiterer Erkundungsbedarf formuliert. Vertikal nahmen die nachgewiesenen Gehalte deutlich ab, so dass in 2 m Tiefe nur noch 0,3 mg/kg TNT nachgewiesen wurden.

Da die genaue Position der Lagerhäuser heute nicht mehr zu erkennen ist und die Voruntersuchungen nur wenige Bohrungen umfassen, wurde im Rahmen der hier durchgeführten ergänzenden Untersuchungen eine flächenhafte Erfassung des gesamten Areals des Zwischenlagers mit Schwerpunkt auf den zentralen Bereich um das Gebäude 432 angestrebt. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 10 KRB rasterförmig bis max. 5 m u. GOK abgeteuft. Die Endteufe richtete sich hierbei nach organoleptischer Erscheinung des angetroffenen Bodens sowie nach den Ergebnissen der TNT-Schnelltest.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Analog zu den Voruntersuchungen wurden im zentralen bis südlichen Bereich die höchsten Gehalte an TNT festgestellt. Während in den östlichen Bohrungen, KRB 07/16, 08/16 und 10/16, bis zur Endteufe von ca. 4 m u. GOK in keiner Probe Spuren von STV nachgewiesen wurden, konnten in den westlichen Bohrungen z. T. geringe Gehalte an TNT und untergeordnet ADNT festgestellt werden. Im Vergleich der Bohrungen lässt sich festhalten, dass STV annähernd ausschließlich im humosen Oberbodenhorizont nachgewiesen wurden. Auch diese Beobachtung steht in Einklang mit den Ergebnissen der Voruntersuchung, wobei die hier festgestellten Gehalte deutlich unterhalb derer der Voruntersuchung liegen.

Der Oberbodenhorizont ist flächenhaft ausgeprägt und erreicht im Mittel eine Mächtigkeit von rund 0,3 m, im südlichen Bereich ist der Oberboden etwas mächtiger anzutreffen.

Die höchsten Gehalte an TNT im Oberboden wurden in der KRB 02/16 (0,92 mg/kg) festgestellt, in KRB 01/16 wurde mit 0,34 mg/kg der höchste Gehalt an 4-A-2,6-DNT (TNT 0,19 mg/kg) nachgewiesen.

In den unterlagernden Horizonten wurden mit Ausnahme zweier Bohrungen weder im Schnelltest noch laboranalytisch STV nachgewiesen. Lediglich in Probe KRB 01/16 B wurde TNT mit 0,17 mg/kg und 4A-2,6-DNT mit 0,031 mg/kg bis in eine Tiefe von 1,3 m u. GOK nachgewiesen. In der Probe KRB 04/16 C wurden vergleichbar geringe Gehalte von TNT (0,068 mg/kg) und 2A-4,6-DNT (0,025 mg/kg) bzw. 4A-2,6-DNT (0,04 mg/kg) in einer Tiefe bis 2,1 m u. GOK festgestellt.

In keiner der Proben, in denen TNT und/oder ADNT oberhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt wurden, wurde der jeweilige Prüfwertvorschlag der LABO überschritten. Alle nachgewiesenen Gehalte liegen mindestens zwei Zehnerpotenzen und damit sehr deutlich unterhalb der Prüfwertvorschläge.

In der Probe KRB 04/16 C wurde mit 0,032 mg/kg in einer Tiefe von 1,2 – 2,1 m u. GOK als einzige Probe außerdem Spuren von 1,3,5-Trinitrobenzol festgestellt. Für diesen Parameter formuliert die BBodSchV bzw. der ALA keinen Prüfwertvorschlag für Industrie- und Gewerbeflächen, allerdings wird auch der Bodenorientierungswert für die sensiblere Nutzung „Wohngebiet“ von 1000 mg/kg um mehrere Zehnerpotenzen und damit sehr deutlich unterschritten.

Eine Gefährdung über den Direktpfad Boden - Mensch lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen nicht ableiten. Obwohl STV annähernd flächenhaft im westlichen Bereich des ehemaligen Zwischenlagers nachgewiesen werden konnten, ist bei den festgestellten sehr geringen Gehalten nicht von einer Gefährdung für sich an der Oberfläche aufhaltende Menschen im Sinne einer gewerblichen Nutzung auszugehen. Ein Bodenkontakt (z. B. bei Holzfällarbeiten) kann zwar nicht ausgeschlossen werden da keine Versiegelung besteht. Da die nachgewiesenen Gehalte jedoch die Prüfwertvorschläge bzw. Bodenorientierungswerte um mehrere Zehnerpotenzen unterschreiten, ist hieraus zunächst keine akute Gefährdung abzuleiten.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Eine Verlagerung von STV in die tieferen Bodenschichten ist ebenfalls nicht zu erwarten. Die STV wurden im Wesentlichen oberflächennah bis ca. 0,35 m u. GOK (in KRB 09/16 bis 0,45 m u. GOK) festgestellt. Hierbei handelt es sich um den Oberbodenhorizont, der deutlich humos ausgebildet ist. Es ist davon auszugehen, dass STV durch die Sorption an den organischen Kohlenstoff festgesetzt werden und damit eine Verlagerung z. B. mit Niederschlagswasser deutlich herabgesetzt ist. Ein Handlungsbedarf im Sinne einer Sicherung oder Sanierung kann auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse ebenfalls nicht abgeleitet werden.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 5: Analysenergebnisse KVF 432 Ammonsalpetersprengstoffbetrieb, Zwischenlager

KF 432				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodi-phenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung		Tiefe [m u. GOK]		mg/kg																
KRB	1	/16	A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,19	0,19	0,34	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	B	0,3-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,17	u.d.B.	0,031	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	C	1,3-2,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	D	2,4-3,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	A	0-0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,92	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	B	0,25-0,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	C	0,5-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	D	1,5-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,068	u.d.B.	0,034	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	B	0,3-1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	C	1,4-2,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	D	2,8-3,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	A	0-0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	B	0,2-1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,22	0,025	0,04	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	C	1,2-2,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,068	0,13	0,19	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	D	2,1-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,029	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	B	0,3-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	C	1,5-2,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,046	u.d.B.	0,032	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	B	0,3-1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	C	1,2-2,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	D	2,2-3,7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7	/16	A	0-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7	/16	B	0,4-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7	/16	C	1,3-2,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	B	0,1-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	A	0-0,45	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,034	u.d.B.	0,025	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	B	0,45-1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	C	1,4-2,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	D	2,4-3,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	B	0,6-1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	C	1,4-2,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	D	2,5-3,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

6.1.2 KVF 704 – Brandplatz

Im Bereich des Brandplatzes wurden insgesamt sechs KRB abgeteuft. Während die Bohrungen KRB 02/16 bis 04/16 den zentralen Bereich des Brandplatzes innerhalb der Erdwälle repräsentieren, in dem auch die Voruntersuchungen durchgeführt wurden, wurden die KRB 05/16 und 06/16 „außerhalb“ des Brandplatzes hinter den Erdwällen in der Umfahrung platziert, um auch diesen bisher nicht berücksichtigten Bereich zu erfassen. KRB 01/16 wurde analog dazu westlich der Öffnung der Erdwälle im Bereich des Zuweges abgeteuft.

Die Voruntersuchungen zeigten einen Hauptbelastungshorizont bis ca. 1 m u. GOK, in dem TNT-Gehalte von rund 3.400 mg/kg und ADNT mit max. 380 mg/kg nachgewiesen wurden. In einer Tiefe von ca. 3 m u. GOK wurden im Inneren des Brandplatzes noch 196 mg/kg TNT nachgewiesen, außerhalb der Erdwälle im Bereich der Öffnung waren die Proben in dieser Tiefe unauffällig.

Bei den im November 2016 durchgeführten Bodenuntersuchungen wurde im Inneren der Erdwälle ein geringmächtiger humoser Auflagehorizont von knapp 10 cm in den KRB 03/16 und 04/16 angetroffen. Der Humushorizont bildete sich vermutlich seit Schließung des Brandplatzes oberhalb eines ca. 70 cm mächtigen Bodenhorizontes aus feinsandig-schluffigem bis schwach tonigem Material. Dieser organoleptisch unauffällige Horizont überlagert im Bereich innerhalb der Erdwälle einen schwarzen Brandhorizont. Vermutlich handelt es sich hierbei um umgelagertes Geogen aus dem nahen Umfeld, das zur Abdeckung des Brandplatzes nach dessen Schließung aufgebracht wurde.

Der Brandhorizont besteht aus mittel- bis grobsandigem schwarzem Material, mit zum Teil hohen Anteilen an technogenen Beimengungen bzw. deren Reste durch eine unvollständige Verbrennung wie Asche, Schlacke, Gummi, Leder, Metallreste, Seil, Holz etc. Der Brandhorizont reicht bis in eine Tiefe von durchschnittlich ca. 1,3 m u. GOK, in KRB 03/16 wurde der Brandhorizont bis in eine Tiefe von 1,75 m u. GOK angetroffen.

Unterlagert wird der Brandhorizont bis zur Endteufe (ca. 4 m u. GOK) von sandigen bis schluffigen Sedimenten, die im östlichen Bereich ebenfalls geringe Anteile an Ton aufweisen.

Im Bereich der Zuwegung wurde in den KRB 05/16 und 06/16 unterhalb eines geringmächtigen humosen Auflagehorizontes eine ca. 0,3 m mächtige Schicht aus Sand mit geschätzt 60 % Beimengungen von Schlacke, Asche u. ä. angetroffen. Hierbei handelt es sich möglicherweise um Material, das zur Ertüchtigung der Fahrbahnen aufgetragen wurde.

Unterhalb dieser schlackehaltigen Schicht wurde ein mittelsandiges Geogen angetroffen, das Einschaltungen von gröbereren Komponenten sowie Feinsand und Schluff aufweist. Direkt unterhalb der Schlackeschicht scheint es geringmächtig umgelagert. Hierbei handelt es sich vermutlich um die frühere GOK.

Im Brandhorizont innerhalb der Erdwälle wurden die höchsten TNT-Gehalte nachgewiesen, die mit 25.800 bzw. 33.600 mg/kg die Prüfwert-Vorschläge für Gewerbegebiete von 200 mg/kg um

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

das Hundertfache überschreiten. In KRB 02/16 C wurde zusätzlich ein DNT-Gehalt von 144 mg/kg bzw. 57,6 mg/kg nachgewiesen.

Es wird deutlich, dass unterhalb des Brandhorizontes die Belastung mit STV deutlich abnimmt. Direkt unterhalb der hochbelasteten Bereiche (z. B. KRB 02/16 D) sind TNT (und 2,6-DNT) mit maximal 26,8 mg/kg TNT (max. 0,25 mg/kg DNT) festgestellt. Obwohl eine geringfügige Verlagerung von STV in das unterlagernde Geogen zu beobachten ist, liegen hier keine Überschreitungen der Prüfwertvorschläge der LABO vor. Hierbei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass das unterlagernde Geogen eine bindige Beschaffenheit aufweist. Dies führt zu einem höheren Adsorptionspotential des Bodens, als das der die im übrigen Bereich des Werksgeländes anstehenden glazifluviatilen Sande. Die Verlagerung von STV mit dem Sickerwasser ist zusätzlich durch die geringere Durchlässigkeit des Bodens reduziert.

In der Deckschicht oberhalb des Brandhorizontes konnte mit max. 2 mg/kg TNT keine Überschreitungen des Prüfwertvorschlages der LABO festgestellt werden. Die aufgebrauchte Abdeckung aus bindigem Geogen als Sperrschicht zwischen dem hochbelasteten Brandhorizont gegenüber der Oberfläche erscheint funktionstüchtig. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden – Mensch, für sich an der Oberfläche aufhaltende Menschen, kann nicht abgeleitet werden, sofern die Deckschicht intakt bleibt.

Lediglich in KRB 02/16 wurde im Oberboden TNT mit 314 mg/kg nachgewiesen. Hierbei handelt es sich jedoch eher um eine lokale Gegebenheit. In der Gesamtheit der Ergebnisse lässt sich keine flächendeckende akute Gefährdung der menschlichen Gesundheit ableiten. Der Brandhorizont, und damit die hohen Belastungen, beschränken sich auf den Bereich im Inneren der Erdwälle.

Bodenarbeiten in den hochbelasteten Horizonten sind zu vermeiden, ebenso ist die Abdeckung in ihrer Funktion als Sperrschicht zu erhalten. Zur Minimierung der möglichen Schadstoffaufnahme ist bei Arbeiten auf geeignete Schutzkleidung (Stiefel, Handschuhe etc.) zu achten.

Aus den Feststoffuntersuchungen sind die Auswirkung bzw. die Größenordnung der Verlagerung von STV in den tieferen Untergrund und damit ins Grundwasser nur bedingt abzuschätzen. Vor dem Hintergrund der festgestellten Gehalte sowie unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten wie z. B. des Alters der Schadenssituation und den variierenden Durchlässigkeiten der bindigen und sandigen Sedimente wurden exemplarische Eluatuntersuchungen der Bodenproben durchgeführt.

So wurden die Horizonte der KRB 02/16 des humosen Oberbodens (Probe KRB 02/16 A), der Abdeckung (B), des Brandhorizontes (C) und des unterlagernden Geogens (D) untersucht. Die Analysenergebnisse zeigen, dass im Brandhorizont mit 102 mg/l die höchsten eluierbaren Anteile an TNT bestehen. Im Horizont der Abdeckung wurde ebenfalls eine stark erhöhte Konzentration von rund 61 mg/l TNT festgestellt, im humosen Oberboden noch 43 mg/l. Diese Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund der ebenfalls deutlich erhöhten TNT-Gehalte im Feststoff plausibel.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Unterhalb des Brandhorizontes zeigt sich ein deutlicher Trend, die gesamte Schadstoffbeaufschlagung nimmt vertikal ab. Im Geogen wurde der eluierbare Anteil von TNT jedoch noch in einer Größenordnung von 1,5 mg/l nachgewiesen, welches eine Überschreitung um ein Vielfaches des GFS für TNT von 0,0002 mg/l bedeutet.

Für die Gefährdungsabschätzung über den Pfad Boden – Grundwasser muss berücksichtigt werden, dass ein generell großer Flurabstand von > 30 m besteht. Weiterführend kann davon ausgegangen werden, dass im Untergrund Bodenhorizonte und bindige Einschaltungen in die durchlässigen Sande bestehen, die ein höheres Retentionspotential für Schadstoffe, in diesem Fall STV, aufweisen.

Trotz dieser Standortgegebenheiten ist bei den deutlich erkennbaren Verlagerungstendenzen der STV in den tieferen Untergrund nicht auszuschließen, dass STV in das Grundwasser verlagert werden könnten. Eine Gefährdung des Grundwassers kann nicht ausgeschlossen werden, die Größenordnung der Gefährdung ist jedoch auf der bisherigen Datenlage nicht genauer einzuschätzen.

Aufgrund der allgemeinen methodischen Einschränkungen von Bodenuntersuchungen als punktuelle Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund der Komplexität der Schadenssituation der Altlast Dragahn weitere Bodenanalysen nicht zielführend. Da die Untersuchungsergebnisse jedoch den Hinweis darauf geben bzw. nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers bestehen kann, wird empfohlen, zur Erkundung des Schadstoffverhaltens der STV und deren etwaiger Verlagerung die Qualität des Grundwassers in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 6: Übersicht Analysenergebnisse KVF 704 - Brandplatz - Feststoffuntersuchungen

KF 704				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200,00	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung		Tiefe [m u. GOK]		mg/kg																
KRB	1	/16	A	0-0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,20	0,33	0,62	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	B	0,15-0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,20	0,094	0,28	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	C	0,35-0,42	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	153	20,6	41,2	29.800	19,5	9,97	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	D	0,42-0,75	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,48	0,14	u.d.B.	25,50	1,04	1,22	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	E	0,75-1,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	80,9	18,8	17,6	7.970	29,3	39,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	F	1,35-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	11,4	0,02	0,02	2,63	0,71	0,32	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,85	0,19	0,063	314	1,26	1,88	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	B	0,1-0,65	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	81,4	6,82	11	8.140	10,1	6,27	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	C	0,65-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	528	57,6	144	33.600	13,2	n.b.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	D	1,3-1,85	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	10,3	0,041	0,25	26,80	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	E	1,85-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	55,5	u.d.B.	u.d.B.	11,00	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	B	0,15-0,95	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,063	u.d.B.	u.d.B.	2,00	0,26	0,61	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	C	0,95-1,75	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	13,3	4,6	0,83	388	0,86	2,04	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	D	1,75-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	43,3	u.d.B.	u.d.B.	8,89	u.d.B.	0,43	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,036	u.d.B.	u.d.B.	2,01	0,59	0,98	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	B	0,1-0,75	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,072	0,027	0,012	0,53	0,81	0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	C	0,75-1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	91,5	23,7	15,1	25.800	2,69	8,83	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	D	1,2-2,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	2,45	0,02	u.d.B.	8,06	u.d.B.	0,038	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	E	2,4-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	7,79	u.d.B.	u.d.B.	19,70	0,84	0,45	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	F	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	17	u.d.B.	u.d.B.	7,47	0,53	0,26	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	A	0,05-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,3	u.d.B.	0,028	0,62	u.d.B.	0,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	B	0,4-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,14	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	C	1,3-2,7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,44	0,035	0,037	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	D	2,7-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	A	0,1-0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,041	0,089	0,055	0,25	0,2	0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	B	0,35-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,20	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,059	u.d.B.	u.d.B.	0,86	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,066	u.d.B.	u.d.B.	0,37	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6	/16	E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,053	u.d.B.	u.d.B.	0,19	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

6.1.3 KVF 726 – Neutralisationsanlage

Das ehemalige Becken der Neutralisationsanlage 726 ist verfüllt und mit einer augenscheinlich intakten Betondecke verschlossen. Die Voruntersuchung ergab in einer Tiefe von 1 bis 1,8 m u. GOK innerhalb der Beckenauffüllung eine TNT-Belastung in einer Größenordnung von 5 mg/kg (rund 1,5 mg/kg ADNT).

Im Rahmen der im November 2016 durchgeführten Bodenuntersuchungen wurden um den Bereich des ehemaligen Beckens insgesamt neun KRB bis in eine Tiefe von max. 5 m u. GOK abgeteuft, da das Becken zum Zeitpunkt der Untersuchungen mit einer Betondecke versiegelt war. Die Versiegelung schließt im Norden und Westen direkt an die Betondecke der Straße an. Aus diesem Grund wurden die Bohrungen im Osten und Süden der Versiegelung abgeteuft. Bohrungen jenseits der Straße erschienen aufgrund einer zu großen Entfernung zum eigentlichen Untersuchungsgebiet und die gleichzeitige Nähe zur Verdachtsfläche 774/775 nicht zielführend.

Die direkte Umgebung des ehemaligen Beckens ist hauptsächlich mit Nadelbäumen und untergeordnet Laubbäumen bewachsen. Unterhalb eines humosen Auflagehumushorizontes wurden künstliche Auffüllungen aus sandigem Substrat angetroffen, die geringe Gehalte an Bauschutt und Ziegelbruch aufwiesen. Es wurden ebenfalls gröbere Komponenten sowie vereinzelt Holzkohlereste in den Auffüllungen angetroffen. Im östlichen Bereich wiesen die künstlichen Horizonte eine Mächtigkeit von durchschnittlich 1,3 m auf. In den südlichen Bohrungen bestand in einer Tiefe von ca. 2 bis 2,5 m u. GOK ein Bohrhindernis. Vor dem Hintergrund, dass die Voruntersuchungen die ehemalige Beckensohle bei rund 1,3 m u. GOK beobachteten und dies mit den Ergebnissen der östlichen Bohrungen korreliert (künstliche Auffüllung bis ca. 1,3 m u. GOK), scheint es sich hierbei vermutlich um Rückstände anderer baulichen Anlagen wie möglicherweise ein seitliches Fundament o. ä. zu handeln.

Die chemischen Untersuchungen der Bodenproben zeigen ein diffuses Bild bezüglich der untersuchten Parameter sowie der räumlichen horizontalen wie vertikalen Verteilung. Generell wurden TNT, ADNT, 2,4-DNT sowie vereinzelt 1,3,5-Trinitrobenzol z. T. auch bis in eine Tiefe von 3,6 m u. GOK nachgewiesen. In einer einzigen Probe (KRB 04/16 B, 0,1 – 0,4 m u. GOK) wurde 0,26 mg/kg Hexogen nachgewiesen. Weder die Verteilung der festgestellten Parameter innerhalb der untersuchten Horizonte bezüglich deren Ausgangs- und Abbauprodukte noch deren vertikalen Verteilung über das Bodenprofil zeigt ein eindeutiges Verteilungsmuster. Die nachgewiesenen Gehalte sind sehr niedrig und liegen meist im Bereich der Bestimmungsgrenze. Lediglich in drei Proben konnten TNT-Gehalte nachgewiesen werden, die 1 mg/kg übersteigen.

In den KRB 03/16 und 04/16 wurden im humosen, oberflächennahen Horizont bis 0,1 bzw. 0,2 m u. GOK die höchsten TNT-Gehalte festgestellt. Diese liegen mit 2,31 bzw. 4,3 mg/kg sehr deutlich unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg TNT. In KRB 08/16 A wurde noch 1,34 mg/kg TNT festgestellt. In diesen Proben wurden ebenfalls die höchsten hier festgestellten Gehalte der übrigen nachgewiesenen Parameter bestimmt (1,16 mg/kg ADNT, 0,65 mg/kg DNT, 0,21 mg/kg TNB). Alle hier festgestellten Gehalte blieben jedoch mehrere

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Zehnerpotenzen unterhalb der jeweiligen Prüfwertvorschläge bzw. Bodenorientierungswerte der LABO.

Auch in den Auffüllungen im südlichen Bereich oberhalb des Bohrhindernisses konnten keine signifikanten Gehalte von STV nachgewiesen werden. Selbst wenn es sich hierbei, entgegen der Vermutung, doch um die ehemalige Beckensohle handeln sollte, sind auch in den Ablagerungen direkt oberhalb der Sohle lediglich Spuren von STV nachzuweisen.

In der Gesamtbetrachtung zeigen die Ergebnisse, dass eine flächenhaft diffuse Verteilung von STV im Oberboden sowie bis in eine Tiefe von mindestens 3 m u. GOK vorliegt. Die höchsten Gehalte wurden hierbei im humosen Oberboden festgestellt. Dieses Ergebnis erscheint vor dem Hintergrund eines oberflächlichen Eintrages von STV plausibel, da STV aufgrund ihrer physikochemischen Eigenschaften im humosen Oberboden in hohem Maße festgesetzt werden.

Weiterhin liegen mit maximal 4,3 mg/kg TNT (KRB 04/16 A) Gehalte vor, die mehrere Größenordnungen unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg TNT liegen. Alle weiteren nachgewiesenen Gehalte der übrigen Parameter (ADNT, DNT, TNB, RX) liegen noch darunter und damit in einem unauffälligen Bereich. Es kann folglich keine Gefährdung über den Direktpfad Boden – Mensch abgeleitet werden, auch ein Handlungsbedarf im Sinne einer Sicherung oder Sanierung besteht bei den vorliegenden Gehalten nicht.

Für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser ist zu berücksichtigen, dass, ausgehend von einem oberflächlichen Eintrag von STV in den Boden, eine gewisse Verlagerung von STV in die tieferen Bodenhorizonte vorliegt. Die hier nachgewiesenen Gehalte liegen jedoch in einer Größenordnung, die auch unter Berücksichtigung etwaiger Minderbefunde der Feststoffuntersuchungen gegenüber der mobilen Anteile der STV die Prüfwertvorschläge der LABO noch deutlich unterschreitet. Eine negative Beeinflussung des Grundwassers durch die untersuchten STV ist besonders vor dem Hintergrund des Grundwasserflurabstandes von über 30 m nicht abzuleiten.

Die hier beschriebenen Ergebnisse stehen im Wesentlichen in Einklang mit den Ergebnissen der Voruntersuchungen. Auch hier wurden in den anthropogenen Auffüllungen bis ca. 1,8 m u. GOK TNT in einer Größenordnung bis 5,3 mg/kg festgestellt.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 7: Übersicht Analysenergebnisse KVF 726 - Neutralisationsanlage - Feststoffuntersuchungen

KF 726				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung			Tiefe [m u. GOK]	mg/kg																
KRB	1	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	B	1,3-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	C	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	A	0,02-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,18	0,061	0,096	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	2	/16	B	1,3-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,036	u.d.B.	0,19	0,12	0,19	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	2	/16	C	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,033	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	3	/16	A	0-0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,061	0,65	u.d.B.	2,31	0,10	0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	3	/16	B	0,2-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,035	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	3	/16	C	1,3-2,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	4	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,21	0,41	u.d.B.	4,3	1,16	1,51	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	4	/16	B	0,1-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,088	u.d.B.	0,034	u.d.B.	u.d.B.	0,26	u.d.B.	u.d.B.	
	4	/16	C	0,4-1,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	0,049	0,06	0,061	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	4	/16	D	1,8-3,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	5	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,028	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	5	/16	B	0,1-0,55	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	5	/16	C	0,55-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	5	/16	D	1-1,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,066	0,092	0,07	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	6	/16	A	0,1-0,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	6	/16	B	0,5-1,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,03	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	7	/16	A	0-0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,028	u.d.B.	0,23	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	7	/16	B	0,35-0,75	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	7	/16	C	0,75-1,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,049	0,057	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	8	/16	A	0-0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,022	0,42	u.d.B.	1,34	0,19	0,32	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	8	/16	B	0,2-1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,039	u.d.B.	0,078	0,035	0,055	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	8	/16	C	1,2-2,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,035	0,03	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	9	/16	A	0,1-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,16	u.d.B.	0,40	0,22	0,91	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	
	9	/16	B	1,3-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,04	0,029	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

6.1.4 KVF 771 und 772 – Triabsetzbecken

Im Bereich des TNT-Betriebes fand die Produktion von TNT durch die zweistufige Nitrierung von Mononitrotoluol sowie die Wiederaufbereitung bzw. Neutralisierung der beim Prozess verwendeten Säure statt. In den sogenannten Triabsetzbecken wurden die neutralisierten Abwässer gesammelt, um feste Neutralisationsrückstände abzutrennen.

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden im Bereich der Triabsetzbecken 771 und 772 insgesamt sieben KRB abgeteuft. Die Becken waren zu diesem Zeitpunkt bereits mit Material unbekannter Herkunft verfüllt, so dass die Lage der Becken anhand einer Karte von 1943 rekonstruiert wurde. Die Voruntersuchungen ergaben in Bohrung 772/II die höchste Belastung von 15.400 mg/kg TNT in einer Tiefe von ca. 1,5 m u. GOK. Da sich bei 1,5 m u. GOK zudem ein Bohrhindernis befand wurde daraus geschlossen, dass es sich um die Beckensohle handeln müsse, auf der sich aller Wahrscheinlichkeit nach TNT-haltige Rückstände abgesetzt hatten.

Bis in eine Tiefe von 3 m u. GOK wurden vereinzelt noch Gehalte von ca. 7 mg/kg TNT nachgewiesen. Ein eindeutiger Trend bezüglich der vertikalen Verteilung von STV wurde aufgrund der Inhomogenität der Ergebnisse nicht abgeleitet.

Im Rahmen der hier durchgeführten ergänzenden Untersuchungen wurde im Bereich der Absetzbecken bzw. in deren direktem Umfeld insgesamt 13 KRB bis max. 5 m u. GOK für eine flächenhafte sowie vertikale Erfassung der Belastungssituation abgeteuft. Das Untersuchungsgebiet ist mit Büschen und Bäumen bewachsen, die Lage der Becken wurde anhand von Plänen und den Angaben der Voruntersuchung rekonstruiert.

In den KRB 771-01/16 und 772-08/16 wurde bei ca. 1,4 m u. GOK ein Bohrhindernis angetroffen, wobei es sich vermutlich um die ehemalige Beckensohle handelt. Diese Beobachtung steht in Einklang mit den Ergebnissen der Voruntersuchungen, die ebenfalls in vergleichbarer Tiefe ein Bohrhindernis antrafen und daher auf die Beckensohle schlossen.

Das Material, mit dem die Becken verfüllt sind wird von einem geringmächtigen humosen Oberboden überdeckt. Die Beckenfüllung beider Becken besteht aus sandigem Substrat mit Einschaltungen größerer Komponenten, es wurden geringe Anteile technogener Materialien wie Ziegel- und Betonbruch angetroffen. Direkt oberhalb der vermuteten Beckensohle sind z. T. schwarze Lagen zu beobachten, bei denen es sich möglicherweise um Verfärbungen durch Beimengungen von Asche o. ä. handeln könnte.

Unterhalb der Beckensohle, die nicht in allen Bohrungen angetroffen wurde, wurden bis zur Endteufe organoleptisch unauffällige, fein- bis mittelsandige Sedimente mit einzelnen größeren Komponenten angetroffen. Diese Sedimente sind ab einer Tiefe von ca. 2 m u. GOK augenscheinlich nicht anthropogen überprägt.

Für das westliche Becken 771 zeigen die Analysenergebnisse, dass in der Beckenfüllung z. T. hohe Gehalte an TNT vorliegen. Im Fall der KRB 01/16 wurde in einer Tiefe von 0,4 – 1,4 m u. GOK die Beckensohle angetroffen. Im direkt darüber lagernden Material wurden 1.480 mg/kg

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

TNT festgestellt. Der Prüfwertvorschlag der LABO von 200 mg/kg TNT wird hier um eine Zehnerpotenz überschritten.

Im Bereich der KRB 02/16 wurden in einer Tiefe zwischen 1,0 und 1,9 m u. GOK 330 mg/kg TNT nachgewiesen. Auch hier liegt eine Überschreitung des Prüfwertvorschlages der LABO vor. In KRB 03/16 wurden bis 1 m u. GOK 475 mg/kg TNT festgestellt, im unterlagernden Horizont wurden die höchsten Gehalte mit 2.630 mg/kg TNT bis in eine Tiefe von 1,9 m u. GOK nachgewiesen.

Mit zunehmender Tiefe sind STV zwar noch nachweisbar (hier bis 3 m u. GOK), in den KRB 02/16 und 03/16 nimmt die Belastung mit TNT jedoch deutlich um mehrere Zehnerpotenzen ab, so dass mit maximalen Gehalten von 2,42 mg/kg in keiner Bohrung eine Überschreitung der jeweiligen Prüfwertvorschläge unterhalb der Beckensohle festgestellt werden konnte.

Weiterführend sind auch im oberflächennahen, meist humosen Horizont oberhalb der stark belasteten Bereiche STV nachzuweisen. Mit maximalen Gehalten von 0,29 mg/kg TNT (KRB 02/16 A) liegen die Belastungen mehrere Größenordnungen unterhalb des Prüfwertvorschlages für TNT (200 mg/kg).

Ein vergleichbares Bild zeigen die Untersuchungen des näheren Umfeldes des Beckens 771. Hier wurden in KRB 04/16 und 05/16 ebenfalls STV im Oberboden nachgewiesen, deren Gehalte mit 0,62 mg/kg TNT mehrere Zehnerpotenzen unterhalb des Prüfwertvorschlages liegen. Zwar konnten STV über die gesamte beprobte Tiefe bis 3 m u. GOK nachgewiesen werden, jedoch zeigte sich mit zunehmender Tiefe ein leicht abnehmender Trend auf Gehalte knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze. In KRB 05/16 konnte in einer Tiefe von 2 bis 3 m u. GOK keine STV mehr nachgewiesen werden.

Die chemischen Analysen des Absetzbeckens 772 zeigen ein vergleichbares Bild zu den Ergebnissen des Beckens 771.

In KRB 08/16 wurde in 1,5 m. u. GOK ein Bohrhindernis angetroffen und im aufliegenden Bodenmaterial zwischen 1 und 1,5 m u. GOK die höchsten TNT-Gehalte von 26.900 mg/kg festgestellt. Hier wird somit der Prüfwertvorschlag der LABO von 200 mg/kg weit überschritten. Es liegt der Verdacht nahe, dass hier ebenfalls die Beckensohle angetroffen wurde, auf der sich die STV-haltigen Rückstände abgelagert haben.

In KRB 01/16 wurde mit 295 mg/kg TNT ebenfalls Überschreitungen des Prüfwertvorschlages der LABO in einer Tiefe von 0,2 bis 0,6 m u. GOK festgestellt. Im unterlagernden Horizont waren noch 2,33 mg/kg TNT nachweisbar, in den tieferen Horizonten hingegen blieben alle chemischen Analysen bis in eine Tiefe von 3,4 m u. GOK unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Vergleichbar dazu wurden in KRB 05/16 die höchsten Gehalte mit 651 mg/kg TNT bis in eine Tiefe von 1 m u. GOK nachgewiesen. Auch hier sinken die festgestellten Gehalte mit zunehmender Tiefe, so wurde bis 1,5 m u. GOK nur noch 16,9 mg/kg TNT festgestellt.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Analysenergebnisse der KRB 02/16, 03/16, 07/16 und 09/16 zeigen eine diffuse Belastung, die z. T. bis in eine Tiefe von 3 m u. GOK nachgewiesen werden konnte. Mit maximalen Gehalten von 2,67 mg/kg TNT (KRB 07/16 A) liegen hier jedoch in keiner Probe Überschreitungen des Prüfwertvorschlages der LABO vor. Alle nachgewiesenen Gehalte an STV blieben im unauffälligen Bereich bzw. unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Aus den Ergebnissen lässt sich weder eine räumliche, noch eine vertikale Tendenz bzgl. der Verteilung der STV ableiten.

Die Ergebnisse der hier durchgeführten ergänzenden Untersuchung der Absetzbecken 771 und 772 zeigen, dass im Bereich der Becken TNT-haltige Rückstände abgelagert sind, die den Prüfwertvorschlag der LABO deutlich überschreiten. Für die Gefährdungsabschätzung muss jedoch berücksichtigt werden, dass der hochbelastete Horizont durch eine mindestens 0,3 m mächtige Bodenschicht überdeckt wird. Der Bereich mit dem höchsten TNT-Gehalt (KRB 08/16 C) liegt sogar in einer Tiefe von 1 bis 1,5 m, das überlagernde Material ist hingegen bzgl. STV unauffällig.

Außerhalb der ehemaligen Becken konnten Spuren von STV nachgewiesen werden, die sich vertikal wie flächenhaft diffus verteilen. Die nachgewiesenen Gehalte liegen deutlich (mehrere Zehnerpotenzen) unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO.

Im Rahmen der flächenhaften Bodenuntersuchungen der Absetzbecken konnten keine Überschreitungen des Prüfwertvorschlages der LABO an der Oberfläche festgestellt werden. Sowohl innerhalb der ehemaligen Becken als auch im Umfeld blieben alle festgestellten Gehalte im Oberboden im unauffälligen Bereich bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Trotz der lokal hohen festgestellten Gehalte von TNT oberhalb der ehemaligen Beckensohle zwischen 1 und 1,5 m u. GOK kann aus den vorliegenden Ergebnissen keine flächenhafte Gefährdung über den Direktpfad Boden – Mensch abgeleitet werden. Eine Gefährdung des Schutzgutes menschliche Gesundheit bei Kontakt mit dem oberflächennahen Boden besteht unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht.

Bei Bodenkontakt mit den hochbelasteten Horizonten kann jedoch eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden. Ein Bodeneingriff bis in diese Bereiche ist daher nach Möglichkeit zu vermeiden. Sollte er doch durchgeführt werden, ist auf entsprechende persönliche Schutzkleidung (Stiefel, Handschuhe etc.) zur Minimierung des Risikos zu achten.

Wenn man davon ausgeht, dass durch den Betrieb der Sprengstofffabrik in den entsprechenden Produktionsbereiche eine grundsätzliche Ablagerung bzw. Verteilung von STV an der Oberfläche stattgefunden hat, weisen die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass neben den hochbelasteten Rückständen innerhalb der Becken auch im direkten Umfeld der Becken eine Verlagerung von TNT in tiefere Bodenhorizonte stattgefunden hat. So sind in Tiefen unterhalb des Beckensohlenniveaus von ca. 1,5 m u. GOK noch Spuren von STV nachweisbar.

Aus den Feststoffuntersuchungen sind die Auswirkung bzw. die Größenordnung der Verlagerung von STV in den tieferen Untergrund und damit ins Grundwasser nur bedingt abzuschätzen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Vor dem Hintergrund der festgestellten Gehalte sowie unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten wie z. B. des Alters der Schadenssituation, mögliche Einschaltungen von Schichten mit höherem Retardationspotential im Untergrund etc., wurden exemplarische Eluatuntersuchungen an ausgewählten Bodenproben durchgeführt.

Für die Kontaminationsverdachtsfläche 771 wurden die Proben der KRB 05/16 C und D gewählt, analog dazu die Proben der Fläche 772 05/16 B und C. Es handelt sich hierbei jeweils um einen Horizont mit deutlicher Beaufschlagung von STV sowie den jeweils direkt unterlagernden Bodenhorizont. Die chemischen Analysen zeigen einen deutlichen abnehmenden Trend, während in den höherbelasteten Horizonten noch 66 mg/l TNT (771-03/16 C) bzw. 9,7 mg/l (772-05/17 B) festgestellt wurden, war im unterlagernden Material noch 0,6 mg/l (771-03/16D) bzw. 1,5 mg/l TNT (772-03/16 C) nachweisbar. Obwohl hier die Konzentrationen mit der Tiefe um mehrere Zehnerpotenzen abnehmen, überschreiten die nachgewiesenen Gehalte dennoch den GFS der LAWA deutlich.

Für die Gefährdungsabschätzung über den Pfad Boden – Grundwasser muss berücksichtigt werden, dass ein generell großer Flurabstand von > 30 m besteht. Weiterführend bestehen im Untergrund möglicherweise Bodenhorizonte und bindige Einschaltungen in die durchlässigen Sande, die ein höheres Retentionspotential für Schadstoffe, in diesem Fall STV, aufweisen.

Trotz dieser Standortgegebenheiten ist bei den deutlich erkennbaren Verlagerungstendenzen der STV in den tieferen Untergrund nicht auszuschließen, dass STV in das Grundwasser verlagert werden könnten. Eine Gefährdung des Grundwassers kann nicht ausgeschlossen werden, die Größenordnung der Gefährdung ist jedoch auf der bisherigen Datenlage nicht genauer einzuschätzen.

Aufgrund der allgemeinen methodischen Einschränkungen von Bodenuntersuchungen als punktuelle Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund der Komplexität der Schadenssituation der Altlast Dragahn weitere Bodenanalysen nicht zielführend. Da die Untersuchungsergebnisse jedoch den Hinweis darauf geben bzw. nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers bestehen kann, wird empfohlen, zur Erkundung des Schadstoffverhaltens der STV und deren etwaiger Verlagerung die Qualität des Grundwassers in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 8: Übersicht Analysenergebnisse KVF 771 – Triabsetzbecken - Feststoffuntersuchungen

KF 771				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung			Tiefe [m u. GOK]	mg/kg																
KRB	1	/16	A	0-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,38	0,038	0,16	u.d.B.	0,059	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	B	0,4-1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	4,96	0,65	u.d.B.	1480	3,9	17,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	B	0,05-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,29	0,031	0,084	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	C	1-1,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1	0,49	u.d.B.	330	0,77	13,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	D	1,9-2,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,083	0,053	u.d.B.	1,8	0,12	1,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	E	2,4-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,053	0,053	u.d.B.	0,5	0,053	0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	F	3-3,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,027	u.d.B.	u.d.B.	0,78	0,033	0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	A	0-0,05	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,036	u.d.B.	0,079	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	B	0,05-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,48	0,33	u.d.B.	475	0,68	2,95	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	C	1-1,95	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	5,47	1,26	u.d.B.	2630	1,37	5,47	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3	/16	D	1,95-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,093	u.d.B.	u.d.B.	2,42	u.d.B.	0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	A	0-0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,033	u.d.B.	0,37	0,066	0,18	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	B	0,15-1,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,23	0,053	0,18	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	C	1,3-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,13	0,053	0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	D	1,5-2,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,13	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4	/16	E	2,5-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,21	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	A	0-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,62	0,15	0,43	u.d.B.	u.d.B.	0,074	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	B	0,4-0,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,031	u.d.B.	0,072	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	C	0,8-1,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,053	0,061	0,47	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	D	1,8-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,67	0,095	4,95	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5	/16	E	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 9: Übersicht Analysenergebnisse KVF 772 – Triabsetzbecken - Feststoffuntersuchungen

KF 772				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung		Tiefe [m u. GOK]		mg/kg																
KRB	1 /16 A	0-0,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,2	u.d.B.	0,034	u.d.B.	u.d.B.	0,03	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 B	0,2-0,6		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,078	0,032	u.d.B.	295	0,17	0,33	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 C	0,6-0,8		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	2,33	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 D	0,8-1,6		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 E	1,6-1,8		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 F	1,8-3,4		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2 /16 A	0-0,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2 /16 B	0,2-0,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2 /16 C	0,3-0,7		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,092	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2 /16 D	0,7-1,4		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2 /16 E	1,4-2,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,034	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 A	0-0,1		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,049	u.d.B.	0,22	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 B	0,1-1,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,086	u.d.B.	0,04	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 C	1,3-2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 D	2-3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 A	0-0,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,064	0,041	0,062	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 B	0,2-1		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	3,68	u.d.B.	u.d.B.	651	2,31	7,67	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 C	1-1,5		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,28	u.d.B.	u.d.B.	16,9	1,32	1,54	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 A	0-0,45		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,042	0,13	0,14	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 B	0,45-1,4		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 C	1,4-2,5		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 D	2,5-3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 A	0-0,4		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,03	u.d.B.	2,67	0,59	1,02	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 B	0,4-1,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,032	0,044	0,041	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 C	1,2-2,2		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,21	0,022	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 D	2,2-3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,22	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8 /16 A	0-0,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,026	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8 /16 B	0,3-1		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,022	u.d.B.	0,72	0,22	0,32	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8 /16 C	1-1,5		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	3,14	47	13,5	u.d.B.	26900	6,73	10,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9 /16 A	0-0,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,022	u.d.B.	0,022	u.d.B.	0,69	0,39	0,54	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9 /16 B	0,3-1,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,30	0,05	u.d.B.	17	0,75	1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9 /16 C	1,3-2,3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,27	0,06	0,26	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9 /16 D	2,3-3		u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,88	0,029	0,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

6.1.5 KVF 774 und 775 – Sammelbecken rotes Waschwasser und saures Wasser

Ein weiterer Bereich der Abwasseranlage, die in den Voruntersuchungen als Verdachtsflächen ausgewiesen wurden, sind die ehemaligen Sammelbecken für rotes Waschwasser (774) und saures Wasser (775).

Da die Becken nach Schließung der Produktion mit Material unbekannter Herkunft verfüllt wurden, wurden im Rahmen der Voruntersuchungen drei Schürfe bis max. 4,3 m u. damaliger GOK durchgeführt. Dabei wurde Hausmüll, Beton- und Ziegelbruch angetroffen sowie Plastikreste und Brandhorizonte. Während im Bereich des Beckens 774 in den Auffüllungen keine STV nachgewiesen werden konnten, wurden im Bereich der Auffüllungen des südlichen Beckens 775 rund 32 mg/kg TNT (3 – 4 mg/kg ADNT) festgestellt. Auch im unterlagernden Geogen (ab ca. 1,4 m u. GOK) wurden noch rund 5 bzw. 9 mg/kg TNT beobachtet.

Die Geländearbeiten zeigten, dass der Bereich der ehemaligen Becken mit unbekanntem Material ca. 1 bis 2 m hoch mit größeren Betonblöcken überschoben wurde und heute mit jüngeren Nadelbäumen bewachsen ist. Zur Untersuchung dieses Materials wurden insgesamt vier KRB im zentralen Bereich abgeteuft (KRB 06/16 bis 10/16). Hierbei wurden in dem überschobenen Material unterhalb eines ca. 0,2 m mächtigen Humushorizontes technogene Bestandteile wie Beton, Schlacke, Ziegel, Glas und vereinzelt Metallreste angetroffen. Da die TNT-Schnelltests in diesem Bereich unauffällig waren, wurden diese Proben bei der chemischen Analyse zunächst zurückgestellt.

Im Bereich um die ehemaligen Becken herum wurden insgesamt 12 KRB bis in eine maximale Tiefe von 5 m u. GOK abgeteuft. Hierbei wurde sandiges Substrat mit unterschiedlichen Anteilen von Bauschutt angetroffen. Im nördlichen und östlichen Bereich wurde in einer Tiefe zwischen 1,7 und 3,2 m u. GOK das fein- bis mittelsandige Geogen angetroffen (KRB 01/16 bis 05/16). In den KRB im südöstlichen Bereich um die Becken wurden unterhalb eines Auflagehumushorizontes von ca. 0,3 m keine künstlichen Auffüllungen angetroffen.

Die chemischen Analysen der untersuchten Proben zeigen, dass im Bereich um die Becken eine diffuse Spurenbelastung von STV besteht, die auch über das gesamte untersuchte Bodenprofil bis in eine Tiefe von ca. 4 m u. GOK nachweisbar ist. Die festgestellten Gehalte bleiben jedoch mit zwei Ausnahmen flächendeckend mindestens zwei Zehnerpotenzen unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO. Die höchsten Gehalte wurden in KRB 01/16 A (0,0 – 0,25 m u. GOK) mit 0,54 mg/kg TNT festgestellt.

Eine Ausnahme wurde in KRB 14/16 beobachtet, hier wurde im oberflächennahen, humosen Horizont (0,0 – 0,15 m u. GOK) TNT mit 4.300 mg/kg festgestellt. Hier wird der Prüfwertvorschlag der LABO von 200 mg/kg deutlich überschritten.

Im unterlagernden Auffüllungsmaterial konnten jedoch nur 1,5 mg/kg TNT nachgewiesen werden, so dass hier ein deutlicher Gradient zu beobachten ist. Auch die Analyse der als Brandhorizont interpretierten schwarzgefärbten Lage in einer Tiefe von 0,4 bis 0,43 m u. GOK (Probe

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

14/16 C) war bezüglich der untersuchten STV mit 2,4 mg/kg gegenüber den stark erhöhten Gehalten im Oberboden unauffällig.

In KRB 01/16 wurde im Auffüllungsmaterial zwischen 0,25 und 1,4 m u. GOK 15,5 mg/kg TNT festgestellt. Dies ist zwar das Zehnfache der flächendeckend festgestellten diffusen Belastung, jedoch noch weit unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg.

Eine flächendeckende Gefährdung über den Wirkungspfad Boden - Mensch kann aus den vorliegenden Ergebnissen zunächst nicht abgeleitet werden. Zwar wurde im Oberboden einer KRB ein deutlich erhöhter TNT-Gehalt festgestellt. Unter Berücksichtigung der Gesamtheit der Ergebnisse, die an keiner weiteren Stelle im Bereich der Verdachtsfläche annähernd ähnliche Gehalte nachweisen konnten, ist hieraus jedoch kein direkter Handlungsbedarf abzuleiten. Unter Berücksichtigung einer forstwirtschaftlichen Nutzung ist anzunehmen, dass die persönliche Schutzkleidung (Stiefel, Handschuhe etc.) den Bodenkontakt und damit eine etwaige dermale Schadstoffaufnahme von STV weitgehend und bzw. ausreichend vermindert.

Aus den Feststoffuntersuchungen sind die Auswirkung bzw. die Größenordnung der Verlagerung von STV in den tieferen Untergrund und damit ins Grundwasser nur bedingt abzuschätzen. Vor dem Hintergrund der festgestellten Gehalte sowie unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten wie z. B. des Alters der Schadenssituation, mögliche Einschaltungen von Schichten mit höherem Retardationspotential im Untergrund etc., wurden exemplarische Eluatuntersuchungen an ausgewählten Bodenproben durchgeführt.

Für die Fläche 774/775 wurden die Proben 14/16 A und B ausgewählt. Hierbei handelt es sich um den humosen Oberbodenhorizont mit hohen TNT-Befunden (4.300 mg/kg) sowie der direkt unterlagernde Horizont, in dem lediglich 1,51 mg/kg TNT festgestellt wurden.

Analog zu den Befunden der Feststoffuntersuchungen zeigen die chemischen Analysen der Eluate einen deutlichen abnehmenden Trend. Während im humosen Oberboden noch 45 mg/l TNT nachzuweisen waren, wurde der eluierbare Anteil an TNT im direkt unterlagernden Horizont bei 0,2 mg/l quantifiziert. Der Effekt der Sorption von TNT an z. B. den humosen Bestandteilen des Oberbodens ist somit deutlich zu erkennen. Obwohl hier die Konzentrationen mit der Tiefe um mehrere Zehnerpotenzen abnehmen, überschreiten die nachgewiesenen Gehalte dennoch den GFS der LAWA deutlich.

Für die Gefährdungsabschätzung über den Pfad Boden – Grundwasser muss berücksichtigt werden, dass ein generell großer Flurabstand von > 30 m besteht. Weiterführend bestehen im Untergrund möglicherweise Bodenhorizonte und bindige Einschaltungen in die durchlässigen Sande, die ein höheres Retentionspotential für Schadstoffe, in diesem Fall STV, aufweisen.

Trotz dieser Standortgegebenheiten ist bei den deutlich erkennbaren Verlagerungstendenzen der STV in den tieferen Untergrund nicht auszuschließen, dass STV in das Grundwasser verlagert werden könnten. Eine Gefährdung des Grundwassers kann nicht ausgeschlossen werden,

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

die Größenordnung der Gefährdung ist jedoch auf der bisherigen Datenlage nicht genauer einzuschätzen.

Aufgrund der allgemeinen methodischen Einschränkungen von Bodenuntersuchungen als punktuelle Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund der Komplexität der Schadenssituation der Altlast Dragahn weitere Bodenanalysen nicht zielführend. Da die Untersuchungsergebnisse jedoch den Hinweis darauf geben bzw. nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers bestehen kann, wird empfohlen, zur Erkundung des Schadstoffverhaltens der STV und deren etwaiger Verlagerung die Qualität des Grundwassers in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 10: Übersicht Analysenergebnisse KVF 74/775 – Sammelbecken rotes Waschwasser und saures Wasser

KF 774/775					1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
					2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke					5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung				Tiefe [m u. GOK]	mg/kg																
KRB	1	/16	A	0-0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	0,024	u.d.B.	0,54	0,14	0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	B	0,25-1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,24	0,12	u.d.B.	15,5	0,83	1,44	u.d.B.	u.d.B.	35,4	1,55	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1	/16	C	1,4-3,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,049	u.d.B.	u.d.B.	0,57	0,12	0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,059	u.d.B.	0,49	0,098	0,12	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	B	0,3-1,7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,046	u.d.B.	0,17	0,041	0,33	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	C	1,7-2,7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,045	u.d.B.	0,05	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	2	/16	D	2,7-3,85	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,04	u.d.B.	0,034	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	A	0,6-1,0	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,059	0,055	0,18	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	B	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	C	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	D	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	12	/16	A	0,35-1,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,066	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	13	/16	A	0-0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,18	0,06	0,11	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	13	/16	B	0,25-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,054	0,11	0,33	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	14	/16	A	0-0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,72	6,89	u.d.B.	4.300	11,2	51,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	14	/16	B	0,15-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,51	0,066	4,43	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	14	/16	C	0,4 - 0,43	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,12	0,57	u.d.B.	12,0	5,5	12,0	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	15	/16	A	0,04-0,25	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	15	/16	B	0,25-1,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,025	0,034	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	15	/16	C	1,8-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,063	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	16	/16	A	0,05-0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,23	0,15	0,24	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	16	/16	B	0,35-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,10	u.d.B.	0,032	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	16	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,13	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	16	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,33	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

6.1.6 KVF 779 – Prüfbecken für Kühlwasser

Im südöstlichen Bereich des ehemaligen Werksgeländes befanden sich insgesamt drei Sammelbecken für Kühlwasser. Die etwa 3 m tiefen Becken sind bis heute unterverfüllt und dicht mit Nadel- und Laubbäumen sowie Buschwerk zugewachsen. Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden im nördlichsten Becken 779 im Oberboden bis in eine Tiefe von 0,3 m u. GOK sehr hohe TNT-Gehalte von bis zu 30.600 mg/kg nachgewiesen. Bis in die untersuchte Endtiefe von 5 m u. GOK nahmen die nachgewiesenen Gehalte der STV auf 5,5 mg/kg TNT ab, waren jedoch noch deutlich nachweisbar.

Im Rahmen der hier durchgeführten ergänzenden Untersuchungen wurden insgesamt fünf KRB im Bereich des Beckens bis in eine Tiefe von max. 9 m u. GOK durchgeführt. Unterhalb eines humosen Auflagehorizontes von rund 0,3 m wurde das mittel- bis feinsandige Geogen angetroffen, das z. T. augenscheinlich z. T. aufgearbeitet wurde. In KRB 05/16 und KRB 06/16 wurde bis in eine Tiefe von 0,5 m u. GOK bzw. 1 m u. GOK Ziegelbruch bzw. Beton/Bauschuttreste beobachtet. Vereinzelt traten ebenfalls feine schwarze Lagen auf (KRB 06/16).

Die KRB 05/16 wurde im Bereich des leicht verjüngten Beckenauslasses am östlichen Ende abgeteuft. Hier wurde bei ca. 0,9 m u. GOK mürber Beton angetroffen, bei dem es sich möglicherweise um die ehemalige Beckensohle oder Teile des Auslaufbauwerkes handelt. Im westlichen Bereich des Beckens war in keiner Bohrung ein Hinweis auf die ehemalige Beckensohle zu beobachten.

Im westlichen Beckenbereich wurden die höchsten Gehalte an TNT nachgewiesen, die mit 43.600 mg/kg (KRB 08/16 A) bzw. 13.600 mg/kg (09/16 A) den Prüfwertvorschlag der LABO von 200 mg/kg um mehrere Zehnerpotenzen überschreiten. In KRB 07/16 A wurde analog dazu 1.790 mg/kg TNT festgestellt. Diese sehr hohen Gehalte beschränken sich auf den humosen oberflächennahen Horizont bis etwa 0,4 m u. GOK.

In den unterlagernden Bodenhorizonten waren noch Spuren von TNT nachweisbar, die festgestellten Gehalte lagen jedoch nur noch im einstelligen Bereich. Lediglich in drei Ausnahmefällen lagen Gehalte zwischen 73 und 116 mg/kg TNT vor. In KRB 08/16 I war in einer Tiefe zwischen 7 und 8 m u. GOK noch 596 mg/kg TNT nachweisbar.

Abgesehen davon, dass die Hauptbelastung im oberflächennahen Horizont nachgewiesen wurde, lässt sich aus den übrigen Ergebnissen der Feststoffuntersuchungen kein eindeutiger vertikaler Verteilungstrend beobachten. Die Gehalte nehmen unterhalb des humosen Oberbodens deutlich ab, die demgegenüber vereinzelt erhöhten Gehalte hingegen wurden in unterschiedlichen Tiefen beobachtet. So wurde in KRB 08/16 in einer Tiefe von 7 bis 8 m u. GOK mit 596 mg/kg TNT der Prüfwertvorschlag der LABO (200 mg/kg) überschritten, im tiefer liegenden Horizont wurde wiederum nur 1,15 mg/kg TNT nachgewiesen. In der gleichen KRB wurde in einer Tiefen von 1 – 2 m und 5 – 6 m u. GOK 73,1 bzw. 103 mg/kg TNT nachgewiesen, eine Überschreitung des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg besteht hier jedoch nicht.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die ungleichmäßige Verteilung bzw. vertikale Verlagerung von STV in die tieferen Bodenschichten ist vermutlich maßgeblich auf die geologische Heterogenität des Bodens, wie z. B. die Einschaltung von bindigeren bzw. feinkörnigeren Horizonten zurückzuführen, die wiederum das Retentionsvermögen und die Migration von STV mit dem Sickerwasser beeinflussen.

Diese Beobachtungen decken sich in hohem Maße mit den Ergebnissen der Voruntersuchungen. Auch hier wurden die höchsten Gehalte im Oberboden sowie eine uneinheitliche Verlagerung in die tieferen Bodenschichten beschrieben. Als Erklärung wird jedoch neben den allgemeinen heterogenen Bodenverhältnissen und den damit variierenden Vorkommen von Sorptionsträgern (z. B. Eisen- und Tonanteile im Boden etc.) eine generell geringe Mobilität von TNT gesehen. Dieser Aussage kann jedoch unter Berücksichtigung der in Rahmen dieses Berichtes durchgeführten Eluatuntersuchungen (s. u.) jedoch nur stark eingeschränkt zugestimmt werden.

Die Auswertung der vorhandenen Unterlagen vor Beginn der ergänzenden Untersuchungen ergaben einen Hinweis auf ein Rieselfeld östlich der Prüfbecke in Richtung der beiden östlich gelegenen Schluckbrunnen. Reste baulicher Anlagen des Versickerungsfeldes sind im Gelände nicht zu erkennen. Vereinzelt Bauschuttreste sowie vereinzelt kleinräumige Senken in der Morphologie könnten auf das Rieselfeld hinweisen.

Zur Vervollständigung der Untersuchungen wurden daher zusätzlich zum geplanten Untersuchungsumfang sechs Bohrungen im Bereich der vermuteten Versickerungsanlage abgeteuft (KRB 779-01/16 bis 04/16 und 10/16 bis 12/16).

Die chemischen Analysen zeigen, dass im östlich gelegenen Areal der Prüfbecke eine diffuse Belastung mit TNT im Bereich knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze besteht. Hier war TNT mit Gehalten von maximal 0,15 mg/kg im gesamten untersuchten Bodenprofil bis 5 m u. GOK nachweisbar. Die nachgewiesene Größenordnung der TNT-Gehalte liegt mehrere Zehnerpotenzen unterhalb des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg und damit im unauffälligen Bereich.

In KRB 10/16 B wurde in einer Tiefe zwischen 0,15 und 1 m u. GOK 144 mg/kg TNT festgestellt. Hier liegt somit keine Überschreitung des Prüfwertvorschlages der LABO von 200 mg/kg vor. Das Ergebnis zeigt jedoch, dass nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass lokal erhöhte Gehalte von STV vorliegen, die möglicherweise auf das Rieselfeld zurückzuführen sind.

Zusammenfassend zeigen die Untersuchungsergebnisse des Prüfbeckens und des östlich liegenden Rieselfeldes, dass eine diffuse flächenhafte Verteilung von TNT an der Oberfläche und über den gesamten untersuchten Bodenhorizont besteht. Die festgestellte Größenordnung liegt hierbei meist im Spurenbereich knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze. Obwohl in einer Bohrung im Boden bis 1 m u. GOK ein erhöhter Gehalt von TNT nachgewiesen wurde, konnten im Bereich des Versickerungsfeldes keine Überschreitungen der Prüfwertvorschlüsse der LABO bzw. der untersuchten STV festgestellt werden.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Im westlichen Beckenbereich hingegen wurden im Oberboden bis durchschnittlich 0,4 m u. GOK stark erhöhte TNT-Gehalte nachgewiesen, die den Prüfwertvorschlag der LABO in einem Fall sogar um das Hundertfache überschreiten. Zwar ist aufgrund der physiko-chemischen Eigenschaften der STV davon auszugehen, dass der humushaltige Boden ein starkes Remedationspotential besitzt und große Teile der STV in den Bodenstrukturen festgelegt werden, jedoch ist eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Bodenkontakt nicht auszuschließen. Bodenarbeiten sind in diesem Bereich zu vermeiden, bzw. Bodenkontakt durch geeignete Schutzkleidung (Stiefel, Handschuhe etc.) zu unterbinden.

Aus den Feststoffuntersuchungen sind die Auswirkung bzw. die Größenordnung der Verlagerung von STV in den tieferen Untergrund und damit ins Grundwasser nur bedingt abzuschätzen. Vor dem Hintergrund der festgestellten Gehalte sowie unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten wie z. B. des Alters der Schadenssituation, mögliche Einschaltungen von Schichten mit höherem Retardationspotential im Untergrund etc., wurden exemplarische Eluatuntersuchungen an ausgewählten Bodenproben durchgeführt.

Für die Fläche 779 wurden in der KRB 08/16 insgesamt vier Proben über das gesamte untersuchte Bodenprofil ausgewählt, um eine verbesserte Datengrundlage einer etwaigen vertikalen Verlagerung von STV zu erlangen. Bei den Proben handelt es sich um den humosen Oberboden (Probe 08/16 A) sowie der direkt unterlagernden Horizont bis 1 m u. GOK, sowie die Horizonte der Tiefe 7 bis 8 m und 8 bis 9 m u. GOK.

Analog zu den Befunden der Feststoffuntersuchungen zeigen die chemischen Analysen der Eluate einen deutlichen abnehmenden Trend der nachgewiesenen TNT-Konzentrationen mit zunehmender Tiefe. Während im humosen Oberboden noch 65 mg/l TNT nachzuweisen waren, wurde der eluierbare Anteil an TNT im direkt unterlagernden Horizont bei 9,4 mg/l quantifiziert. Der Effekt der Sorption von TNT an z. B. den humosen Bestandteilen des Oberbodens ist somit deutlich zu erkennen, eine Verlagerung ist hier deutlich gehemmt.

Ein ähnliches Bild zeigt der Vergleich der Proben I und J. Mit 59 mg/l im Bereich zwischen 7 und 8 m u. GOK und 0,5 mg/l im unterlagernden Horizont (8 bis 9 m u. GOK) ist eine Abnahme der TNT-Beaufschlagung um zwei Zehnerpotenzen zu beobachten.

Obwohl hier die Konzentrationen in den jeweils direkt unterlagernden Bodenschichten deutlich abnehmen, überschreiten die nachgewiesenen Gehalte dennoch den GFS der LAWA deutlich.

Für die Gefährdungsabschätzung über den Pfad Boden – Grundwasser muss berücksichtigt werden, dass ein generell großer Flurabstand von > 30 m besteht. Weiterführend bestehen im Untergrund möglicherweise Bodenhorizonte und bindige Einschaltungen in die durchlässigen Sande, die ein höheres Retentionspotential für Schadstoffe, in diesem Fall STV, aufweisen.

Trotz dieser Standortgegebenheiten ist bei den deutlich erkennbaren Verlagerungstendenzen der STV in den tieferen Untergrund nicht auszuschließen, dass STV in das Grundwasser verlagert werden könnten. Eine Gefährdung des Grundwassers kann nicht ausgeschlossen werden,

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

die Größenordnung der Gefährdung ist jedoch auf der bisherigen Datenlage nicht genauer einzuschätzen.

Aufgrund der allgemeinen methodischen Einschränkungen von Bodenuntersuchungen als punktuelle Ergebnisse erscheinen vor dem Hintergrund der Komplexität der Schadenssituation der Altlast Dragahn weitere Bodenanalysen nicht zielführend. Da die Untersuchungsergebnisse jedoch den Hinweis darauf geben bzw. nicht ausgeschlossen werden kann, dass eine mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers bestehen kann, wird empfohlen, zur Erkundung des Schadstoffverhaltens der STV und deren etwaiger Verlagerung die Qualität des Grundwassers in regelmäßigen Abständen zu überprüfen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 11: Übersicht Analysenergebnisse KVF 779 – Prüfbecken für Kühlwasser

KF 779				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten															
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin
Prüfwert-Vorschläge/Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für Gewerbegrundstücke				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾
Probenbezeichnung		Tiefe [m u. GOK]	mg/kg																
KRB	1 /16 A	0-0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,058	u.d.B.	0,043	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 B	0,2-0,7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,028	u.d.B.	0,027	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	1 /16 C	0,7-1,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,073	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 A	0-0,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,061	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 B	0,2-1,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,025	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 C	1,2-2,2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,072	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 D	2,2-3,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,078	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	3 /16 E	3,5-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,064	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4 /16 A	0-0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,055	0,036	0,054	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4 /16 B	0,15-1,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,073	u.d.B.	0,021	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4 /16 C	1,9-3,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,032	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	4 /16 D	3,5-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,09	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,071	u.d.B.	4,9	0,48	0,89	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 B	0,3-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,046	0,052	0,082	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,042	u.d.B.	0,044	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,16	0,066	0,20	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,098	0,041	0,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	5 /16 F	4-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,14	0,042	0,057	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 A	0-0,35	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,097	0,19	u.d.B.	5,01	0,36	0,59	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 B	0,35-0,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,12	0,24	u.d.B.	5,4	0,4	1,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	1,64	0,045	0,31	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,052	u.d.B.	u.d.B.	0,49	0,084	0,52	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,1	u.d.B.	0,082	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	6 /16 F	4-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,023	0,068	u.d.B.	0,44	u.d.B.	0,11	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 A	0-0,3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	5,37	6,65	0,52	1790	6,39	43,5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 B	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,13	0,058	u.d.B.	6,94	0,21	0,46	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 C	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,33	0,03	u.d.B.	2,25	0,086	0,31	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 D	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,21	0,03	u.d.B.	8,67	0,24	0,63	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	7 /16 E	4-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,055	u.d.B.	u.d.B.	0,53	0,028	0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 12: Übersicht Analysenergebnisse KVF 779 – Prüfbecken für Kühlwasser Fortsetzung

KF 779				1) unpraktikabel hoch, falls PW/BOW besteht, Bewertung gem. sensiblerer Nutzung (Klammerwert) 2) keine Daten																
				2-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol	1,3-Dinitrobenzol	1,3,5-Trinitrobenzol	2,4-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol TNT	2Amino-4,6-Dinitrotoluol	4Amino-2,6-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrodiphenylamin	Pikrinsäure	Hexogen	Tetryl	2-Nitrodiphenylamin	4-Nitrodiphenylamin	
Prüfwert-vorschläge/beherrschende Bodenorientierungswerte (stoffbezogen) für				5	-- ¹⁾ (1000)	3000	150	-- ¹⁾ (1000)	50	5	200	200	200	-- ²⁾	80	500	2000	-- ²⁾	-- ¹⁾	
Probenbezeichnung		Tiefe [m u. GOK]		mg/kg																
	8	/16	A	0-0,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	5,77	76,6	23,6	7,89	43600	13	20	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	B	0,6-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,46	u.d.B.	u.d.B.	9,49	0,26	0,21	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,64	0,06	u.d.B.	73,1	0,26	0,19	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,28	u.d.B.	u.d.B.	5,68	u.d.B.	0,17	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,33	0,042	u.d.B.	2,11	0,063	0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	F	4-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	u.d.B.	u.d.B.	0,59	0,031	0,094	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	G	5-6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,29	0,074	u.d.B.	103	0,22	0,63	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	H	6-7	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,1	u.d.B.	u.d.B.	0,79	0,074	0,093	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	I	7-8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,38	0,31	u.d.B.	596	1,03	1,38	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	8	/16	J	8-9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	1,99	u.d.B.	u.d.B.	1,15	0,22	0,18	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	A	0-0,4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,92	22	5,12	u.d.B.	13600	14,6	68,8	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	B	0,4-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,63	u.d.B.	u.d.B.	46,9	0,62	0,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,59	0,076	u.d.B.	4,15	u.d.B.	0,39	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,16	0,021	u.d.B.	4,19	u.d.B.	0,27	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,33	0,095	u.d.B.	116	0,2	0,63	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	9	/16	F	4-5	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,082	u.d.B.	u.d.B.	5,47	u.d.B.	0,18	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	A	0-0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	3,58	0,29	0,41	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	B	0,15-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,093	0,096	u.d.B.	144	8,93	11,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	C	1-1,9	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	7,41	0,61	0,76	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	D	1,9-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,12	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	10	/16	E	3-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,13	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	11	/16	A	0,02-0,6	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,024	0,047	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	11	/16	B	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,1	0,082	0,11	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	11	/16	C	2-3,05	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,22	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	11	/16	D	3,05-4	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,06	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	12	/16	A	0-0,1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,040	0,035	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	12	/16	B	0,1-1	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	12	/16	C	1-2	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,15	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.
	12	/16	D	2-3	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,04	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 13: Übersicht Analysenergebnisse Eluatuntersuchungen

Probe (KRB)	Einheit	704-02/16 A	704/02/16 B	704-02/16 C	704/02/16 D	771-03/16 C	771-03/16 D	772-05/16 B	772-05/15 C	775-14/16 A	775-14/16 B	779-08/16 A	779-08/16 B	779-08/16 I	779-08/16 J	GFS
Entnahmedatum		09.01.2017														
Entnahmetiefe	m	Ah- Horizont	Abdeckung bindig	Brandhorizont	Geogen, bindig	auffälliger Horizont	unterhalb auffälligem Horizont	auffälliger Horizont	unterhalb auffälligem Horizont	Ah- Horizont	unterhalb auffälligem Horizont	auffälliger Horizont	unterhalb auffälligem Horizont	auffälliger Horizont	unterhalb auffälligem Horizont	
3-Nitrotoluol	mg/l	< 0,001	0,000903	0,00383	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000456	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,01
4-Nitrotoluol	mg/l	< 0,001	0,000687	0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00385	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000259	< 0,001	0,003
1,3-Dinitrobenzol	mg/l	0,0012	0,00935	0,037	0,000107	0,0385	< 0,001	0,0637	< 0,001	0,208	< 0,001	0,0239	< 0,001	0,00758	< 0,001	0,0003
1,3,5-Trinitrobenzol	mg/l	0,0076	0,194	5,7	1,54	0,0461	0,00601	0,456	0,00629	0,0504	0,00259	0,156	0,0701	0,233	0,375	0,1
2,4-Dinitrotoluol	mg/l	0,0033	0,0674	0,137	0,000848	0,0526	< 0,001	0,0103	< 0,001	0,113	< 0,001	0,142	0,000202	0,065	0,000586	0,00005
2,6-Dinitrotoluol	mg/l	0,012	0,282	2,09	0,0217	0,0115	< 0,001	0,023	< 0,001	0,115	0,000759	0,1	0,000412	0,0815	0,000173	0,00005
3,4-Dinitrotoluol	mg/l	0,000216	0,0118	0,314	0,0037	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000952	< 0,001	0,000852	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
3,5-Dinitrotoluol	mg/l	0,00116	0,0236	4,15	0,00162	0,0213	< 0,001	0,0338	< 0,001	0,0362	< 0,001	0,0221	< 0,001	0,00139	< 0,001	
2,4,6-Trinitrotoluol	mg/l	43,7	61,6	102	1,56	66,3	0,616	9,65	1,45	45,6	0,233	65,4	6,06	59,4	0,52	0,0002
2Amino-4,6-Dinitrotoluol	mg/l	0,766	0,915	0,0185	< 0,001	0,218	0,0021	0,306	0,0624	7,6	0,0355	1,2	0,0079	0,408	0,114	0,0002
4Amino-2,6-Dinitrotoluol	mg/l	4,02	1,6	0,154	< 0,001	1,16	0,0825	1,19	0,274	25,9	1,06	2,72	0,0116	0,774	0,0868	0,0002
m-Toluidin	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
o- und p-Toluidin	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

6.2 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Im Rahmen der ergänzenden Untersuchungen der militärischen Altlast Dragahn wurden neben Bodenuntersuchungen im Bereich des Werksgeländes ebenfalls Grundwasseruntersuchungen im weiteren Umfeld des Standortes durchgeführt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen getrennt nach den beiden GW-Stockwerken dargestellt. Die Analysen umfassen die Untersuchung auf STV und den Parameterumfang der Trinkwasserverordnung (TVO). Für die Brunnen des Wasserwerkes wurde auf die Parameter der TVO verzichtet, da diese seitens des Wasserwerkes standardmäßig geprüft werden.

Bei den Ergebnissen der Stichtagsmessung ist hierbei zu berücksichtigen, dass im Vergleich zur hydrogeologischen Heterogenität des Untersuchungsgebietes ein vergleichsweise weitmaschiges Messnetz an Grundwassermessstellen ausgebildet ist. Lokale Variationen können durch die starke Gliederung des Grundwasserkörpers somit nicht detailliert erfasst werden. Auf regionalem Maßstab lässt sich die Abstromsituation der beiden Grundwasserstockwerke jedoch verlässlich abbilden (s. Anlage 2).

6.2.1 erstes Grundwasserstockwerk

Das erste Grundwasserstockwerk ist in den quartären Sedimenten ausgebildet und wird durch die hier beprobten flachen Brunnen HY10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20 und 21 (jeweils durch das Suffix „PO“ gekennzeichnet) repräsentiert. Laut Voruntersuchung sind die Brunnen im Bereich des Werksgeländes „Schluckbrunnen 1“, „TNT-Messstelle“, „901 Brunnenhaus“ ebenfalls im ersten Stockwerk verfiltert und wurden so für dessen Charakterisierung mit einbezogen.

Zusätzlich zu den im ersten Aquifer verfilterten Brunnen wurden drei Förderbrunnen auf dem Betriebsgelände des Wasserwerkes Dannenberg beprobt. Da davon auszugehen ist, dass die Brunnen durch den Wasserverband bzgl. der Eignung als Trinkwasser regelmäßig überprüft werden, wurden diese Proben („Brunnen1, 2 und 3“) lediglich auf STV analysiert.

Brunnen Hy12 PO lief nicht ausreichend nach, so dass kein Grundwasser für die Probenahme gefördert werden konnte.

Die Stichtagsmessung ergab eine regionale Fließrichtung nach Nordosten (siehe Anlage 2.2.3). Die Grundwasserflurabstände wurden zwischen 12 und 58 m u. ROK festgestellt, was einer Druckspiegelhöhe zwischen ca. 15 m NN (HY 10) und 39 m NN (HY 12) entspricht. Im Bereich des Werksgeländes wurde das Grundwasser des ersten Aquiferes bei ca. 34 m u. GOK (ca. 32 m NN, TNT-Messstelle) angetroffen.

Diese Beobachtungen decken sich stark mit den Angaben der Voruntersuchungen. Auch hier wurde eine grundlegende Fließrichtung im ersten Grundwasserstockwerk nach Nordosten in Richtung der Vorfluter Elbe und Jeetzel beobachtet. Mit ca. 32 m NN wurde auch im Bereich des Werksgeländes (TNT-Messstelle) ein vergleichbarer Flurabstand festgestellt.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die chemischen Analysen des ersten Grundwasserstockwerkes zeigen im Bereich der Brunnen auf dem Werksgelände deutliche Belastungen mit TNT bzw. Transformations- sowie verschiedenen Abbauprodukten, die z. T. den Geringfügigkeitsschwellenwert stark überschreiten. Die Vor-Ort-Parameter zeigen zwar keine deutlichen Auffälligkeiten (pH-Wert im neutralen Bereich zwischen 6,85 und 7,64, geringfügig erhöhte elektrische Leitfähigkeit bis 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$, reduzierende Bedingungen gekoppelt mit einem geringeren Sauerstoffgehalt von 0,06 mg/ nur im Brunnen 901), jedoch wurde in Schluckbrunnen eine TNT-Konzentration von 2.270 $\mu\text{g}/\text{l}$ festgestellt.

Neben TNT wurden in der Probe des Schluckbrunnens 1 u. a. ebenfalls GFS-Überschreitungen durch ADNT (991 $\mu\text{g}/\text{l}$), DNT (165 $\mu\text{g}/\text{l}$) sowie 2-Nitrotoluol (26,8 $\mu\text{g}/\text{l}$) nachgewiesen. Hierbei sind ADNT und DNT als typische Abbau- bzw. Transformationsprodukte von TNT zu verstehen /21/.

In der Probe der „TNT-Messstelle“ wurde 12,6 $\mu\text{g}/\text{l}$ TNT (11,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ ADNT, 9,75 $\mu\text{g}/\text{l}$ 2-Nitrotoluol) nachgewiesen. Die Probe 901 zeigte für TNT mit 0,239 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0,565 $\mu\text{g}/\text{l}$ DNT) eine geringfügige Überschreitung des GFS von 0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Diese Ergebnisse scheinen plausibel, da sich die Brunnen im Bereich des Werksgeländes und damit direkt am Eintragsort befinden. Über den Schluckbrunnen ist aktenkundig Produktionswasser verpresst worden. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Abwässer TNT- bzw. STV-Rückstände beinhalten, was wiederum erwarten lässt, dass eine STV-Belastung im Ringraum bzw. in der Bodenmatrix im direkten Umfeld des Brunnens hervorgerufen wurde.

Das Belastungsmuster gibt außerdem einen Hinweis darauf, dass Abbauprozesse im Grundwasser stattgefunden haben. Obwohl auf diese Weise nachzuweisen ist, dass ein Abbau bzw. eine Transformation von TNT stattgefunden hat, zeigen die nachgewiesenen hohen TNT-Konzentrationen, dass weiterhin hohe Gehalte des Ausgangsstoffes im Boden vorhanden sind.

Zusätzlich ist anzunehmen, dass durch die Probenahme eine lokale Reaktivierung der „Quelle“ (in diesem Fall die durch das Verpressen belastete Bodenmatrix im Ringraum) stattgefunden haben könnte, welches zu den hier beobachteten hohen Konzentrationen von STV in den Grundwasserproben im Bereich des Werksgeländes führen kann.

Unter Berücksichtigung des Löslichkeitsproduktes, welches ein Maß für die mögliche gelöste Menge eines Stoffes in Wasser darstellt, sowie der Vermutung, dass über einen gewissen Zeitraum ein Eintrag mit vermutlich hohen TNT-Konzentrationen stattgefunden hat, ist auch nach den bisher vergangenen Jahren davon auszugehen, dass hier eine Restbelastung im System Boden – Grundwasser besteht bzw. nachzuweisen ist.

Im Abstrom des Werksgeländes konnten lediglich in einer GWM TNT nachgewiesen werden. Mit 0,102 $\mu\text{g}/\text{l}$ TNT liegt jedoch auch in der südsüdöstlich des Werksgeländes gelegenen GWM „HY 17 PO“ keine Überschreitung des GFS von 0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$ TNT vor. Die festgestellte Konzentration ist als unauffällig zu bewerten, eine ökotoxikologische Wirkung des Grundwassers kann nicht abge-

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

leitet werden. Alle weiteren untersuchten GWM waren hinsichtlich der STV ebenfalls unauffällig, es konnten keine STV oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

Hinsichtlich der untersuchten Parameter der TVO zeigt sich, dass zum Teil erhöhte Bor-Konzentrationen vorliegen. In vier von neun untersuchten Proben (HY14, 16, 17 und 20) wurden Konzentrationen zwischen 10,4 und 13,8 µg/l Bor festgestellt. Im Bereich des Werksgeländes wurden im Konzentrationen der gleichen Größenordnung (Schluckbrunnen 1 14 µg/l, 901 13,2 µg/l Bor) nachgewiesen. Eine ökotoxikologische Wirkung des Grundwassers durch Bor kann hier nicht ausgeschlossen werden.

Für die Gefährdungsabschätzung muss berücksichtigt werden, dass im Umfeld bzw. im Abstrom des Werksgeländes keine STV im ersten Aquifer nachgewiesen wurden. Die bestehende und hier ggü. den Voruntersuchungen erneut nachgewiesene Belastung des Bodens bzw. Systems Boden – Grundwasser mit STV unterliegt, sofern in das Grundwasser ausgetragen, offensichtlich einem starken Verdünnungseffekt, welches vor dem Hintergrund der hydrogeologischen Bedingungen sowie der physiko-chemischen Eigenschaften der STV plausibel erscheint. Das erste Grundwasserstockwerk ist in den quartären Sedimenten als Porengrundwasserleiter mit hohen Durchlässigkeiten ausgebildet. Mit einer Mächtigkeit von rund 30 bis 50 m ist bei der hohen Mobilität von STV in Wasser folglich von einer hohen Verteilungs- und damit Verdünnungsrate auszugehen.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden - Grundwasser des ersten Aquifers für den weiteren Abstrom des Werksgeländes im Sinne einer Nutzung zur z. B. Bewässerung kann bzgl. der STV auf Basis der vorliegenden Daten zunächst nicht abgeleitet werden. Es liegen jedoch flächenhaft erhöhte Bor-Gehalte im Grundwasser vor, die den entsprechenden GFS überschreiten. Eine ökotoxische Wirkung bzgl. Bor kann nicht ausgeschlossen werden. Für die Förderbrunnen des Wasserwerks Dannenberg, Einzugsbereich „Kähmen“, kann in diesem Gutachten keine Aussage getroffen werden, da für die Förderbrunnen bezüglich des Parameters Bor keine Daten vorliegen.

Eine Eignung des Grundwassers der Brunnen, in denen eine erhöhte Borkonzentration festgestellt wurde, ist im nutzungsabhängigen Einzelfall zu prüfen. Eine Einschränkung bezüglich der Nutzung der Brunnen mit unauffälligen Befunden besteht nicht.

Grundwasser aus dem Bereich des Werksgeländes hingegen ist hinsichtlich der STV nicht z. B. zur Nutzung / Beregnung etc. geeignet. Bei Förderung des Grundwassers ist nicht auszuschließen, dass erhöhte STV-Konzentrationen im Wasser bestehen. Eine Förderung des Grundwassers sollte somit grundsätzlich vermieden werden, auch um eine Verlagerung von STV aus dem tieferen Untergrund mit dem Wasser möglichst zu unterbinden sowie keine zusätzliche Mobilisierung von STV zu verursachen.

6.2.2 zweites Grundwasserstockwerk

Die Untersuchungen des zweiten Aquifers, der in den tertiären Sedimenten ausgebildet ist, umfassen insgesamt die neun Brunnen im näheren und weiteren Umfeld des Werksgeländes HY 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20 sowie HY 21 (jeweils gekennzeichnet durch das Suffix „PU“).

Laut Voruntersuchungen sind die auf dem Werksgelände befindlichen Brunnen „Schluckbrunnen 2“ und „902 Tiefbrunnen“ ebenfalls im zweiten Grundwasserstockwerk verfiltert. Eine Kamerabefahrung des Schluckbrunnens zeigte jedoch, dass der Brunnen nur bis in eine Tiefe von ca. 21 m u. ROK offen ist, vermutlich wurde er mit Beton o. ä. verplombt. Eine Beprobung dieses Brunnens war dementsprechend nicht möglich.

Das Brunnenhaus des Tiefbrunnens 901 wurde von dem jetzigen Eigentümer der Fläche zu einer Fledermausbehausung umgestaltet. Da alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten gem. Bundesnaturschutzgesetz unter die streng geschützten Arten fallen und bei einer Öffnung der Behausung zur Beprobung des Brunnens nicht ausgeschlossen werden konnte, dass dort überwinterte Tiere in ihrer Winterruhe (Ende meist März/April) erheblich gestört werden, wurde die Beprobung des Brunnens zunächst zurückgestellt.

Die Stichtagsmessung des zweiten Aquifers ergab eine regionale Fließrichtung nach Südosten (siehe Anlage 2.2.4). Die Grundwasserflurabstände wurden zwischen 10 und 60 m u. ROK festgestellt, was einer Druckspiegelhöhe zwischen ca. 20 m NN (HY 20) und 37 m NN (HY 12) entspricht. Aus den Abstichmessungen resultiert im zweiten Grundwasserstockwerk eine regionale Fließrichtung nach Osten bzw. Nordosten. Die Messergebnisse für HY 10 wurde hierbei ausgeklammert, da unter Einbeziehung der Messstelle keine plausible Fließrichtung reproduzierbar war.

Diese Beobachtungen decken sich stark mit den Angaben der Voruntersuchungen. Auch hier wurde bei Grundwasserspiegelhöhen von 25 bis 36 m NN eine grundlegende Fließrichtung im zweiten Grundwasserstockwerk nach Ostnordosten in Richtung beobachtet.

Die Vor-Ort-Parameter der Grundwasserproben zeigen ein recht einheitliches, unauffälliges Bild. Abgesehen von der Probe HY 10 (pH 10,74) liegen alle weiteren Proben um den neutralen pH-Bereich (7,48 – 8,43). Die Sauerstoffkonzentration zwischen 1,02 und 2,56 mg/l, lediglich in HY 15 wurde mit 0,1 mg/l ein geringer Gehalt gemessen. Korrelierend dazu zeigt diese Probe ebenfalls im Gegensatz zu den anderen Proben leicht reduzierende Verhältnisse an (Redox-Potential EH ist niedrig). In der Probe HY 20 wurde eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit von 1.946 µS/cm gemessen. Die chemische Analyse dieser Probe zeigt dazu korrelierend einen erhöhten Sulfat-Gehalt von 1.510 mg/l, der den GFS von 240 überschreitet. Hierbei handelt es sich jedoch um einen Einzelfall, in keiner weiteren Probe konnten signifikant erhöhte Sulfatgehalte nachgewiesen werden.

Vergleichbar mit dem ersten Aquifer wurden auch im zweiten Grundwasserstockwerk z. T. erhöhte Bor-Konzentrationen nachgewiesen. So wird in HY 13, 16, 17, 18 und 21 mit 13,3 bzw.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

14,1 µg/l der GFS von 0,74 µg/l überschritten. In HY 20 wurde die höchste Borkonzentration mit 91,2 µg/l bestimmt. Das gleichzeitig erhöhte Vorkommen von Bor und Schwefel im Grundwasser lässt auf einen entsprechenden Eintrag schließen (Dünger?), Bor-Schwefel-Verbindungen sind generell in hohem Maße wasserlöslich.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen gem. TVO lässt sich, abgesehen von vermehrt beobachteten erhöhten Borkonzentrationen, kein eindeutiger Trend bzgl. einer flächenhaften Verteilung erkennen.

Die chemischen Analysen zeigen, dass bzgl. der STV lediglich in zwei Brunnen Spuren von STV nachgewiesen werden konnten. In HY 21 PU wurde TNT mit 0,146 µg/l unterhalb des GFS von 0,2 µg/l festgestellt, sowie als einiger weiterer STV-Parameter 0,147 µg/l 2A-4,6-DNT. In HY 12 wurde mit 1,96 µg/l 2A-4,6-DNT knapp unterhalb des GFS von 0,2 µg/l quantifiziert. In keiner weiteren Probe des zweiten Aquifers konnten STV nachgewiesen werden, alle Konzentrationen blieben unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Bei den STV, die in diesen zwei Proben in Spuren nachgewiesen wurden, handelt es sich neben dem Ausgangsprodukt TNT bei ADNT ebenfalls um ein typisches Transformationsprodukt. Diese Ergebnisse zeigen den Erwartungen entsprechend, dass Abbau- bzw. Transformationsprozesse im Grundwasser ablaufen.

Während ein Nachweis in HY 21 noch über die Lage im Abstrom des Werksgeländes in direkter Nähe plausibel ist, ist der entsprechende Nachweis in HY 12 zunächst nicht mit der Lage der GWM zu erklären. HY 21 befindet sich an der südlichen Werksgrenze. Bei einer grundsätzlichen Grundwasserfließrichtung in östliche bzw. ostnordöstliche Richtung befindet sich die Messstelle HY 12 im vermeintlichen Anstrom des Werksgeländes. Eine Verlagerung von STV mit dem Grundwasser ist auch bei zu erwartenden kleinräumigen Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse nicht nach Westen gegen die allgemeine Fließrichtung zu erwarten.

HY 21 befindet sich in der Nähe zum Brandplatz. Trotz der räumlichen Nähe ist nicht davon auszugehen, dass der Brandplatz als Quelle für den Nachweis von TNT im zweiten Grundwasserstockwerk in HY 21 in Frage kommt. Zwar muss mit einer Verlagerung von STV aus dem oberflächennahen Brandhorizont, in dem auch sehr hohe TNT-Gehalte nachgewiesen wurden, in größere Tiefen ausgegangen werden, jedoch ist nicht zu erwarten, dass dieser Effekt bis in den zweiten Aquifer ausgeprägt ist. Sollte auch in heutiger Zeit ein vermehrter Austrag bestehen, würde dieser zunächst im ersten Aquifer zu beobachten sein. Die entsprechende Probe HY21 PO ist jedoch bzgl. STV gänzlich unauffällig.

Weiterführend müsste ein entsprechender Effekt, also eine etwaige Ausbreitung von STV im zweiten Grundwasserstockwerk, ebenfalls in der nahegelegenen GWM HY15 zu beobachten sein. Auch in dieser GWM konnten jedoch keine STV oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Eine Verschleppung von belastetem Material bzw. Wasser bei der Probenahme ist ebenfalls nicht anzunehmen. Im Fall der HY 12 wurde die GWM HY 13 PU direkt vorangehend beprobt. Da diese Probe ebenfalls keinerlei Auffälligkeiten bzgl. STV zeigt, kann keine Querkontamination stattgefunden haben.

Auf Basis der vorliegenden Datengrundlage kann die Herkunft der festgestellten Spuren von STV in HY 12 im Anstrom des Werksgebietes nicht eindeutig geklärt werden. Die festgestellte Konzentration ist jedoch als unauffällig zu bewerten, eine ökotoxikologische Wirkung des Grundwassers kann nicht abgeleitet werden.

Da auch alle weiteren untersuchten GWM hinsichtlich der STV ebenfalls unauffällig waren und keine STV oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten, ist eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden - Grundwasser des zweiten Aquifers für den weiteren Abstrom des Werksgebietes nicht abzuleiten. Eine Gefährdung über eine Nutzung zur z. B. Bewässerung kann bzgl. der STV auf Basis der vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Es liegen jedoch flächenhaft erhöhte Bor-Gehalte im Grundwasser vor, die den entsprechenden GFS überschreiten. Eine ökotoxische Wirkung bzgl. Bor kann nicht ausgeschlossen werden. Eine Eignung des Grundwassers ist im nutzungsabhängigen Einzelfall zu prüfen.

Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Tabelle 15: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des zweiten Grundwasserstockwerkes

Probennr.(Labor)	Einheit	17-03445-02	17-03445-08	17-03445-07	17-01734-02	17-03041-03	17-03041-01	17-03041-05	17-03445-05	17-02835-03	Bewertungsmaßstäbe gem. LAWA		
		HY 10 PU	HY 12 PU	HY 13 PU	HY 15 PU	HY 16 PU	HY 17 PU	HY 18 PU	HY 20 PU	HY 21 BU	GFS	Prüfwert	Maßnahmen- schwellenwert
Entnahmedatum		24.01.2017	23.01.2017	23.01.2017	11.01.2017	20.01.2017	20.01.2017	20.01.2017	23.01.2017	19.01.2017			
Entnahmetiefe	m	120	120	120	120	120	120	120	108	120			
Vor-Ort-Parameter													
Farbe	-	klar											
Trübung	-	ohne											
Bodensatz	-	nein											
Geruch	-	ohne	schwach modrig										
Temperatur	°C	10,9	9,9	10,3	10	10,6	10,7	10,6	14,4	10			
pH-Wert	-	10,74	8,43	8,25	7,8	7,71	7,87	7,83	7,48	7,87			
elt. Leitfähigkeit	µS/cm	163	137	133	214	163	148	123	1946	158			
Sauerstoff	mg/l	2,56	1,75	1,36	0,1	1,91	1,68	2,03	1,72	1,02			
Redox-Potential	mV	-17	-24	-23	-198,3	-41	-45	-42	-25	-52			
Redox-Potential E _H	mV	200	193	194	19	176	171	175	189	165			
Analyse der Originalprobe													
Chlorid	mg/l	6	5,5	4,9	u.d.B.	5,5	5,4	4,6	87,7	5,2	250		
Nitrat (N)	mg/l	u.d.B.											
Nitrit	mg/l	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	0,218	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.	u.d.B.			
ortho-Phosphat (P)	mg/l	0,015	0,128	0,045	10,1	0,069	0,119	0,113	0,038	0,133			
Sulfat	mg/l	5,2	5,6	6,7	u.d.B.	9,5	6,8	5	1510	6,1	240		
Ammonium (N)	mg/l	0,041	0,045	0,031	0,03	0,052	0,062	0,035	0,065	0,061			
Bor	µg/l	u.d.B.	u.d.B.	13,6	u.d.B.	14,8	14,1	13,3	91,2	14,4	0,74		
Calcium	mg/l	45,2	31,6	27,8	34,9	36,8	33,6	28,1	668	37,3			
Eisen	µg/l	14,2	144	63,5	451	513	383	318	265	538			
Kalium	mg/l	1,87	0,841	0,792	0,677	1,08	1,14	0,811	5,15	1,02			
Magnesium	mg/l	0,523	1,83	3,6	2,55	3,03	2,34	1,91	11,6	2,64			
Mangan	µg/l	u.d.B.	50,1	45,3	67,3	77,9	95,8	67,5	84,1	182			
Natrium	mg/l	5,87	6,9	5,47	4,03	5,76	5,59	4,7	56	5,21			
Kohlenstoff org. gelöst (DOC)	mg/l	1,7	1,6	1,1	2,5	1,4	1,8	1,5	2,7	1,5			
Oxidierbarkeit (TVO)	mg O ₂ /l	0,74	1,3	0,66	2,7	1,3	1,4	1,4	1,6	1,1			
Basekapazität pH 8,2	mmol/l	u.d.B.	0,22	u.d.B.									
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	0,62	1,8	1,7	1,7	2	1,8	1,5	2,4	2			
Summe Kationen	mmol/l	2,84	2,06	1,95	2,16	2,39	2,16	1,8	36,87	2,36			
Summe Anionen	mmol/l	2,77	2,03	1,93	2,03	2,31	2,05	1,69	36,25	2,23			
Ionenbilanz	%	2,5	1,5	1	6,2	3,4	5,2	6,3	1,7	5,7			
BTEX-Aromaten													
Σ BTEX	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20		
Benzol	µg/l	u.d.B.	1										
Toluol	µg/l	u.d.B.											
Ethylbenzol	µg/l	u.d.B.	20										
o-Xylol	µg/l	u.d.B.	20										
m- und p-Xylol	µg/l	u.d.B.	20										
LHKW													
Dichlormethan	µg/l	u.d.B.	20	2 - 10	20 - 50								
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	u.d.B.		1 - 3	5 - 15								
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	u.d.B.											
Trichlormethan	µg/l	u.d.B.											
1,2-Dichlorethen	µg/l	u.d.B.											
1,1,1-Trichlorethen	µg/l	u.d.B.											
Tetrachlormethan	µg/l	u.d.B.	2										
Trichlorethen	µg/l	u.d.B.											
Tetrachlorethen	µg/l	u.d.B.											
Vinylchlorid/Chlorethen	µg/l	u.d.B.	10										
Σ LHKW _{ges.}	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10		
Σ LHKW _{kar.} ¹⁾	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5		
BrKW-Aromaten													
Dichlorbrommethan	µg/l	u.d.B.											
Tribrommethan	µg/l	u.d.B.											
Dibromchlormethan	µg/l	u.d.B.											
sprenstofftypische Verbindungen													
Nitrobenzol	µg/l	u.d.B.	0,7										
2-Nitrotoluol	µg/l	u.d.B.	1										
3-Nitrotoluol	µg/l	u.d.B.	10										
4-Nitrotoluol	µg/l	u.d.B.	3										
1,2-Dinitrobenzol	µg/l	u.d.B.											
1,3-Dinitrobenzol	µg/l	u.d.B.	0,3										
1,4-Dinitrobenzol	µg/l	u.d.B.											
1,3,5-Trinitrobenzol	µg/l	u.d.B.	100										
2,3-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.											
2,4-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.	0,05										
2,6-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.	0,05										
3,4-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.											
2,4,6-Trinitrotoluol	µg/l	u.d.B.	0,146	0,2									
2Amino-4,6-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.	0,196	u.d.B.	0,147	0,2							
4Amino-2,6-Dinitrotoluol	µg/l	u.d.B.	0,2										
2-Amino-6-Nitrotoluol	µg/l	u.d.B.											
2-Amino-4-Nitrotoluol	µg/l	u.d.B.											
m-Toluidin	µg/l	u.d.B.											
o- und p-Toluidin	µg/l	u.d.B.											

1) LHKW, karzinogen: Summe der erwiesenermaßen karzinogenen LHKW Tetrachlormethan, Chlorethen (Vinylchlorid) und 1,2-Dichlorethen
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze

7. Maßnahmenempfehlung / Zusammenfassung

Im Bereich der militärischen Altlast Dragahn wurden im November 2016 Bodenuntersuchungen im Bereich des Werksgebietes sowie im Januar 2017 Grundwasseruntersuchungen der beiden Grundwasserstockwerke an Brunnen auf dem Werksgebiet sowie im Umfeld durchgeführt.

Die Bodenuntersuchungen zur vertikalen sowie horizontalen Erkundung etwaiger Schadensbereiche wurden auf Grundlage von im Rahmen von Voruntersuchungen festgestellten Bodenbelastungen mit STV an insgesamt sechs Teilbereichen der ehemaligen Produktion durchgeführt. Zu den untersuchten Bereichen gehörten Teile der Ammonsalpeter- und TNT-Betriebe, der Abwasseranlage sowie ein Brandplatz.

Neben einem ubiquitären Nachweis von geringsten Spuren von TNT bzw. STV in den oberflächennahen Bodenhorizonten der untersuchten Teilbereiche wurden lokal z. T. erhöhte Gehalte von TNT bzw. STV nachgewiesen. Diese sind auf die Vornutzung des Grundstücks zurückzuführen und nutzungsspezifisch lokal in verschiedenen Tiefen im Untergrund in einzelnen Horizonten verteilt. Es besteht der Hinweis auf eine Verlagerungstendenz von STV in den tieferen Untergrund für Teilbereiche wie den Brandplatz, das untersuchte Prüfbecken, die Absetzbecken und das Sammelbecken.

Die Grundwasseruntersuchungen des oberen sowie des unteren Grundwasserstockwerkes im Umfeld des ehemaligen Werksgebietes zeigen bezüglich der untersuchten STV nur in einzelnen Brunnen geringe Gehalte an STV, der GFS wird jedoch in keiner der Brunnen überschritten.

Die Brunnen im Bereich des Werksgebietes weisen hingegen erhöhte TNT-Gehalte auf. Dies ist vermutlich auf das Verpressen von Produktionswässern bzw. einer Mobilisierung der im Ringraum bestehenden Rückstände zurückzuführen.

Weiterhin wurden sowohl in einigen Brunnen des ersten als auch des zweiten Grundwasserstockwerkes Bor-Konzentrationen nachgewiesen, die z. T. den GFS überschreiten.

Für die Gefährdungsabschätzung über den Pfad Boden – Grundwasser muss berücksichtigt werden, dass im Bereich des Werksgebietes ein generell großer Flurabstand von > 30 m besteht. Weiterführend bestehen im Untergrund möglicherweise Bodenhorizonte und bindige Einschaltungen in die durchlässigen Sande, die ein höheres Retentionspotential für Schadstoffe aufweisen können.

Trotz dieser Standortgegebenheiten ist bei den deutlich erkennbaren Verlagerungstendenzen der STV in den tieferen Untergrund nicht auszuschließen, dass diese das Grundwasser erreichen können. Ebenfalls entsteht hierdurch ein gewisses Langzeitpotential. Eine Gefährdung des Grundwassers kann nicht ausgeschlossen werden, die Größenordnung der Gefährdung ist jedoch auf der bisherigen Datenlage nicht genauer einzuschätzen.

Zusammenfassung

Auf Basis der im Zuge der aktuellen Untersuchungsmaßnahme ermittelten Daten werden folgende Maßnahmenempfehlungen formuliert:

Wirkungspfad Boden – Mensch

- Das flächenhaft festgestellte Auftreten von STV im Oberboden ist so gering, dass aus den Gehalten im Spurenbereich keine generelle Gefährdung der menschlichen Gesundheit für sich an der Oberfläche aufhaltende Menschen abgeleitet werden kann. Sofern kein Bodeneingriff besteht, sind keine Maßnahmen zur Gefahrenabwehr abzuleiten. Zudem ist das Grundstück eingezäunt und nicht allgemein zugänglich.
- In Teilbereichen wurden in tieferen Bodenschichten hingegen z. T. deutlich erhöhte STV-Gehalte nachgewiesen. Auch wenn aufgrund der physiko-chemischen Eigenschaften der STV davon auszugehen ist, dass der humushaltige Boden ein starkes Remedationspotential besitzt und große Teile der STV in den Bodenstrukturen festgelegt werden, ist eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit bei Bodenkontakt nicht mit Sicherheit auszuschließen.
- Für eine Minimierung des Risikos **sind Bodenarbeiten in höher belasteten Bereichen** auf ein Mindestmaß zu reduzieren bzw. **möglichst zu vermeiden**, bzw. Bodenkontakt durch geeignete **Schutzkleidung** (Stiefel, Handschuhe etc.) zu unterbinden.

Wirkungspfad Boden – Grundwasser

- Es wird empfohlen, die Grundwasserqualität im Umfeld des ehemaligen Werksgeländes bezüglich STV und Bor in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, um etwaige Änderungen der Grundwasserqualität frühzeitig erkennen zu können. Unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten und bisher unauffälligen Grundwasseruntersuchungen kann eine Untersuchung im zweijährlichen Turnus über einen mittelfristigen Zeitraum angedacht werden. Die Brunnen im Bereich des Werksgeländes können hierbei ausgeklammert werden, um eine Mobilisierung von STV durch die Probenahme zu vermeiden.

Sollte (z. B. im Rahmen dieser Untersuchungen) eine Verschlechterung der Grundwasserqualität deutlich werden, wird empfohlen, die Verhältnismäßigkeit weiterer Erkundungsmaßnahmen (z. B. Errichtung weiter Brunnen zur Eingrenzung einer etwaigen Schadstofffahne etc.) zu prüfen.

- Grundwasser aus dem **Bereich des Werksgeländes** ist hinsichtlich der STV nicht z. B. zur Nutzung / Beregnung etc. geeignet. Bei Förderung des Grundwassers ist nicht auszuschließen, dass erhöhte STV-Konzentrationen im Wasser bestehen. Die Förderung sollte somit grundsätzlich vermieden werden, auch um eine Verlagerung von STV aus dem tieferen Untergrund mit dem Wasser möglichst zu unterbinden.

Zusammenfassung

- Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden - Grundwasser des ersten sowie des zweiten Aquifers für den **weiteren Abstrom** des Werksgeländes im Sinne einer Nutzung zur z. B. Bewässerung kann bzgl. der STV auf Basis der vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.
- Es wird empfohlen, den **Analysenumfang der Förderbrunnen** des Wasserwerkes um die Parameter der STV zu erweitern.
- Es liegen **flächenhaft erhöhte Bor-Gehalte** im Grundwasser vor, die den entsprechenden GFS überschreiten. Eine ökotoxische Wirkung bzgl. Bor kann nicht ausgeschlossen werden. Eine qualitative Eignung des Grundwassers ist im nutzungsabhängigen Einzelfall zu prüfen.

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den durchgeführten Untersuchungen um punktuelle Untersuchungen handelt, so dass Abweichungen zu den dargestellten Ergebnissen möglich sind.

Hannover, den 26.04.2017

Birgit Jester
Dipl. Geow.