

K+S Entsorgung GmbH

**Abdeckung der
Rückstandshalde Niedersachsen in Wathlingen**

Antrag auf Planfeststellung

Hydrogeologisches Gutachten

Hydro-/Environmental Geology
K+S Aktiengesellschaft
34131 Kassel

Kassel, den 28.06.2017



Wachstum erleben.

Inhaltsverzeichnis:

Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Anlagenverzeichnis	VII
0 Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung.....	5
1.1 Veranlassung.....	5
1.2 Aufgabenstellung	6
2 Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	7
3 Datengrundlagen.....	11
3.1 Bisherige Untersuchungen / Veröffentlichungen	11
3.2 Grundwassermonitoring bis 2015.....	11
3.3 2016 im Haldenumfeld durchgeführte Arbeiten und Untersuchungen	12
3.3.1 Bohr-/Ausbauarbeiten GWM Mai 2016, Juli 2016.....	12
3.3.2 Vermessungsarbeiten 05/2016, 07/2016	14
3.3.3 Grundwasserprobenahme Mai 2016	14
3.3.4 Grundwasserprobenahme November/Dezember 2016.....	14
3.3.5 Laboranalytik 06/2016	15
3.3.6 Laboranalytik 12/2016	15
4 Geologie.....	16
4.1 Regionaler Überblick.....	16
4.2 Lokale Schichtenfolge.....	16
4.2.1 Deckgebirge	17
4.2.2 Nebengebirge.....	18
4.2.3 Hutgestein / Subrosion	19

5	Hydrogeologie	21
5.1	Hydrogeologischer Aufbau	21
5.2	Hydrologische und geohydraulische Eckdaten	24
5.2.1	Niederschlag / Oberirdische Abflüsse	24
5.2.2	Grundwasserneubildung	25
5.2.3	Durchlässigkeit	26
5.2.4	Hydraulisches Gefälle / Abstandsgeschwindigkeiten	26
5.2.5	Grundwasserstände / Grundwasserflurabstände	27
5.3	Grundwasserbewegung / Fließrichtungen	29
5.4	Grundwassergeschütztheit / Zugehörigkeit Grundwasserkörper	30
5.5	Grundwasserbeschaffenheit	33
5.5.1	Geogener Hintergrund / Natürliche Beschaffenheit	33
5.5.2	Abstrombereich der Halde	40
5.5.3	Süß-/Salzwassergrenze	44
5.5.4	Ergebnisse der Beprobung 05/2016	49
5.5.5	Ergebnisse der Beprobung 11-12/2016 / Gesamteinschätzung der Beprobungsergebnisse	50
5.5.6	Haldenwasser	55
5.6	Grundwassernutzungen	56
5.6.1	Bestehende Nutzungen	56
5.6.2	Geplanter Brunnen RC-Platz	59
6	Oberflächengewässer	61
7	Schutzgebiete	63
8	Auswirkungen der Haldenabdeckung	65
8.1	Oberflächengewässer	65
8.2	Trinkwasserschutzgebiete	65
8.3	Naturschutzfachlich relevante Schutzgebiete / Landökosysteme	65
8.4	Mengenmäßiger Zustand / Grundwasserflurabstand	66
8.5	Haldenabdeckmaterial – Grundwasserbeschaffenheit	68
8.6	Auflastbedingte Setzungen	71
9	Konzeption des künftigen Grundwassermonitorings	72
10	Literaturverzeichnis / Quellenangaben	76

Tabellenverzeichnis:

Tab. 4.2.1-1:	Übersicht über die Gliederung des Nebengebirges.....	18
Tab. 5.2.1-1:	Mittlerer Jahresniederschlag im Umfeld des UG	24
Tab. 5.2.1-2:	Vorfluter innerhalb des UG (aktuelle amtliche Angaben; Literaturangaben)	24
Tab. 5.2.5-1:	Grundwasserstände im Haldenumfeld.....	27
Tab. 5.2.5-2:	Wiederkehrintervalle und zugehörige Grundwasserstände an der GWM 1/97 (m NN)...	27
Tab. 5.5.1-1:	Hintergrundwerte im Grundwasser der Hydrogeochemischen Einheit 01R13b (Geoviewer BGR, Daten der SGD, Stand: Oktober 2014)	34
Tab. 5.5.1-2:	natürliche Grundwasserbeschaffenheit im Salzwasserbereich	37
Tab. 5.5.1-3:	Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im UG/Haldenanstrom (Entnahmetiefe 6 m bzw. 10 m).....	39
Tab. 5.5.2-1:	Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im Salzwasserbereich (25 m Tiefe) im Halden- abstrom und –anstrom	40
Tab. 5.5.2-2:	Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im Süßwasserbereich (5,5 bzw. 10 m Tiefe) im Haldenabstrom.....	42
Tab. 5.5.3-1:	Süß-/Salzwassergrenze im Umfeld der Halde Niedersachsen (alles ca.-Angaben)	44
Tab. 5.5.4-1:	Grundwasserbeschaffenheit 05/2016 im Haldenumfeld: Parameter mit Auffälligkeiten ...	52
Tab. 5.5.5-1:	Haldenwasserbeschaffenheit 12/2015.....	55
Tab. 6-1:	Kenndaten der Fließgewässer des Untersuchungsgebietes (überwiegend übernommen aus [U44]/[U51], einzelne Ergänzungen/Aktualisierungen).....	62
Tab. 9-1:	Vorläufige Konzeption zum künftigen Grundwassergütemonitoring.....	73

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 2-1:	Lage des Salzstockes und weiteres Untersuchungsgebiet (rot umrandet, im Norden etwas abgeschnitten dargestellt; Darstellung des Salzstockes aus [U44]).....	7
Abb. 2-2:	Lage des weiteren Untersuchungsgebietes (Maßstab ca. 1:250.000).....	8
Abb. 2-3:	Lage des engeren Untersuchungsgebietes (schwarz umrandet; Maßstab ca. 1:30.000)	9
Abb. 5.1-1:	Schematisches hydrogeologisch-stratigraphisches Profil Nord(nord)ost-Südwest (aus [U44]; Blickrichtung in grober Näherung entgegen der Grundwasserfließrichtung; Maßstab ca. 1:75.000 / 1:5.500)	22
Abb. 5.2.2-1:	Grundwasserneubildung mGROWA im weiteren Untersuchungsgebiet (blau umrandet; Maßstab ca. 1:80.000; Datenquelle: NIBIS-Kartenserver des LBEG).....	25
Abb. 5.4-1:	Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung im weiteren Untersuchungsgebiet (blau umrandet; Maßstab ca. 1:75.000; Datenquelle: NIBIS-Kartenserver des LBEG).....	31
Abb. 5.5.1-1:	im Gutachten betrachtete Grundwassermessstellen im engeren und weiteren Untersuchungsgebiet (Maßstab ca. 1:50.000)	36
Abb. 5.5.1-2:	Schöller-Diagramm zu den in Tabelle 5.5.1-2 gegenübergestellten Proben/Messstellen ...	38
Abb. 5.5.2-1:	Schöller-Diagramm zu den in Tabelle 5.5.2-1 gegenübergestellten Proben/Messstellen ...	41
Abb. 5.5.3-1:	Chloridgehalte 12/2015 und 12/2016 (Maßstab ca. 1:5.000; Ergebnisse von Proben aus Tiefen >25 m wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mit dargestellt)	46
Abb. 5.5.3-2:	Beispielfoto TEM-Befliegung, helikoptergestützt (Quelle: http://skytem.com/photos/)	47
Abb. 5.5.6-1:	Schöller-Diagramm zu den Ergebnissen der Haldenwasserbeprobungen 2007-2016.....	56
Abb. 9-1:	Monitoringkonzept Grundwasserbeschaffenheitsüberwachung (Maßstab ca. 1:5.000)	74

Verwendete Abkürzungen

BBodSchG.....	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung 07/1999
BGR.....	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole
CPT	Cone Penetration Test (Drucksondierung)
DGM.....	Digitales Geländemodell bzw. Geländehöhenmodell
DN	Nenn- bzw. Innendurchmesser
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD.....	Deutscher Wetterdienst
EG	Einzugsgebiet
ET.....	Endteufe (von Bohrungen, Brunnen und GWM)
EU-WRRL.....	Europäische Wasserrahmenrichtlinie: Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
FFH	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie: Naturschutz-Richtlinie der EU (1992 beschlossen)
FiOK, FiUK	Filteroberkante, Filterunterkante
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA 2004
GK	Gauß-Krüger-Koordinaten
GOK	Geländeoberkante
GrwV	Grundwasserverordnung 11/2010
GW, GW-.....	Grundwasser, Grundwasser-
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWN.....	Grundwasserneubildung
GWSP	Grundwasserspiegel
HK 50	Hydrogeologische Karte, Maßstab: 1:50.000
HW, HW-	Hochwasser, Hochwasser- (in Ausnahmen auch: Hochwert der Lagekoordinaten)
kr-Wert	Durchlässigkeitsbeiwert des Grundwasserleiters
LAGA.....	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LCKW	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LK	Landkreis
LRA	Landratsamt
LSG	Landschaftsschutzgebiet
m NHN.....	Höhe in Metern über Bezugsniveau Normalhöhennull [DHHN 92 (Deutsches Haupthöhennetz 1992); amtliches Höhensystem]
m NN	Höhe in Metern über Bezugsniveau Normalnull
MHW, MHQ	(langjähriger) mittlerer Hochwasserstand / -abfluss
MNW, MNQ	(langjähriger) mittlerer Niedrigwasserstand / -abfluss
MP	Messpunkt
MST.....	Messstelle(n)
MW, MQ	Mittelwasserstand, Mittelwasserabfluss
NE/NO, NNE/NNO...	Nordost(en), Nordnordost(en)
NIBIS	NIBIS® KARTENSERVEN : öffentliches Portal für die Geodaten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS®.
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NNW, NNQ	niedrigster bekannter Wasserstands-/Durchflussmesswert
NSG.....	Naturschutzgebiet
NW	Niedrigwasser

OK	Oberkante
OL, OT	Ortslage; Ortsteil
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PE, PVC	Polyethylen, Polyvinylchlorid (Ausbaumaterialien für Grundwassermessstellen)
ROK	Rohroberkante (Wasserstandsmesspunkt) der GWM (bei geöffneter SEBA-Kappe)
RW	Rechtswert der Lagekoordinaten
SE/SO, SSE/SSO	Südost(en), Südsüdost(en)
SEBA	Hersteller von wasserwirtschaftlicher Messtechnik und GWM-Ausbauzubehör
SGD	Staatliche Geologische Dienste
SKB	Schlauchkernbohrung B 22 (= GWM SKB 22/89)
SkyTEM	Anbieter von TEM-Messungen, Hauptsitz in Aarhus (DK)
SM	Schwermetalle
SPA	Special Protected Areas: Schutzgebietskategorie der EU; meint hier speziell: Europäische Vogelschutzgebiete nach der Richtlinie 79/409/EWG
St	Stahl
SW	Südwesten; im Ausnahmefall: Schwellenwert nach GrwV
TEM	Transiente Elektromagnetische Messungen aus der Luft (hubschraubergestützt)
TK	Topografische Karte
TrinkwV	TrinkwV 2001: derzeit gültige Trinkwasserverordnung, in der letzten Neubekanntmachung vom 10. März 2016
TS	Trockensubstanz
TW, TW-	Trinkwasser, Trinkwasser-
TWSG, TWSZ	Trinkwasserschutzgebiet, Trinkwasserschutzzone
UG	Untersuchungsgebiet
UK	Unterkante, z.B. des Hangendstauers oder des Grundwasserleiters
UWMP	Unterwassermotorpumpe(n)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz (des Bundes)
WSG	Wasserschutzgebiete
WSP	Wasserspiegel, Wasserstand
WW	Wasserwerk
ZV	Zweckverband

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1	Übersichtslageplan mit Untersuchungsgebiet
Anlage 1.2	Lage relevanter Bohrungen und Grundwassermessstellen (GWM)
Anlage 2.1	Hydrogeologischer Profilschnitt (LBEG)
Anlage 2.2	SkyTEM-Befliegung: Horizontalschnitt der TEM-Daten 30 bis 40 m NN (ca. 1 bis 11 m unter der mittleren Grundwasseroberfläche)
Anlage 2.3	SkyTEM-Befliegung: Horizontalschnitt der TEM-Daten 20 bis 30 m NN (ca. 11 bis 21 m unter der mittleren Grundwasseroberfläche)
Anlage 3.1	Grundwasserisohypsenplan 23.08.2016 zum Haldenumfeld
Anlage 3.2	Grundwasserflurabstand 23.08.2016 im Haldenumfeld
Anlage 4.1	Grundwasserisohypsenplan (weiteres Untersuchungsgebiet; LBEG)
Anlage 4.2	Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet
Anlage 4.3	Grundwassergeschütztheit im Untersuchungsgebiet
Anlage 5.1	Grundwassernutzungen im Untersuchungsgebiet
Anlage 5.2	Trinkwasserschutzgebiete im Umfeld des Untersuchungsgebietes
Anlage 5.3	Lage naturschutzfachlich relevanter Schutzgebiete im Umfeld des Untersuchungsgebietes
Anlage 6	Bohrprofile/Ausbauzeichnungen der Bohrungen B5/B6 und der GWM 10/16 bis GWM 13/16 (aus [U56])
Anlage 7.1	CPT-Profile der Bohrungen GWM 6/16 bis GWM 9/16
Anlage 7.2	Bohrprofile/Ausbauzeichnungen der GWM 6/16 bis GWM 9/16
Anlage 8.1	Probenahmeprotokolle 05/2016
Anlage 8.2	Probenahmeprotokolle 11-12/2016
Anlage 9.1	Laborprüfberichte 06/2016 (161032, 161092)
Anlage 9.2	Laborprüfberichte 12/2016 (163094-1, 163095-1, 163096-1)
Anlage 9.3	Ergebnisse der Laboranalytik 06/2016 und 12/2016
Anlage 10	Gesamtübersicht Grundwassermessstellen (Grund-/Stamm- und Ausbaudaten)
Anlage 11.1	Ergebnisse der Stichtagsmessung Grundwasserstand vom 23.08.016 und der statis- tischen Auswertungen zum Grundwasserflurabstand im Haldenumfeld
Anlage 11.2	Grundwasserstandsganglinien GWM 1, GWM 3 und GWM 4
Anlage 12	Leitfähigkeits-Tiefenprofile GWM 1, GWM 3, GWM 4 und GWM SKB 22
Anlage 13	K+S Aktiengesellschaft, Hydro-/Environmental Geology (04/2016): Inaktive Werke, Standort Niedersachsen-Riedel: Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde in Wathlingen im Jahr 2015 (entspricht [U1])
Anlage 14	Geplanter Brunnen am RC-Platz
Anlage 15	Altablagerung Wathlingen/Kaliwerk, Anlagen-Nr.: 351 404 402 (1992 / 1995)

0 Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Allgemeines

Die *K+S Entsorgung GmbH* plant die Abdeckung und Begrünung der Kalialthalde Niedersachsen bei Wathlingen. Im Rahmen des hierfür erforderlichen Antrages auf Planfeststellung sind auch die hydrogeologischen Standortgegebenheiten zu beschreiben. Mögliche Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf die Grundwasserverhältnisse am Standort und in dessen Umfeld/Abstrom sind zu erläutern und zu bewerten.

Im Gutachten werden zunächst ein weiteres Untersuchungsgebiet (UG) mit einer Grundfläche von etwa 58 km² und ein engeres Untersuchungsgebiet mit einer Größe von etwa 7 km² definiert.

Geologische Gegebenheiten

Regionalgeologisch ist der Salzstock der Niedersächsischen Scholle zuzuordnen. Die quartären Deckschichten weisen im UG i.d.R. eine Mächtigkeit von etwa 30 m auf, die jedoch über dem zentralen Bereich des Salzstockes auf bis zu etwa 90 - 95 m Mächtigkeit ansteigt. Über dem zentralen Bereich des Salzstockes fehlen tertiäre Deckschichten i.d.R., so dass hier die quartären Sande direkt auf dem Hutgestein des Salzstockes aufliegen. Lokal sind saalekaltzeitliche Geschiebemergelpakete vorhanden, die durchaus größere Mächtigkeiten erreichen können und dann zu einer Ausbildung von getrennten Grundwasserstockwerken führen können.

Über dem Salzstock und westlich davon fehlen Nachweise für den Geschiebemergel, so dass hier mit hoher Wahrscheinlichkeit großflächig ein durchgehender Grundwasserleiter (GWL) existiert. Die Mächtigkeit des verkarsteten Hutgesteins ist im zentralen Bereich des Salzstockes geringer als an seinen Flanken. Das Hutgestein besteht im Wesentlichen aus Anhydrit, Gips und Residualtonen.

Hydrogeologische Gegebenheiten / Grundwasserverhältnisse

Der quartäre GWL im Salzstockumfeld ist als ergiebig einzustufen, die Durchlässigkeit der Sedimente liegt in einer Größenordnung von $5 - 7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Kleinräumig auftretende tonig-schluffige Linsen haben keine nennenswerten Einflüsse auf das Grundwasserströmungsgeschehen. Prägend für das Untersuchungsgebiet ist das Vorhandensein einer Süß-/Salzwassergrenze. Charakteristischerweise ist sie in einer Tiefe von etwa 15 m u. GOK anzutreffen, so z.B. im Umfeld der Schachtanlage Riedel, aber auch westlich und nördlich der etwa 4 km in nordnordöstlicher entfernt liegenden Halde Niedersachsen.

Aktuelle Messungen im Rahmen der Errichtung neuer Grundwassermessstellen im Juli 2016 sowie die Auswertung der SkyTEM-Befliegungen zeigen aber auch, dass die Süß-/Salzwassergrenze in Teilbereichen auch in einer Tiefe zwischen 30 und 50 m u. GOK liegen kann.

Das im UG anzutreffende Salzwasser, das sich aufgrund seiner deutlich größeren Dichte offenkundig auch über längere Zeiträume nur wenig mit dem darüber liegenden Süßwasser mischt, ist im Wesentlichen geogenen Ursprungs. Es entstammt der Kontaktzone zwischen GWL und Salzstock, also dem Hutgestein und resultiert letztlich aus in dieser Kontaktzone permanent in gewissem Umfang weiter ablaufenden Subrosions- und Lösungsvorgängen an der Salzstockoberfläche. Die Verlagerung der gelösten Salzfrachten über das Hutgestein in den GWL erfolgt wahrscheinlich vorwiegend dispersiv.

Letztlich gleichen sich im UG diese Vorgänge und die ebenfalls permanent ablaufende Grundwasserneubildung (von Süßwasser) bilanziell offenkundig weitestgehend aus. An allen vorhandenen Überwachungspunkten sind in den vergangenen ca. 10 – 25 Jahren keine relevanten Änderungen der Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze erkennbar, weder ein Ansteigen noch ein Absinken.

Die generelle Grundwasserfließrichtung im UG ist etwa von SSO nach NNW gerichtet, im unmittelbaren Haldenumfeld noch etwas stärker von SO nach NW.

Das in den tieferen Bereichen des GWL geogen vorhandene Salzwasser nimmt dichtebedingt wahrscheinlich nur wenig am Grundwasserströmungsgeschehen teil. Das geländenäher anstehende höher mineralisierte Wasser, z.B. im unmittelbaren Umfeld und Abstrombereich der Halde ist dagegen offenkundig sehr wohl am Grundwasserströmungsgeschehen beteiligt.

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit) im oberen Bereich des Grundwasserleiters wird mit etwa 90-100 m/a abgeschätzt.

Im April/Mai sowie im Juli 2016 wurden im Haldenumfeld insgesamt 15 neue Grundwassermessstellen zur Grundwasserstands- und -beschaffenheitsüberwachung errichtet. Ihre Bohrergebnisse (Geologie/Hydrogeologie), Einmessungsergebnisse und Wasserstandsdaten sind in das hier vorliegende Gutachten bereits mit eingeflossen. Die Erstbeprobung fand Ende November/Anfang Dezember 2016 statt und wird im vorliegenden Bericht mit dokumentiert und ausgewertet.

Im Ergebnis der statistischen Auswertungen zum Grundwasserstand ist festzustellen, dass in einigen Arealen westlich, nördlich und nordöstlich der Halde Grundwasserflurabstände von $\leq 1,0$ m auftreten.

Unter zusätzlicher Beachtung von zu erwartenden Setzungserscheinungen (bedingt durch die Auflast der Haldenabdeckmaterialien) können sich die Grundwasserflurabstände längerfristig noch moderat ändern.

Allgemeine Charakterisierung der Grundwasserbeschaffenheit / Vorbelastungen

In die Auswertungen zur Grundwasserbeschaffenheit einbezogen wurden insbesondere auch die Ergebnisse der letzten turnusmäßigen Schöpfprobenahme im Dezember 2015 ([U1]). Die 12/2015 vorgefundene Grundwasserbeschaffenheit ist vergleichbar mit den Ergebnissen der langjährigen Monitoringreihen 1997-2014 im Haldenumfeld, bestätigte sich auch 2016 wieder und kann insofern als repräsentativer Zustand eingeschätzt werden.

Die in den drei Grundwassermessstellen GWM 1/97, 3/97 und 4/97 in 10 m Tiefe angetroffenen Grundwässer sind gering mineralisiert.

Die in der Grundwassermessstelle GWM 1/97 in 10 m Tiefe entnommene Probe traf ein Natrium-Chlorid-Wasser mit einer leichten Calcium- und Sulfatbetonung an. Die GWM 3/97 weist in 10 m Tiefe ein Natrium-Chlorid-Wasser mit markanten Calcium- sowie Sulfat- und Hydrogenkarbonatanteilen auf. Die GWM 4/97 ist in 10 m Tiefe dagegen eher als Calcium-Sulfat-Wasser ausgeprägt, mit einer deutlichen Natrium- und Chloridbetonung.

Im darunter erschlossenen Teil des Grundwasserleiters treten erwartungsgemäß höher mineralisierte Wässer auf. Es handelt sich hier in allen 3 Messstellen um Natrium-Chlorid-Wässer.

Die Tiefenlage des Übergangs von gering zu höher mineralisiertem Grundwasser wurde analog zu den Vorjahren mittels vier Leitfähigkeitstiefenprofilen je GWM und Jahr ermittelt. Der Übergangsbereich liegt bei ca. 13 m u. ROK bzw. bei ca. 18 m u. ROK.

Die Messdaten belegen, dass in den behördlich vorgegebenen Untersuchungsmessstellen am Standort auch 2015/2016 keine relevanten Veränderungen bei den hydraulischen und hydrochemischen Verhältnissen gegenüber den Vorjahren eingetreten sind. Die Tiefenlage der geogenen Mineralisationsgrenze (Süß-/Salzwassergrenze) in den einzelnen Messstellen hat sich gegenüber den Vorjahren nicht verändert.

Die zusätzlich beprobten Grundwassermessstellen zeigen im direkten An- und Abstrom der Halde im oberflächennahen Bereich keine Beeinflussung durch höher mineralisiertes Wasser.

Ursachen für die unterschiedliche Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze können beispielsweise geologische und hydrogeologische Inhomogenitäten sein. Auch ein möglicher geringumfänglicher Einfluss der Halde auf die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze infolge diffuser Salzeinträge kann als Mitursache nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 2016 / Vorbelastungen des Grundwassers

Im Mai 2016 erfolgten eine Pumpbeprobung aller 14 damals nutzbaren Bestands-GWM sowie eine Schöpfprobenahme des Haldenwassers. Im Labor wurden die auch bisher im GW-Monitoring üblichen „Salzparameter“ sowie ein umfangreiches Schadstoffspektrum (Organik, Anorganik, Schwermetalle etc.) untersucht.

Im November/Dezember 2016 erfolgte die Erstbeprobung der 2016 neu errichteten insgesamt 15 Grundwassermessstellen (4 Messstellengruppen, 4 Einzel-Messstellen).

Organische Schadstoffe und –gruppen wie BTEX, LHKW, PAK und Phenole wurden 05/2016 in keiner Messstelle detektiert. Dies trifft auch auf die Beprobung von 11-12/2016 zu. Einzige Ausnahme hier: An 4 GWM wurde mit 10-20 µg/l ein etwas erhöhter Phenolindex angetroffen.

Bezüglich einiger Parameter (z.B. Arsen, einige Schwermetalle) werden an wenigen Messstellen die Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA 2004 überschritten. Nur in Ausnahmen sind von solchen Überschreitungen mehrere Messstellen zugleich betroffen. Alle vorgefundenen Auffälligkeiten werden im vorliegenden Gutachten aufgeführt, parameterkonkret bewertet und diskutiert. In einigen wenigen Fällen werden die Grenzwerte der Grundwasserverordnung 11/2010 überschritten (Parameter Ammonium und Chlorid).

Im Ergebnis gibt es keine Hinweise oder Belege dafür, dass die Kalihalde Quelle für die örtlich angetroffenen Schadstoffe (z.B. Arsen, Schwermetalle) ist. Angetroffene Auffälligkeiten betreffen i.d.R. An- und Abstrom der Kalihalde oder sind höchstwahrscheinlich auf mitgefördertes geogen vorbelastetes Grundwasser aus tieferen Grundwasserleiterbereichen zurückzuführen.

Grundwassernutzungen

Trinkwasserschutzgebiete befinden sich im weiteren Umfeld oder Abstrom der Halde Niedersachsen keine.

Einzige bedeutende Grundwassernutzung im Haldenumfeld ist die Nutzung des Grundwassers zu Beregnungszwecken. Hier existieren entsprechende Beregnungsverbände, die zulässigen Entnahmemengen sind entsprechend wasserrechtlich geregelt seitens der Unteren Wasserbehörde des LK Celle bzw. der Region Hannover.

Negative Auswirkungen der Halde Niedersachsen oder der geplanten Haldenabdeckung auf die Eignung des oberflächennahen Grundwassers (Süßwasser) im entfernteren Haldenabstrom zu Bewässerungs-/Beregnungszwecken sind nicht erkennbar.

Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf die Grundwasserverhältnisse

Die geplante Haldenabdeckung hat im Wesentlichen zwei Effekte, die für die Grundwasserverhältnisse am Standort (Menge/Grundwasserstand) relevant sind.

Zum einen sinkt eine derzeit ggf. noch vorhandene geringumfängliche Versickerung von Niederschlagswasser durch den Salzkörper (im Haldenmantelbereich) oder den früheren Deponeerkörper auf einen minimalen Restbetrag.

Somit entstehen nahezu keine Sickerwässer im Haldenkörper mehr, die gelöste Salze in Richtung Grundwasser transportieren könnten.

Diese Auswirkung ist insofern uneingeschränkt positiv zu bewerten.

Zum anderen verringert die Haldenabdeckung geringumfänglich die Grundwasserneubildungsrate im Haldenumfeld, da sich mit der Abdeckung die Haldengrundfläche etwas vergrößert. Der Betrag ist vernachlässigbar gering gegenüber der übrigen natürlichen Grundwasserneubildungsmenge.

Insofern wird die geplante Abdeckung und damit Flächenerweiterung der Halde keine messbaren Auswirkungen auf das Grundwasserstandsniveau im UG haben.

Negative Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf die Grundwasserbeschaffenheit in erheblichem Ausmaß sind aus heutiger Sicht nicht zu erwarten. Bedingt durch die zu erwartende Zusammensetzung des Haldenabdeckmaterials ist davon auszugehen, dass im sich später bildenden Haldensickerwasser eine gewisse Anreicherung von u. a. Sulfat ggf. stattfinden kann. Für diese Haldenwässer ist jedoch eine geordnete technische Fassung und kontrollierte Ableitung vorgesehen, so dass keine Grundwassergefährdung zu besorgen ist. Zudem liegen die Sulfatgehalte im heutigen Haldenwasser i.d.R. deutlich höher, als für das durch das künftige Abdeckmaterial beeinflusste Haldenwasser zu erwarten ist, so dass auch hier tendenziell eine Konzentrations- und Frachtminderung, bezogen auf das Schutzgut Grundwasser, zu erwarten ist.

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Im Jahr 1898 wurde am Standort Niedersachsen bei Wathlingen mit der Kaliproduktion begonnen. Im Jahr 1996 erfolgte die Stilllegung der Kalifabrik des Werkes Niedersachsen-Riedel in Wathlingen. In den nachfolgenden Jahren wurde das Werksgelände rückgebaut und beräumt. Es stellt sich heute im Wesentlichen als Brachgelände mit aufkommendem Strauch- und Baumbewuchs dar. Seitens der Kommune ist die künftige Vermarktung als Industrie- bzw. Gewerbepark „Kaliwerk Niedersachsen“ geplant.

Übrig geblieben vom ehemaligen Kaliabbau ist jedoch die Abraumhalde Niedersachsen, die sich unmittelbar westnordwestlich an das ehemalige Werksgelände anschließt.

Das umzäunte Haldengelände besitzt eine Grundfläche von etwa 35,3 ha. Dies schließt den Haldengraben und ein Rückhaltebecken für das anfallende Haldenwasser, eine separat abgezaunte Wiese (derzeitige Nutzung als Pferdekoppel) sowie diverse Zuwegungen ein. Innerhalb des Haldengrabens ergibt sich, einschließlich des Haldengrabens selbst und einschließlich des Rückhaltebeckens, eine Grundfläche von etwa 28,3 ha. Ohne alle Nebenflächen beträgt die Grundfläche der reinen Salzhalde etwa 25,1 ha.

Die max. Nord-Süd-Ausdehnung der Halde liegt bei etwa 500 m, die max. West-Ost-Ausdehnung bei etwa 670 m.

Im Jahr 2015 wurde von K+S beschlossen, die Halde abzudecken und zu begrünen. Begonnen werden soll mit dieser Abdeckung, wenn die vergleichbaren Arbeiten am Standort Halde Friedrichshall bei Sehnde abgeschlossen sind.

Der hier vorgelegte Bericht wird Bestandteil der Antragsunterlagen auf Planfeststellung für die geplante Haldenabdeckung.

Projektiert wird das Vorhaben durch die K+S Entsorgung GmbH.

Für das Vorhaben ist ein bergrechtliches Planfeststellungsverfahren (PFV) zur Zulassung des Rahmenbetriebsplans durchzuführen. Im Rahmen dieses Verfahrens ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich, wobei als ein Bestandteil u. a. das Schutzgut Wasser zu betrachten ist.

Als Grundlage für die Umweltverträglichkeitsprüfung zum PFV dient das vorliegende hydrogeologische Gutachten.

1.2 Aufgabenstellung

Das vorliegende hydrogeologische Gutachten beinhaltet eine Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes und eine qualitative Bewertung der potenziellen Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Grundwasser.

Das Gutachten soll prüfen, ob und wenn ja in welchem Umfang sich die geplante Haldenabdeckung auf die Grundwasserverhältnisse im Haldenumfeld auswirken kann.

Aufgabe des Gutachtens ist es auch, den Kenntnisstand zu den hydrogeochemischen sowie den grundwasserhydraulischen Gegebenheiten im Haldenumfeld aufzuarbeiten und zu aktualisieren.

Einbezogen wird neben der Kalirückstandshalde auch eine im südwestlichen Bereich der Kalihalde selbst integrierte frühere kommunale Altdeponie.

Die hydrogeologische Standortsituation wird dabei für folgende Schwerpunkte betrachtet:

- Geologisch-hydrogeologische Lagerungsverhältnisse, Grundwasserstockwerke
- Grundwasserdynamik, Grundwasserspiegelschwankungsverhalten und -flurabstände
- Wechselwirkung Grundwasser - Oberflächenwasser
- Grundwasserbeschaffenheit, bestehende natürliche Grundwassergeschütztheit
- Grundwassernutzungen und Wasserschutzgebiete.

2 Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Der Salzstock von Hänigsen-Wathlingen befindet sich etwa 15 km südsüdöstlich der Stadt Celle bzw. etwa 10 km nordöstlich von Burgdorf.

Im Südwesten liegt der östliche Teil der Ortslage (OL) Hänigsen etwa im Bereich des südsüdwestlichen Salzstockrandes, die OL Wathlingen befindet sich im Bereich des nordnordöstlichen Salzstockrandes.

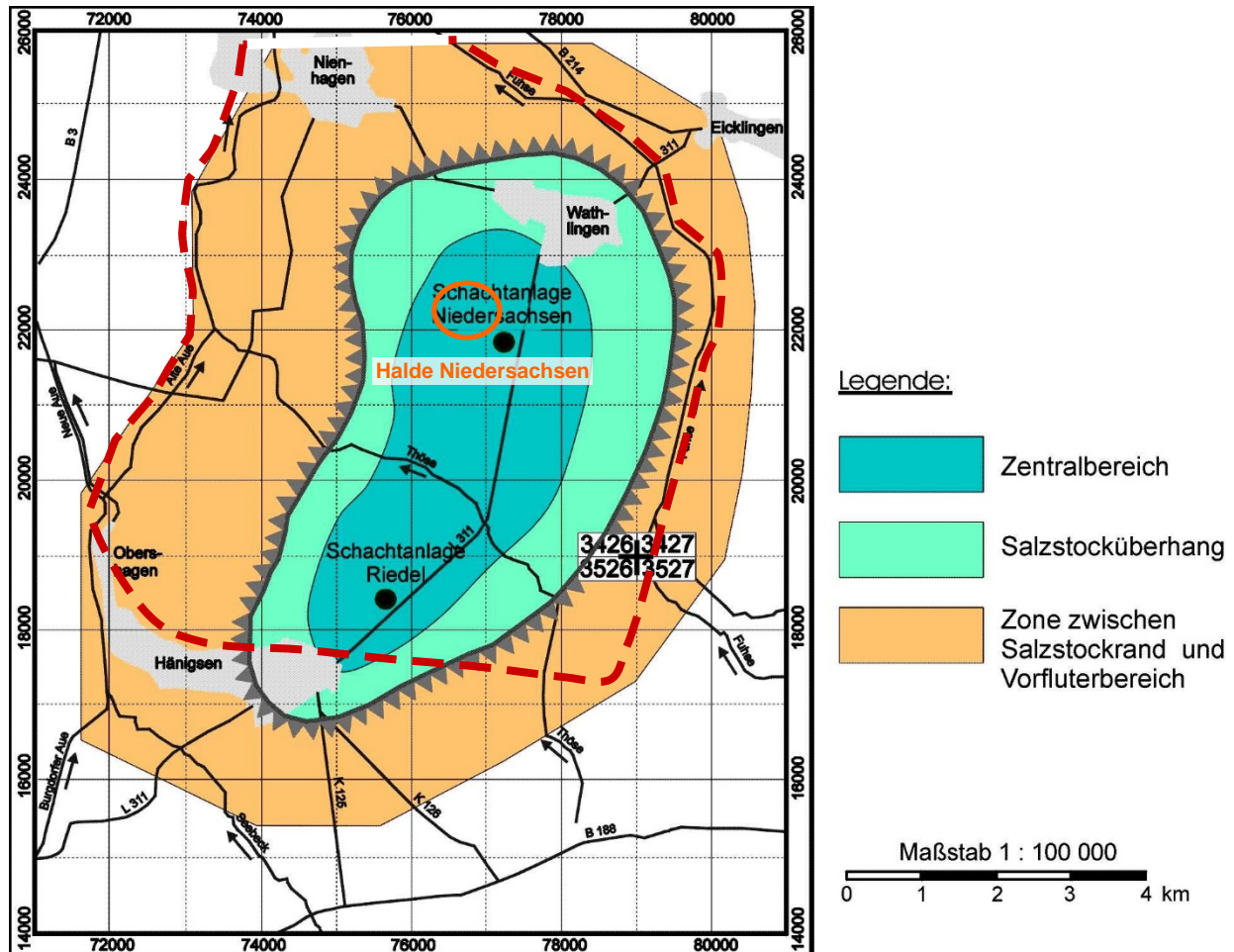


Abb. 2-1: Lage des Salzstockes und weiteres Untersuchungsgebiet (rot umrandet, im Norden etwas abgeschnitten dargestellt; Darstellung des Salzstockes aus [U44])

Der Salzstock hat inkl. seiner Überhänge eine Ausdehnung von etwa 8 km in Richtung SW – NNO, der Kernbereich ohne Überhänge ist etwa 6 km lang. Die Breitenausdehnung inkl. Salzstocküberhängen liegt in Höhe der Schachanlage Niedersachsen bei etwa 4 km, in Höhe der Schachanlage Riedel bei etwa 3 km. Ohne die Überhänge variiert die Breite in Richtung NW – SO etwa zwischen 2 und 2,5 km.

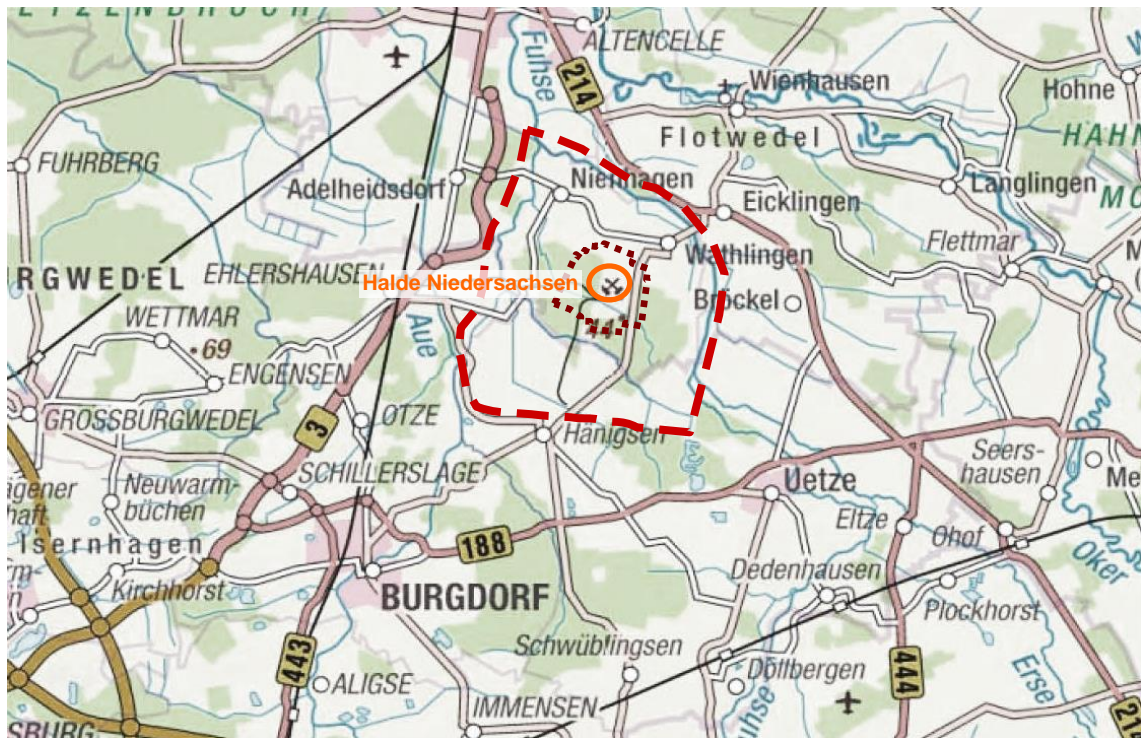


Abb. 2-2: Lage des weiteren (rot hervorgehoben) und des engeren Untersuchungsgebietes (braun); Maßstab ca. 1:250.000

Hydrogeologisch sinnvoll wird das weitere Untersuchungsgebiet (UG) im Norden und Osten durch den Vorfluter Fuhse und im Westen durch die Vorfluter Aue bzw. Alte Aue begrenzt.

In Richtung Süden lässt sich das UG nicht an einem Vorfluter abgrenzen. Hier wird in einem fachlich sinnvollen und hinreichend großen Abstand zum engeren UG am Nordrand der OL Hünigsen die südliche Berandung gesetzt.

Es ist somit von folgenden Berandungen des projektrelevanten Untersuchungsgebietes auszugehen:

- im Westen (von S nach N): Alte Aue → Aue (bis zur Fuhse),
- im Südwesten: Kreisstraße K125 (ab Brücke Alte Aue bis östl. Ortsrand Hünigsen),
- im Süden: östlicher Ortsrand Hünigsen bis nördlich der Spreewaldseen) sowie
- im Osten/Nordosten: Fuhse (ab etwa kurz stromoberhalb der Einmündung der Erse bis zur Aue).

Dabei sind die benannten Vorfluter jeweils noch Bestandteil des UG. Die eigentliche Ortslage Hünigsen (nördlich der K125) liegt bereits außerhalb des UG.

Das weitere Untersuchungsgebiet (UG) hat damit eine Ausdehnung von max. etwa 8 x 9,5 km (West – Ost x Nord – Süd). Daraus resultiert ein Untersuchungsgebiet mit einer Fläche von etwa 58 km². Es orientiert sich damit am Gebiet der TEM-Befliegung des UG von 2012 ([U13], [U4]). Damals wurde ein Gebiet von etwa 42 km² befliegen. Nur in Richtung Norden (potentielle GW-Abstromrichtung), Nordosten und Osten wurde das hier definierte Untersuchungsgebiet um etwa 0,5 - 1,5 km erweitert, jeweils bis einschließlich des Vorfluters Fuhse.

Das weitere Untersuchungsgebiet dient in erster Linie der hydrogeologisch sinnvollen Einordnung des Haldenstandortes in sein hydrologisches Umfeld (Gewässernetz), sein geologisches Umfeld (etwaige Gesamtausdehnung des Salzstockes bzw. Ausbreitung Hutgestein) und sein hydrogeologisches Umfeld (Mächtigkeitsverteilung des Hauptgrundwasserleiters). Zudem ermöglicht es eine fachlich sinnvolle Verknüpfung der Ergebnisse der TEM-Untersuchungen mit den aktuellen Betrachtungen.

Für das weitere UG werden im Bericht i.d.R. nur relativ allgemeine, beschreibende und erläuternde Aussagen getroffen.

Innerhalb des weiteren UG befindet sich als Kernbereich das **engere Untersuchungsgebiet**. Es entspricht mit seiner Grenzziehung und seinen Abmessungen denen des Untersuchungsraumes des Planfeststellungsverfahrens bzw. der Umweltverträglichkeitsuntersuchung.

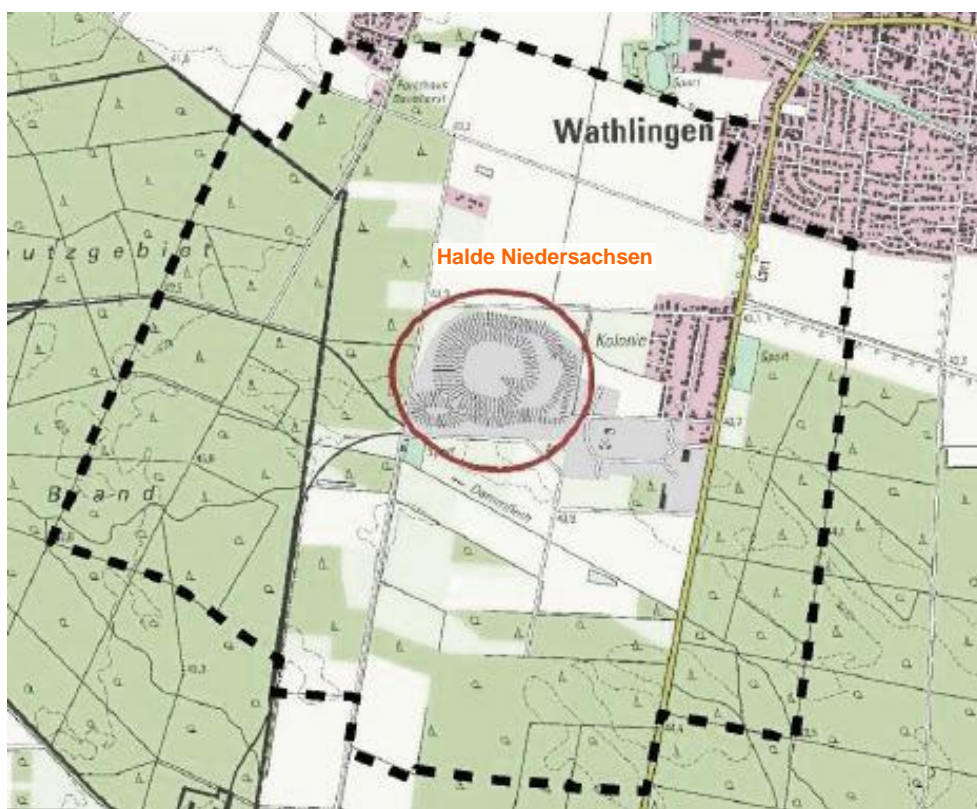


Abb. 2-3: Lage des engeren Untersuchungsgebietes (schwarz umrandet; Maßstab ca. 1:30.000)

Es besitzt eine Ausdehnung SSW-NNO bzw. WNW-SSO von jeweils etwa 3 km. Die Gesamtfläche beträgt etwa 7,0 km².

Das engere UG und das unmittelbare Haldenumfeld bilden den inhaltlichen Schwerpunkt der Betrachtungen in diesem Gutachten. Für dieses Gebiet sollen möglichst konkrete Aussagen zur Beschreibung des IST-Zustandes der Grundwasserverhältnisse gegeben und mögliche Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung eingeschätzt werden.

Die **vertikale Abgrenzung des Untersuchungsgebietes** beschränkt sich im Wesentlichen auf den quartären Grundwasserleiter (GWL) inkl. der zuoberst lagernden holozänen Ablagerungen und damit auf den obersten Teil des Deckgebirges des Salzstockes.

In den Außenbereichen des UG wird der quartäre Grundwasserleiter von tertiären Tonen und Schluffen unterlagert, die hier den Liegendstauer des GWL bilden. Tertiäre Sande, die ebenfalls als Grundwasserleiter wirken würden, wurden für das UG bisher nicht nachgewiesen.

Über dem zentraleren Bereich des weiteren UG nimmt die Mächtigkeit des quartären Grundwasserleiters deutlich zu. In diesem Gebiet lagern die Sande und Kiese des GWL i.d.R. direkt auf dem sogenannten Hutgestein des Salzstocks auf („Gipshut“, Zechstein). In Bereichen mit geringer Mächtigkeit des Hutgesteins stehen die Grundwässer des GWL örtlich auch in direktem hydraulischen Kontakt mit den Zechsteinsalzen, was zu entsprechenden geogen bedingten Beschaffenheitsveränderungen des Grundwassers führt (insbes. Aufsalzung/Aufmineralisierung). Örtlich lagern zwischen quartärem Lockergesteins-GWL und dem Salzstock auch noch Reste kreidezeitlicher Ablagerungen (insbes. Kalk- und Mergelstein der Oberkreide), meist bedeckt von tertiären Sedimenten.

Bzgl. detaillierter Aussagen und Beschreibungen der Einheiten des Deck- und Nebengebirges sei an dieser Stelle auf u.a. [U44] verwiesen.

3 Datengrundlagen

3.1 Bisherige Untersuchungen / Veröffentlichungen

Im Zuge zahlreicher früherer Untersuchungen wurden im Bereich des weiteren Untersuchungsgebietes bereits umfangreiche Datenrecherchen insbes. zu den geologischen Gegebenheiten durchgeführt und in entsprechenden Berichten dokumentiert. Verwiesen sei diesbezüglich insbesondere auf die Vorgängergutachten und –berichte [U51], [U44], [U43] und [U4], die im Wesentlichen aus dem Zeitraum 1995-2015 stammen.

Angaben zur standortrelevanten Literatur und zu den verwendeten Quellen finden sich in Kap. 10.

Die 2016 im Bereich und Umfeld der Halde Niedersachsen durchgeführten Technischen Arbeiten wie Bohrungen, Probennahmen etc. werden im Kap. 3.3 näher beschrieben und erläutert.

3.2 Grundwassermonitoring bis 2015

Am Standort erfolgt unter Einbeziehung der 3 Grundwassermessstellen GWM 1/97, GWM 3/97 und GWM 4/97 seit 1997 ein Grundwassermonitoring (Lage der GWM siehe z.B. Anlage 1.2 und 3.1).

Seit 2003 wird ergänzend im Grundwasserabstrom der Halde auch die GWM 5/03 überwacht.

Ab 2013 wurde dieses Überwachungsnetz um weitere 10 GWM ergänzt, darunter 2 Messstellengruppen mit je 3 Einzel-GWM.

Überwacht werden Grundwasserstand und –beschaffenheit. In der GWM 1/97 ist seit 2007 eine Drucksonde mit Datenlogger installiert, so dass hier besonders lange Messreihen vorliegen.

Die Beprobung erfolgt 1x jährlich.

In den 4 tiefen, vollständig verfilterten Grundwassermessstellen GWM 1/97, 3/97, 4/97 sowie SKB 22/89 werden in 4x im Jahr 1 m-Tiefenschritten Tiefenprofile der Wassertemperatur und der elektrischen Leitfähigkeit aufgenommen.

Kurzcharakterisierung Kenntnisstand Grundwasserverhältnisse 12/2015

Detailliertere Ausführungen zu Grundwasserstand und –flurabstand finden sich in Kap. 5.2.5.

In die Auswertungen zur Grundwasserbeschaffenheit einbezogen wurden insbesondere auch die Ergebnisse der letzten turnusmäßigen Schöpfprobenahme im Dezember 2015 ([U1]). Die 12/2015 vorgefundene Grundwasserbeschaffenheit ist vergleichbar mit den Ergebnissen der langjährigen Monitoringreihen 1997-2014 im Haldenumfeld, bestätigte sich auch 2016 wieder und kann insofern als repräsentativer Zustand eingeschätzt werden.

Die in den drei Grundwassermessstellen GWM 1/97, 3/97 und 4/97 in 10 m Tiefe angetroffenen Grundwässer sind gering mineralisiert.

Die in der Grundwassermessstelle GWM 1/97 in 10 m Tiefe entnommene Probe traf ein Natrium-Chlorid-Wasser mit einer leichten Calcium- und Sulfatbetonung an. Die GWM 3/97 weist in 10 m Tiefe ein Natrium-Chlorid-Wasser mit markanten Calcium- sowie Sulfat- und Hydrogenkarbonatanteilen auf. Die GWM 4/97 ist in 10 m Tiefe dagegen eher als Calcium-Sulfat-Wasser ausgeprägt, mit einer deutlichen Natrium- und Chloridbetonung.

Im darunter erschlossenen Teil des Grundwasserleiters treten erwartungsgemäß höher mineralisierte Wässer auf. Es handelt sich hier in allen 3 Messstellen um Natrium-Chlorid-Wässer.

Die Tiefenlage des Übergangs von gering zu höher mineralisiertem Grundwasser wurde analog zu den Vorjahren mittels vier Leitfähigkeitstiefenprofilen je GWM und Jahr ermittelt. Der Übergangsbereich befand sich im Jahr 2015 in der Anstrommessstelle GWM 3/97 zwischen 23,6 und 24,6 m NN (ca. 19 – 20 m u. ROK). In der Abstrommessstelle GWM 1/97 befand er sich 2015 etwa bei 31 m NN (ca. 13 m u. ROK) und in der Messstelle GWM 4/97 (Lage seitlich bzw. randlich im Haldenabstrom) zwischen 24,7 und 25,7 m NN (ca. 17 - 18 m u. ROK). 11/2016 wurden vergleichbare Verhältnisse angetroffen.

Die Messdaten für den Berichtszeitraum belegen, dass in den behördlich vorgegebenen Untersuchungsmessstellen am Standort keine relevanten Veränderungen bei den hydraulischen und hydrochemischen Verhältnissen gegenüber den Vorjahren eingetreten sind. Die Tiefenlage der geogenen Mineralisationsgrenze (Süß-/Salzwassergrenze) in den einzelnen Messstellen hat sich gegenüber den Vorjahren nicht verändert.

Die zusätzlich beprobten Grundwassermessstellen zeigen im direkten An- und Abstrom der Halde im oberflächennahen Bereich keine Beeinflussung durch höher mineralisiertes Wasser. In der Schlauchkernbohrung B22/89 im Haldenabstrom findet sich der geogen bedingte Mineralisationssprung unverändert bei etwa 15 m unter ROK (entspricht etwa 29 – 29,5 m NN).

Detaillierte Ausführungen zu Grundwasserbeschaffenheit und Süß-/Salzwassergrenze finden sich in Kap. 5.5.

3.3 2016 im Haldenumfeld durchgeführte Arbeiten und Untersuchungen

3.3.1 Bohr- und Ausbauarbeiten GWM Mai 2016 und Juli 2016

April/Mai 2016

Im Auftrag der K+S Entsorgung GmbH wurden unter fachlicher Anleitung und Überwachung durch das Ingenieurbüro R.-U. Wode im Umfeld der Halde und im Bereich der geplanten Haldenüberdeckung insgesamt 6 geotechnische Erkundungsbohrungen niedergebracht (B1 bis B6/16).

Ausführender Bohrbetrieb war die Fa. Thade Gerdes GmbH.

Der gewählte Bohrdurchmesser lag bei 219 mm. Die angestrebten Bohrendteufen lagen im Bereich zwischen 20 und 25 m und wurden in der Mehrzahl der Bohrungen auch erreicht. Die Bohrungen B5 und B6 wurden anschließend vollständig rückverfüllt.

Die Bohrungen B1 bis B4 wurden dagegen nur teilrückverfüllt und zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Filterlage ist bei allen 4 GWM 10/16 bis GWM 13/16 einheitlich von 4 bis 6 m u. GOK. Ausbaumaterial ist PVC DN 50. Die Filterschlitzweite beträgt 0,5 mm

Die Dokumentation der Bohrarbeiten (Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile, Ausbauzeichnungen) findet sich in Anlage 5.

Erwähnenswerte geologische Besonderheiten und neue Erkenntnisse ergaben die Bohrungen nicht. Es wurde der für den Standort typische Untergrundaufbau angetroffen.

Juli 2016

Im nahen Umfeld der Halde wurden 4 CPT's (CPT – Cone Penetration Test) niedergebracht und nachfolgend insgesamt 11 Grundwassermessstellen (GWM) im Direct-Push-Verfahren errichtet (3 GWM je CPT-Standort; GWM 8/16: 2 GWM).

Ausführender Betrieb war die Fa. Fugro Consult GmbH.

Mit Hilfe der CPT-Sondierungen wurde der geologische Schichtenaufbau erkundet. Mit Hilfe einer zusätzlich genutzten Leitfähigkeits Elektrode konnte im Zuge des Niederbringens der CPT zusätzlich die elektrische Leitfähigkeit des Untergrundes erkundet, aufgezeichnet und dokumentiert werden. Dies liefert sehr gute Informationen über die Tiefenlage der sogenannten Süß-/Salzwassergrenze sowie des gesamten Übergangsbereiches von gering zu hoch mineralisierten Grundwässern im Haldenumfeld.

Die Sondiertiefen der CPT lagen bei ca. 22-23 m u. GOK an den Standorten der GWM 6/16, 7/16 und 9/16 bzw. ca. 33 m am Standort der GWM 8/16.

Für jeden CPT-Standort war ursprünglich die Errichtung einer 3er-Messstellengruppe konzipiert. Die 4 flachen GWM „o“ wurden, auch unter Beachtung behördlicher Empfehlungen, jeweils einheitlich im Bereich von etwa 3-6 m u. GOK im Süßwasser verfiltert.

Für die jeweils mittlere und tiefe GWM war die jeweils zuvor erkundete Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze bzw. des zugehörigen Übergangsbereiches maßgebend. Die vorgefundenen Gegebenheiten an den Standorten der CPT 6/16, 7/16 und 9/16 erwiesen sich dabei als nahezu identisch. Insofern wurde hier, auch unter Beachtung der behördlichen Empfehlungen, mit den mittleren GWM „m“ jeweils die Tiefenlage im Umfeld des Süß-/Salzwasser-Übergangsbereiches (etwa 12,5(13) - 16,5 (17) m) verfiltert. Entsprechend wurde dann die Tiefenlage der jeweils tiefen GWM „u“ mit einheitlich etwa 19-22 m u. GOK (im Bereich der hoch mineralisierten Grundwässer) gewählt.

Deutlich abweichend von den drei anderen Standorten wurde am Standort der GWM 8/16 der Süß-/Salzwasser-Übergangsbereich mittels CPT erst in einer Tiefe von etwa 28-32 m u. GOK angetroffen. Dieser Tiefenbereich lag außerhalb der technischen Leistungsfähigkeit der eingesetzten Bohrtechnik, so dass hier vom geplanten Bohrprogramm abgewichen werden musste. Auf die Errichtung einer GWM im hochmineralisierten Bereich des GWL (hier ca. 34-37 m u. GOK) musste verzichtet werden, ebenso auf die Filterpositionierung im Übergangsbereich vom Süß- zum Salzwasser. Insofern wurden an diesem Standort nur die beiden GWM „o“ und „m“ errichtet, wobei die Filterlage der mittleren GWM bei etwa 16-20 m u. GOK festgelegt wurde.

Ausbaumaterial ist bei allen GWM einheitlich HDPE 63 x 5,8 (ca. DN 50). Die Filterschlitzweite beträgt 0,3 mm

Die 4 CPT sind in Anlage 6.1 dokumentiert. Die Dokumentation der Bohrarbeiten (Ausba Zeichnungen der GWM, Fotodokumentation) findet sich in Anlage 6.2.

Explizit erwähnenswerte geologische Besonderheiten und neue Erkenntnisse ergaben auch diese Bohrungen nicht. Es wurde auch hier der für den Standort erwartete und charakteristische Schichtenaufbau angetroffen.

3.3.2 Vermessungsarbeiten

Im August erfolgte seitens K+S, IW, die genaue Lage- und Höheneinmessung der 11 GWM von 07/2016 (Höheneinmessung mittels Nivellement) sowie der 4 GWM 10/16 – 13/16 vom Mai 2016.

Alle ermittelten Lagekoordinaten und Messpunkt- sowie Geländehöhen sind in die Stammdatentabelle der GWM in Anlage 9 eingeflossen und dort ersichtlich.

3.3.3 Grundwasserprobenahme 05/2016

Um eine erste fundierte Datenbasis für eine aktuelle Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit am Standort zu gewinnen, erfolgte im Zeitraum 10.-12.05.2016 an allen damals bereits vorhandenen, vor 2016 errichteten Bestands-GWM eine Pumpprobenahme. Insgesamt wurden 14 GWM beprobt. Zusätzlich wurde eine Schöpfprobe des Haldenwassers entnommen.

Alle Probenahmeprotokolle sind in Anlage 8.1 enthalten. Realisiert wurde die Beprobung durch die standortkundige Fa. RH – RAINER HARTMANN Gesellschaft für angewandte Biologie und Geologie GmbH aus Göttingen. Diese Firma realisiert auch schon seit vielen Jahren die jährliche (Schöpf-)Beprobung der GWM am Standort Halde Niedersachsen im Zuge des turnusmäßigen jährlichen Grundwassermonitorings.

Grund des Wechsels von Schöpfprobenahme auf Pumpprobenahme war in erster Linie die für das aktuell erheblich erweiterte Laborparameterspektrum erforderliche erheblich größere Probenmenge von etwa 4 l Grundwasser je GWM.

Alle Proben wurden vom Probennehmer in das Labor der K+S AG, das K+S Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) in Unterbreizbach transportiert.

3.3.4 Grundwasserprobenahme 11-12/2016

Die Erstbeprobung der im Mai bzw. Juli 2016 neu errichteten insgesamt 15 GWM wurde im November/Dezember 2016 durchgeführt. Sie wurde, analog der Beprobung Mai 2016, als Pumpprobenahme realisiert. Grund für die Pumpprobenahme war auch hier in erster Linie die für das aktuell erheblich erweiterte Laborparameterspektrum erforderliche erheblich größere Probenmenge von etwa 4 l Grundwasser je GWM.

Parallel dazu erfolgte im Rahmen der turnusmäßigen jährlichen Beprobung der Bestands-GWM im Rahmen des Haldenmonitorings 2016 die Beprobung aller Bestands-GWM (analog 12/2015) mittels (tiefenorientierter) Schöpfprobenahme. Turnusmäßig wurde auch eine Schöpfprobe des Haldenwassers entnommen.

Alle Probenahmeprotokolle der Herbstbeprobung sind in Anlage 8.2 enthalten. Realisiert wurde die Beprobung ebenfalls durch die Fa. RH – RAINER HARTMANN Gesellschaft für angewandte Biologie und Geologie GmbH aus Göttingen.

Alle Proben der Herbstbeprobung wurden vom Probennehmer in das Labor der K+S AG, das K+S Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) in Unterbreizbach transportiert.

3.3.5 Laboranalytik 06/2016

Die Mehrzahl der relevanten Untersuchungsparameter wurde durch das AFZ selbst analysiert.

Aus gerätetechnischen Gründen an zwei Anbieter fremdvergeben wurde dagegen die Analytik bzgl. EOX, Chrom-VI, Cyanid_{gesamt}, Phenolindex, Kohlenwasserstoffindex, LHKW, BTEX, PAK, PCB, Phenole/Kresole sowie die Leuchtbakterientoxizität.

Die Laborprüfberichte sind in Anlage 9.1 enthalten. Hier ist auch das Parameterspektrum ersichtlich, das im AFZ selbst analysiert wurde. Tabellarisch zusammengefasst sind alle Ergebnisse in Anlage 9.3.

Eine detaillierte Ergebnisdiskussion erfolgt in Kap. 5.5.

3.3.6 Laboranalytik 12/2016

Auch im Zuge des turnusmäßigen Grundwassermonitorings 2016, erweitert um die Erstbeprobung der 2016 neu errichteten Grundwassermessstellen, wurde die Mehrzahl der relevanten Untersuchungsparameter durch das AFZ selbst analysiert.

Aus gerätetechnischen Gründen fremdvergeben wurde dagegen, analog Juni 2016, die Analytik bzgl. EOX, Chrom-VI, Cyanid_{gesamt}, Phenolindex, Kohlenwasserstoffindex, LHKW, BTEX, PAK, PCB, Phenole/Kresole sowie die Leuchtbakterientoxizität.

Die Laborprüfberichte sind in Anlage 9.2 enthalten. Hier ist auch das Parameterspektrum ersichtlich, das im AFZ selbst analysiert wurde. Tabellarisch zusammengefasst sind alle Analysergebnisse von 2016 in Anlage 9.3.

Eine detaillierte Ergebnisdiskussion erfolgt in Kap. 5.5.

4 Geologie

4.1 Regionaler Überblick

Der Salzstock Hänigsen-Wathlingen liegt im norddeutschen Tiefland. Dieses ist geprägt von flächenhaft verbreiteten mächtigen quartären und tertiären Lockersedimenten, welche die mesozoischen und älteren Festgesteine überdecken.

Der Untergrund des norddeutschen Tieflands wird auch geprägt durch zahlreiche Salzstrukturen, welche den Verlauf der tektonischen Linien des Untergrunds (Subsalinar) widerspiegeln und sich an zumeist rheinisch streichenden, tektonisch vorgezeichneten Untergrundstrukturen durch die mesozoischen Schichten hindurch nach oben gepresst haben.

Der Salzstock Hänigsen-Wathlingen hat, wie bereits erwähnt, eine max. Ausdehnung in SW-NO-Richtung von etwa 8 km bei einer maximalen Breite von etwa 4 - 4,5 km (siehe auch Abb. 2-1).

4.2 Lokale Schichtenfolge

Die im weiteren Untersuchungsgebiet anzutreffende lokale Abfolge der Gesteine über dem Zechstein lässt sich in Anlehnung an [U44] wie folgt zusammenfassen:

Trias

Als älteste mesozoische Einheit des Nebengebirges sind Sandsteine des Buntsandsteins anzutreffen, in die örtlich Evaporite (Röt-Salinar) eingeschaltet sind. Hangend schließen sich die Ablagerungen des Unteren und Oberen Muschelkalks an, die im Wesentlichen aus Kalk- und Mergelsteinen bestehen. Im Keuper finden sich hauptsächlich Ton- und Schluffsteine, in die örtlich Feinsandsteine eingeschaltet sind.

Jura

Die Ablagerungen des Lias sind geprägt durch Tonsteine mit eingeschalteten einzelnen Bänken aus Feinsandsteinen. Der Dogger ist im Wesentlichen aufgebaut aus Ton- und Mergelsteinen mit eingeschalteten einzelnen Lagen von Kalksteinen und Toneisensteinen. Der Malm wird geprägt durch Kalksteine sowie nachrangig durch Mergel- und Tonsteine.

Kreide

Die Unterkreide besteht in den basalen Abschnitten aus Sandsteinen, darüber folgen kalkige Fein- und Mittelsandsteine oder direkt Ton- und Mergelsteine. Die Oberkreide ist geprägt durch Ablagerungen aus Kalk- und Mergelsteinen mit geringmächtigen Lagen aus Tonstein.

Tertiär

Sandige Tone mit eingeschalteten Feinsanden überlagern ein Transgressionskonglomerat an der Tertiärbasis. Die jüngeren Schichten bestehen aus feinsandigen Tönen, welche zum Liegenden hin in plastische Tone mit variierendem Sandgehalt übergehen.

Quartär

Im Quartär kam es vorwiegend zur Ablagerung glazialer Sedimente, welche überwiegend aus glazifluviatilen sandig-kiesigen Schmelzwasserablagerungen, Geschiebemergeln sowie nachrangig aus glazilimnischen Schluffen und Tönen bestehen. Die jüngsten Ablagerungen sind geringmächtige Sande und Schluffe sowie seltener Torfe des Holozän.

4.2.1 Deckgebirge

Im Tertiär (Eozän/Paläozän) endete der Aufstieg des Diapirs. Nachfolgend wurden auf ihm lückenhaft jungtertiäre Sedimente sowie später flächenhaft quartäre Sedimente abgelagert. Diese Schichten werden unter dem Begriff Deckgebirge zusammengefasst.

Während in der weiteren Umgebung des Salzstocks von Hänigsen-Wathlingen das **Tertiär** (in Richtung Süden abnehmende) Mächtigkeiten von 250 - 350 m besitzt, sind die tertiären Ablagerungen im nördlichen Bereich des Salzstocks im Umfeld der Halde Niedersachsen nur geringmächtig bzw. fehlen völlig. Hier lagert das Quartär direkt auf dem Hutgestein des Salzstockes. Ursache für dieses Phänomen ist der bis in das Tertiär hinein andauernde Salzaufstieg, welcher im Zusammenspiel mit entsprechenden Erosionsprozessen eine Mächtigkeitsabnahme der tertiären Ablagerungen von den Salzstockrändern zu dessen Zentrum hin verursachte.

Das **Quartär** besteht aus pleistozänen Sanden und Kiesen der Aller-Niederung (welche heute etwa 7 km nördlich der Halde Niedersachsen von ESE nach WNW verläuft) und weist in der weiteren Umgebung des Salzstockes eine relativ konstante Mächtigkeit von etwa 30 m auf. Dies lässt den Schluss zu, dass im Quartär kein weiterer Salzaufstieg, verbunden mit einer Ausbildung und Vertiefung von Randsenken, stattgefunden hat [U44].

Im zentralen Bereich über dem Salzstock nimmt die Quartärmächtigkeit erheblich zu und erreicht Beträge von örtlich 60 bis 90 m. In diesen Bereichen fehlt das Tertiär häufig völlig. Die Zunahme der Quartärmächtigkeit hat ihre Ursache in der unterschiedlichen Ausbildung des Hutgesteins [U44]. Die Quartärmächtigkeitsverhältnisse sind quasi gegenläufig zu denen des Tertiärs. Wo das Tertiär vollständig verbreitet ist, erreicht auch das Quartär nur die auch in der weiteren Umgebung des Salzstocks üblichen Mächtigkeiten.

Im Untersuchungsgebiet (UG) lagern neben und über dem Salzstock als älteste quartäre Ablagerungen glazifluviale saalekaltzeitliche Schmelzwassersedimente (zumeist Sande; Drenthe-Stadium), in die örtlich Geschiebemergelbänder oder –pakete eingelagert sind. Südlich sowie im Osten des weiteren Untersuchungsgebietes treten diese Mergel teilweise auch zusammenhängend auf. Über den saalekaltzeitlichen Ablagerungen lagern fluviatile Niederungssande der Weichsel-Kaltzeit, welche partienweise Einschaltungen geringmächtiger Tonlagen aufweisen. Zuerst lagern geringmächtige holozäne humose Sande, in den Flussniederungen, z.B. der Fuhse, auch tonige Auelehme. Bzgl. detaillierterer Beschreibungen der warm- und kaltzeitlichen Abfolgen sein an dieser Stelle auf [U51] verwiesen.

4.2.2 Nebengebirge

Überblicksweise wurde die geologische Situation bereits im Kap. 4.2 beschrieben.

In diesem Kapitel soll die Gliederung des sogen. Nebengebirges etwas detaillierter beschrieben werden, also die Schichten, die der Salzkörper bei seinem Aufstieg durchstoßen, gestört und gegeneinander verschoben hat. Hierzu zählen im weiteren Untersuchungsgebiet das Mesozoikum mit Trias, Jura und Kreide sowie die känozoischen Schichten des Tertiärs.

Bezug nehmend insbes. auf [U50] lassen sich die Schichten des Nebengebirges wie folgt beschreiben:

Tab. 4.2.1-1: Übersicht über die Gliederung des Nebengebirges

System	Abteilung	Kurzbeschreibung / Besonderheiten
Kreide	Oberkreide	<ul style="list-style-type: none"> - im Wesentlichen Mergelsteine und mergelige Kalksteine - in der mittleren und höheren Oberkreide Vorkommen von kalkigen Sandsteinlagen - im Turon: Einschaltung geringmächtiger Tonsteinlagen
	Unterkreide	<ul style="list-style-type: none"> - ein bis zu 10 m mächtiger grauer kalkiger Fein- bis Mittelsandstein, darüber sandige Ton- und Mergelsteine - Liegendes der Unterkreide-Abfolge: 2 – 8 m mächtiger mergeliger, konglomeratischer Sandstein („Basiskonglomerat“),
Jura	Malm	<ul style="list-style-type: none"> - überwiegend Kalksteine und mergelige Kalksteine, häufig ooidführend - Oberer Malm: im Wesentlichen Tonsteine, - im Oberen Malm und im Kimmeridge: Anhydritlagen und -flasern
	Dogger	<ul style="list-style-type: none"> - schluffige bis feinsandige Tonsteine, kalkige Tonsteine und Mergelsteine, mit eingeschalteten Toneisenstein- und Kalksteingeoden, - im Unteren Bathonium (Mitteljura): Vorkommen von etwa 25 m mächtigen oolithischen, sandigen Kalksteinen und kalkigen Sandsteinen
	Lias	<ul style="list-style-type: none"> - graue und dunkelgraue bis schwarze Tonsteine, - im unteren und mittleren Teil vereinzelt teilweise kalkige Feinsandsteinbänke, außerdem Toneisenstein- und Kalksteingeoden - im höheren Lias: vermehrt mergelige Tonsteine und einzelne Kalksteinbänke
Trias	Keuper	<ul style="list-style-type: none"> - dominierend: Ton- und Schluffsteine, teilweise mit Einschaltungen von Feinsandsteinen, - im Gipskeuper (Unterer Mittlerer Keuper): erhöhte dolomitisch-anhydritische Anteile - Schilfsandstein (Mittlerer Keuper): überwiegend Feinsandsteine
	Muschelkalk	<ul style="list-style-type: none"> - Unterer und Oberer Muschelkalk: größtenteils Kalksteine, - Mittlerer Muschelkalk: mergelige Kalksteine bis dolomitische Mergelsteine, darin eingeschaltet: zwei durch Ton- und Mergelsteine getrennte Salinarhorizonte
	Buntsandstein	<ul style="list-style-type: none"> - im Wesentlichen rotbraune und graue Ton- und Schluffsteine sowie Feinsandsteine, untergeordnet Einschaltungen von Mittelsandsteinen, - im Oberen Buntsandstein Existenz zweier Salinarhorizonte mit Anhydriten und Steinsalz

4.2.3 Hutgestein / Subrosion

Salzlagerstätten unterliegen der Subrosion und sind infolge dessen von Lösungsrückständen aus Ton, Anhydrit und Gips bedeckt. Diese werden als Hutgestein(e) bezeichnet und können örtlich nachgebrochene Hangendgesteine enthalten. Diese Subrosionsreste bestehen im Wesentlichen aus Gips, Anhydrit sowie Ton- und Schluffstein und werden als Residualgebirge bezeichnet. Das Hutgestein wird dem Salinarkörper zugeordnet.

Im Liegenden des Hutgesteins bildet der sogen. Salzspiegel die Grenze zum unbeeinflussten Salinarkörper. Beim Salzspiegel handelt es sich um eine annähernd horizontale Fläche, die den Ablaungsbereich vom durch Subrosion unbeeinflussten Salzkörper trennt. Sie bildet sich aufgrund der ablaugenden Tätigkeit des Grundwassers aus [U44]. Der Vorgang der Hutgesteinsbildung erfolgt insofern von oben nach unten, d.h. der sogenannte Gipshut nimmt im Laufe der Zeit an seiner Basis an Mächtigkeit zu. Im Umfeld der Schachthanlage Niedersachsen liegt der Salzspiegel bei etwa -70 m NN. Das entspricht etwa 110 - 115 m u. GOK.

Die Hutgesteinsmächtigkeit hängt stark von der ursprünglichen petrographischen Zusammensetzung, sprich vom Anteil an unlöslichen Bestandteilen im ursprünglichen Steinsalz, ab. Teilweise entstehen Karsthohlräume, die mit nachgefallenen Substraten (insbes. Sande) des Deckgebirges oder mit Gipskristallen ausgefüllt sind. Örtlich sind derartige Hohlräume auch mit nahezu gesättigten Salzlösungen gefüllt.

Im Randbereich des Salzstockes Hänigsen-Wathlingen besitzt das stark verkarstete Hutgestein eine größere Mächtigkeit, als in den zentraleren Bereichen [U55]. Im nördlichen Teil des Salzstockes im Umfeld der Halde Niedersachsen reicht das Hutgestein bis in Höhen von etwa 50 bis 70 m u. GOK (d.h. ca. -5 bis -25 m NN), im südlichen Teil im Umfeld der Schachthanlage Riedel sogar hinauf bis etwa 40 m u. GOK (d.h. ca. 5 m NN).

Rezente Subrosion

Subrosion findet vor allem dort statt, wo Salinargesteine in Kontakt mit ungesättigten Lösungen kommen und wo eine gewisse Grundwasserströmung vorhanden ist. Insofern ist i.d.R. der zentrale, höchstaufgestiegene Teil eines Salzstockes hiervon betroffen [U50].

Für das Umfeld des Schachtes Niedersachsen wird in [U55] festgestellt, dass hier kein bedeutender Austausch von Salzlösungen des Hutgesteins mehr mit dem Grundwasser in den darüber lagernden quartären Sedimenten stattfindet. Es herrschen weitgehend stagnierende Bedingungen vor, der Salzspiegel steht in Kontakt mit quasi gesättigten Lösungen. Diese weitgehend stagnierenden Bedingungen sind insbes. auch dem Umstand geschuldet, dass der quartäre Grundwasserleiter am Standort über dem Salzstock muldenförmig stark eingetieft verbreitet ist, seine Mächtigkeiten hier weit größer sind (bis ca. 60-95 m), als im weiteren Umfeld (charakteristischerweise um die 30 m). Dies behindert einen Austausch und ein Abströmen der schweren, dichten Salzwässer erheblich. In [U55] werden die tiefen Bereiche des GWL als passive Zone bezeichnet, in denen es zu einer ausgeprägten Dichteschichtung kommt.

Im Umfeld der Halde Niedersachsen existiert insofern eine Subrosionswanne, in der das Tertiär bis auf Reste vollständig erodiert wurde und welche sich mit quartären Sanden und Kiesen aufgefüllt hat.

Die rezent ablaufende Subrosion ist insofern zwar nicht völlig zum Erliegen gekommen, erfolgt aber in einem nur noch so geringen Umfang, dass sie für den Bergbau bzw. die heutige Landnutzung ohne messbare Auswirkung bleibt [U55].

Aus ihr ggf. resultierende Senkungsbeträge dürften größenordnungsmäßig weit unter den konvergenzbedingten liegen und spielen insofern betragsmäßig keine Rolle.

5 Hydrogeologie

5.1 Hydrogeologischer Aufbau

Im weiteren Untersuchungsgebiet ist flächenhaft ein quartärer ungespannter Grundwasserleiter (GWL) ausgebildet, der eine wassererfüllte Mindestmächtigkeit von zumeist etwa zwischen 25 und 35 m aufweist und aus einer wechselnden Abfolge von Mittel- und Grobsanden, teilweise mit Kiesanteilen, besteht.

Im zentralen Bereich des Salzstockes (Gebiete mit fehlenden tertiären Ablagerungen) weist der GWL demgegenüber wesentlich größere Mächtigkeiten von häufig 70 bis 80 m auf, örtlich werden sogar bis zu 95 m erreicht. Die Halde Niedersachsen liegt dabei am westlichen Rand dieser Areale mit mächtigerem Grundwasserleiter. Unter ihr steigt die GWL-Basis von SSE nach WNW spürbar an. Die Bohrung GWM 3/97, östlich der Halde gelegen, traf das Hutgestein in einer Tiefe von 66,0 m u. GOK an. Die Bohrung SKB 22/89 (Schlauchkernbohrung) west-nordwestlich der Halde traf den Liegendstauer (OK Hutgestein) in einer Tiefe von nur noch 50,3 m u. GOK an. Vermutlich sinkt die GWL-Mächtigkeit von der SKB 22/89 aus in Richtung WNW bis NW weiter sehr rasch ab, auf die o.g. Beträge der GWL-Mächtigkeit von etwa 25-35 m.

Meist folgen unter den feinkörnigen Niederungssanden mittel- bis grobkörnige Schichten, die sich durch ihre hohe Ergiebigkeit gut zur Grundwasserentnahme eignen. Sie wurden daher früher u.a. für die Wasserversorgung der Schachtanlagen Riedel und Niedersachsen genutzt. Die örtliche Landwirtschaft greift auch heute noch vielerorts auf diese Ressourcen zurück.

Örtlich existieren mehrere lokal begrenzte Linsen aus tonig-schluffigem Material mit entsprechend geringer Durchlässigkeit. Sie fungieren aber wegen ihrer lückenhaften Verbreitung nicht als stockwerkstrennende Schichten. Darüber hinaus wurden in Bohrungen wiederholt Geschiebelehm einschaltungen angetroffen, die im nördlichen Bereich des Salzstockes zum Teil nur 1 bis 2 m, nach Westen hin sogar nur wenige Zentimeter mächtig sind oder häufig großflächig ganz fehlen. Dort, wo dieser schluffig-tonige Geschiebelehm nicht ausgebildet ist, muss von einem einheitlichen Grundwasserstockwerk ausgegangen werden, das bis zum Hutgestein reicht.

Der Liegendstauer des Grundwasserleiters (GWL) wird, in Abhängigkeit von der geographischen Lage, von unterschiedlichen stratigraphischen Einheiten gebildet.

Zum einen besteht er aus tonigen bis schluffigen Tertiärschichten, die ihre größten Mächtigkeiten außerhalb des Salzstockrandes aufweisen und im zentralen Bereich des Salzstockes stellenweise ausklingen. Die Tone und Schluffe fungieren als Geringleiter und behindern besonders außerhalb des Zentralbereichs des Salzstocks den Austausch oberflächennahen Grundwassers mit hoch mineralisierten Tiefenwässern.

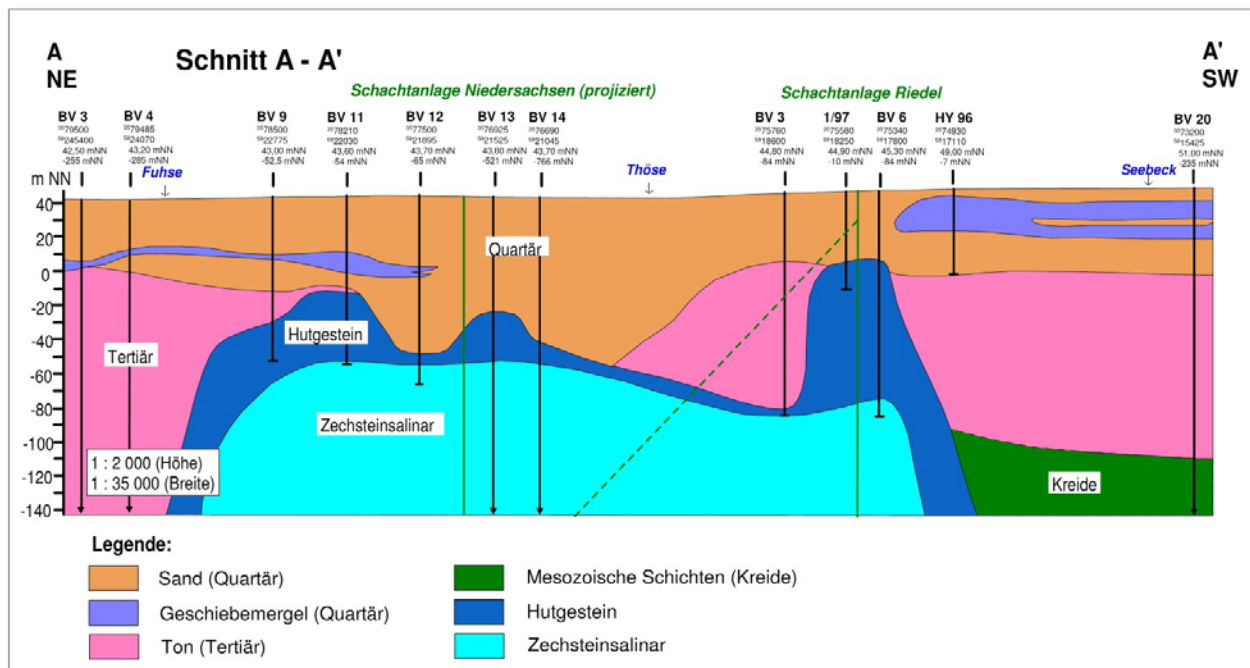


Abb. 5.1-1: Schematisches hydrogeologisch-stratigraphisches Profil Nord(nord)ost-Südwest (aus [U44]; Blickrichtung in grober Näherung entgegen der Grundwasserfließrichtung; Maßstab ca. 1:75.000 / 1:4.500)

Zum anderen besteht im Zentralbereich gebietsweise eine Verbindung zwischen dem pleistozänen Grundwasserleiter und dem teilweise durchlässigen Hutgestein des Salzkörpers. Im nördlichen Bereich des Salzstockes, wo sowohl der quartäre Geschiebemergel als auch die tertiären Tone fehlen, liegen die bis zu 95 m mächtigen quartären Sande mulden-/trogförmig dem Hutgestein auf. Sie sind gewöhnlich als guter Grundwasserleiter ausgebildet [U44].

In diesen quartären Sanden treten sowohl Süßwässer als auch hochmineralisierte Wässer auf. Aufgrund unterschiedlicher Dichten erfolgt eine Unterschichtung des Süßwassers durch das schwerere Salzwasser. Der tiefere, muldenförmige Bereich kann in Bezug auf Austauschvorgänge als annähernde Stagnationszone bezeichnet werden, da die umgebenden feinkörnigen Sedimente einen Abstrom verhindern.

Auf dem Niveau des Salzspiegels im Hutgestein wurden Solen mit einer Dichte von $> 1,2 \text{ g/cm}^3$ angetroffen [U55]. Wegen seines höheren spezifischen Gewichtes bildet das Salzwasser im unteren Teil des Grundwasserleiters eine Salzwasserzone, in der die Fließgeschwindigkeiten im Vergleich zum oberen Bereich des Grundwassers erheblich geringer sind. DE BOER [U55] spricht von einer passiven Zone, in der die Subrosion zwar noch nicht vollständig abgeschlossen ist, aber in nur noch sehr geringem Ausmaß abläuft.

Die Grenzschicht zwischen der Salz- und Süßwasserzone wird örtlich in unterschiedlichen Tiefen angetroffen. Im Umfeld des ehem. Werkes Riedel wurde eine Tiefe von etwa 15 m u. GOK nachgewiesen [U44], im Umfeld der Halde Niedersachsen Beträge von zumeist etwa 12 – 18 m u. GOK (s. Kapitel 5.5.3).

Der Transport der Wasserinhaltsstoffe im pleistozänen Grundwasserleiter oberhalb der Stagnationszone wird im Wesentlichen durch dispersive Prozesse bestimmt, da die Auswirkungen der Diffusion aufgrund der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers von $> 0,10 \text{ m/d}$ vernachlässigbar gering sind [U44].

Die Dispersion ist nicht wie die Diffusion eine Stoffgröße, sondern eine Eigenschaft des Untergrundmaterials. Der Dispersionstensor wird durch drei Dispersivitätswerte definiert: α_L , α_H , α_V . Dabei ist α_L die longitudinale Dispersivität (in Strömungsrichtung), α_H die horizontal transversale Dispersivität (senkrecht zur Strömungsrichtung) und α_V die vertikal transversale Dispersivität. Die longitudinale Dispersivität ist ca. 10-mal größer als die horizontal transversale Dispersivität und ca. 100-mal größer als die vertikal transversale Dispersivität [U44]. Das bedeutet, dass Stofftransport und dispersionsbedingte Verdünnung in erster Linie in Grundwasserfließrichtung wirken, eine horizontale Ausbreitung erfolgt erheblich langsamer und die rein dispersionsbedingte vertikale Ausbreitung von Stoffen ist sehr gering. Bedeutsam sind diese Effekte beispielsweise bei der Entstehung und Ausbreitung von Schadstofffahnen an Altlastenstandorten.

Regional ist im östlichen und südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes das Grundwasser gegen das Salzgebirge besser geschützt, als im Norden und Nordwesten. Die Möglichkeit einer Versalzung ist hier aus zwei Gründen wesentlich geringer:

Einerseits nehmen die tertiären, tonig ausgebildeten Lagen (Geringleiter) an Mächtigkeit erheblich zu, andererseits bilden die quartären Geschiebemergelschichten hier eine mehrere Meter mächtige Trennschicht und teilen somit den quartären Grundwasserleiter in zwei Grundwasserhorizonte auf.

Über das Grundwasserdargebot und -potential des mesozoischen Nebengebirges sowie Transportvorgänge innerhalb dieses gesamten Horizontes liegen keine Angaben vor. Aus den mesozoischen Schichten aufsteigende Tiefenwässer sind nach [U44] meist hochmineralisiert.

5.2 Hydrologische und geohydraulische Kenndaten

5.2.1 Niederschlag / Oberirdische Abflüsse

Niederschlag

Im Umfeld der Halde Niedersachsen existieren drei Niederschlags-Messstationen des DWD. Aktuell bietet der DWD zu diesen drei Niederschlags-Messstationen folgende Datenlage:

Tab. 5.2.1-1: Mittlerer Jahresniederschlag im Umfeld des UG

Station:	Burgdorf	Celle (Stadt)	Uetze
Stationsnummer:	802	848	5148
Höhe:	56 m NN	38 m NN	60 m NN
geogr. Breite:	52,45°	52,61°	52,46°
geogr. Länge:	10,00°	10,07°	10,19°
Entfernung zu Halde Niedersachsen:	ca. 12,2 km	ca. 10,4 km	ca. 8,6 km
1961 - 1990	657 mm	692 mm	684 mm
1971 - 2000	650 mm	666 mm	674 mm
1981 - 2010	k.A.	697 mm	707 mm

Bezieht man sich auf die aktuellste Datenreihe, so kann für das UG ein mittlerer Jahresniederschlag von etwa 700 mm angesetzt werden. Dies deckt sich mit den in [U61] getroffenen Annahmen zum standorttypischen Jahresniederschlag von 694 mm.

Oberirdische Abflüsse

Die im Untersuchungsgebiet existierenden Vorfluter sind überwiegend rel. klein und weisen nur geringe Abflüsse auf (Ausnahme: die Fuhse). Einige fallen sogar temporär trocken.

Tab. 5.2.1-2: Vorfluter innerhalb des UG (aktuelle amtliche Angaben; Literaturangaben)

Vorfluter	MQ (lt. [U44]/[U51])	MQ	Bemerkungen
Thöse	184 l/s	k.A.	fällt zeitweise trocken
Dammfleth	k.A.	k.A.	entwässert die Felder südlich der Halde Niedersachsen, entwässert nach Süden zur Thöse; episodische Wasserführung bzw. nahezu stehendes Gewässer
Sandförthgraben	k.A.	k.A.	verläuft von Papenhorst nach NW zur Alten Aue; episodische Wasserführung bzw. nahezu stehendes Gewässer
Alte Aue/Aue (auch Fuhsekanal)	100 – 300 l/s	k.A.	fällt (bei Verlandungserscheinungen am Verteilerwehr) zeitweise trocken
Heidegraben	k.A.	k.A.	beginnt östlich der Halde Niedersachsen, entwässert nach Norden zur Fuhse; episodische Wasserführung bzw. nahezu stehendes Gewässer
Fuhse	4,27 m³/s (Wathlingen)	1,67 m³/s (Peine)	1,67 m³/s: MQ 1965-2013 am Pegel Peine (Nr. 4845103), 4,27 m³/s: MQ 1971-2012 am Pegel Wathlingen

Zur Durchlässigkeit der Fließgewässersohlen und damit zur hydraulischen Kopplung Oberflächengewässer - Grundwasser liegen uns keine gesicherten Daten und Erkenntnisse vor. Eine zumindest teilweise Kopplung (kolmatierte Gewässersohle, Randbedingung 3. Art) ist jedoch wahrscheinlich.

5.2.2 Grundwasserneubildung

Die HUEK200 des LBEG (NIBIS-Kartenserver) weist für das UG sehr stark variierende Grundwasserneubildungsraten (mGROWA) aus. Die Bandbreite reicht dabei von Grundwasserzehrungsgebieten (Umfeld Alte Aue, Obershager Wiesen) bzw. Gebieten mit Neubildungsraten von nur 0 – 50 mm/a bis hin zu kleineren Arealen mit Neubildungsraten von 201 – 250 mm/a (siehe Anlage 4.2 bzw. Abb. 5.2.2-1).

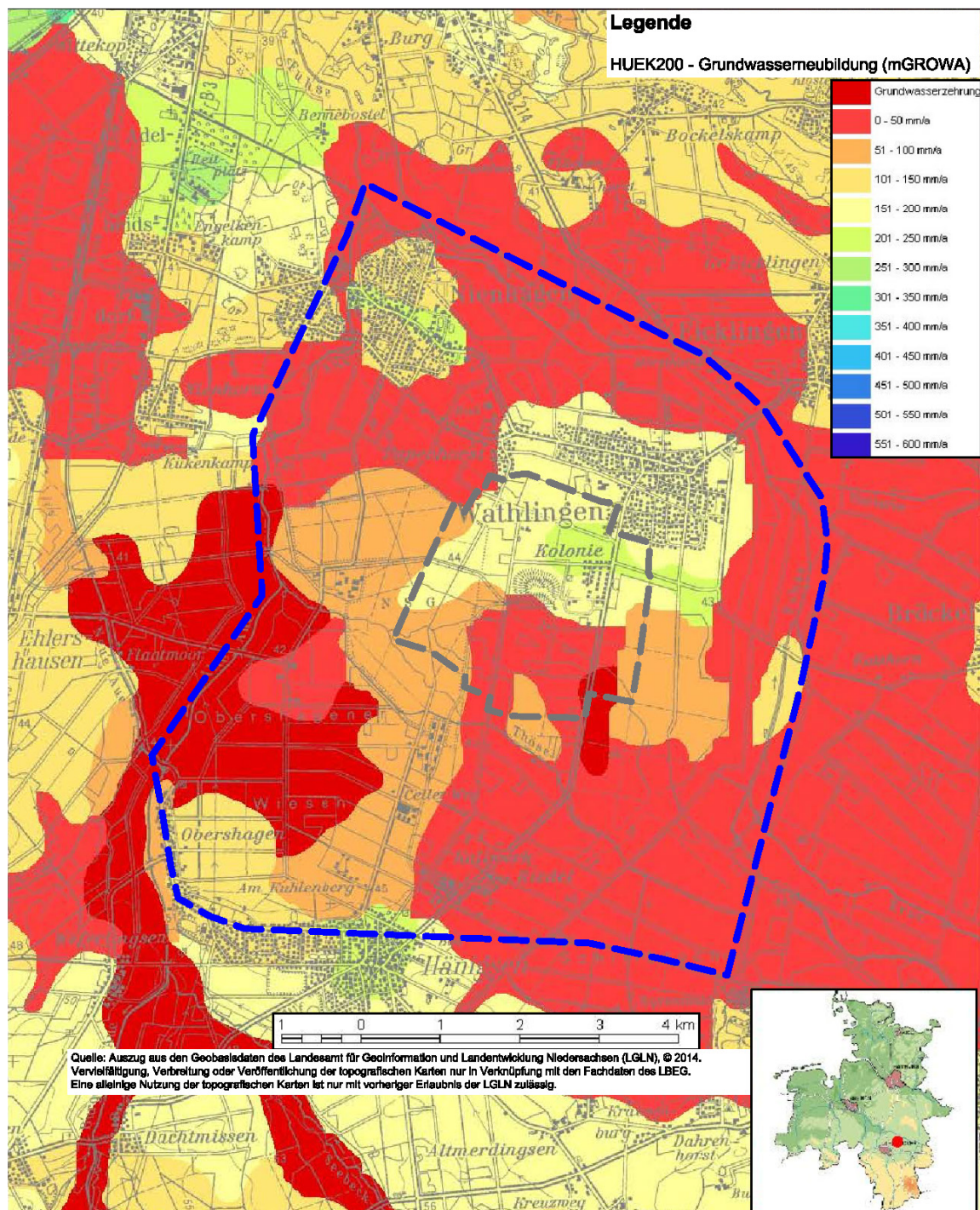


Abb. 5.2.2-1: Grundwasserneubildung mGROWA im weiteren Untersuchungsgebiet
(blau umrandet; Maßstab ca. 1:80.000; Datenquelle: NIBIS-Kartenserver des LBEG)

Im Mittel dürften es für das UG typischerweise etwa 100 – 125 mm/a sein. Dies entspricht etwa 3,2 – 4,0 l/(s * km²).

5.2.3 Durchlässigkeit

In der Grundwassermessstelle GWM SKB 22/89 nordwestlich der Halde der Schachtanlage Niedersachsen wurde am 2./3.10.1989 ein Pumpversuch durchgeführt. Der Filter des Brunnens erschließt von 3 bis 50 m u. GOK die pleistozänen sandig-kiesigen Schichten in ihrer gesamten wassererfüllten Mächtigkeit. Die Auswertung dieses Pumpversuches ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $6,3 * 10^{-4} \text{ m/s}$ [U44]. Dieser Wert ist als ein integraler Wert über die Gesamtmächtigkeit der einzelnen Schichten im gesamten verfilterten Bereich zu verstehen.

Für überschlägige Betrachtungen kann dieser k_f -Wert als repräsentativ für den quartären GWL mindestens im engeren UG angesehen werden. Seine Größenordnung dürfte aber auch für das weitere UG zutreffend sein.

5.2.4 Hydraulisches Gefälle / Abstandsgeschwindigkeiten

Gemäß den Daten des LBEG auf dem NIBIS-Kartenserver lässt sich für das UG im weiteren Umfeld der Halde Niedersachsen ein Gradient I von etwa 0,0009 ableiten (d.h. ein Gefälle der GW-Oberfläche von 0,09%).

Dies liegt in der gleichen Größenordnung, wie die in [U44] diskutierten Beträge von 0,0007 bis 0,001 (also Gefälle von 0,07% bis 0,1%).

Der aktuelle GW-Isohypsenplan vom 23.08.2016 ergibt für das unmittelbare Haldenumfeld einen mittleren Gradienten von etwa 0,00073 (Differenz von 0,55 m auf etwa 750 m Entfernung; z.B. zwischen den GWM 12/16 und SKB 22/89). Unmittelbar unter der Halde steigt er auf etwas größere Beträge von etwa 0,00088 (d.h. ca. 0,088%).

Abstandsgeschwindigkeit

Die Filtergeschwindigkeit ergibt sich aus:

$$v_f = k_f * I$$

Setzt man die vorstehenden Angaben zu k_f -Wert und Gefälle I (0,09%) an, so ergibt sich eine Filtergeschwindigkeit v_f von etwa $5,7 * 10^{-7} \text{ m/s}$.

Die Abstandsgeschwindigkeit errechnet sich zu:

$$v_a = v_f / n_e$$

Für die örtlich relevanten Substrate von Fein- bis Mittelsanden wird der entwässerbare Porenanteil (auch durchflusswirksamer Porenanteil) üblicherweise mit 0,2 (d.h. 20%) angesetzt.

Insofern ergibt sich für den Standort eine charakteristische Grundwasserfließgeschwindigkeit v_a von etwa $2,8 * 10^{-6} \text{ m/s}$. Dies entspricht etwa 24 cm/d bzw. etwa 90 m/a.

Diese Größenordnung dürfte zumindest für den gesamten oberflächennäheren Teil des Grundwasserleiters im gesamten weiteren UG (mit seinen in den Außenbereichen des weiteren UG etwa 25 – 35 m Mächtigkeit) und damit für den Teil des Grundwasserleiters, der maßgeblich am Strömungsgeschehen teilnimmt, repräsentativ sein.

5.2.5 Grundwasserstände / Grundwasserflurabstände

Aus den Anlagen 1.2 und insbesondere 3.1 ist die Lage der hier berücksichtigten Grundwassermessstellen im näheren Umfeld der Halde Niedersachsen ersichtlich.

Nach derzeitiger Datenlage liegen typische Grundwasserstände im UG, im Umfeld der Halde Niedersachsen, bei etwa 1 - 4 m u. GOK. Die jahreszeitliche und mehrjährige Amplitude liegt bei etwa 1,5 - 2,0 m.

In lokalen Senken und Tieflagen, punktuell auch im Haldenumfeld, sowie vorfluternah, z.B. an der Alten Aue, werden teilweise Beträge von 1,0 m noch unterschritten. Hier können die Flurabstände auch auf 0,2 – 0,5 m absinken.

Messstellenkonkret liegen folgende Werte vor:

Tab. 5.2.5-1: Grundwasserstände im Haldenumfeld

GWM	bisheriger Beobachtungs-zeitraum	GOK [m NN]	bish. beob. Minimum [m u. GOK]	bish. beob. Maximum [m u. GOK]
GWM 1/97	1997-2015	43,49	ca. 3,35	ca. 1,25
GWM 3/97	1997-2015	43,11	ca. 2,60	ca. 0,85
GWM 4/97	1997-2015	42,77	ca. 2,40	ca. 0,60

Innerhalb des UG weist nur die GWM 1/97 aufgrund ihrer durchgängigen und langjährigen Messungen eine Datenreihe auf, die für weiterführende statistische Auswertungen prinzipiell geeignet ist.

Mittels statistischer Auswertemethoden wurden bzgl. möglicher Hochwasserstände im Grundwasser die folgenden Wiederkehrsintervalle ermittelt.

Tab. 5.2.5-2: Wiederkehrsintervalle und zugehörige Grundwasserstände an der GWM 1/97 (m NN)

Wiederkehrs-intervall:	HW₂	HW₅	HW₁₀	HW₂₀	HW₂₅	HW₅₀	HW₁₀₀
Gumbel-verteilung	41,70	41,93	42,09	42,23	42,28	42,42	42,56
Log-Normal-verteilung	41,76	41,97	42,09	42,18	42,20	42,28	42,35
Mittelwert [m NN]	41,73	41,95	42,09	42,20	42,24	42,35	(42,46)
[m u. GOK]	1,76	1,54	1,40	1,29	1,25	1,14	(1,03)

Folgende ergänzende Hinweise sind zu beachten: Es steht eine Datenreihe von nur 19 Jahren zur statistischen Auswertung zur Verfügung (1998-2016). Des Weiteren variiert die Messwertdichte zwischen 1998-2007 (Monatswerte) und 2008-2016 (Tageswerte).

Die Länge der Datenreihe gestattet belastbare Aussagen zu den statistischen Wiederkehrsintervallen 2a bis 25a. Die Angabe für HW₅₀ ist bereits mit etwas erhöhten Unsicherheiten behaftet. Die Angabe zum HW₁₀₀ kann ausdrücklich nur als grobe Orientierungsgröße betrachtet werden, da dieser Wert formal außerhalb des zulässigen Extrapolationsbereiches liegt.

Am Standort ist ein rel. homogener GWL vorhanden und für die Stichtagsmessung am 23.08.2016 kann davon ausgegangen werden, dass stationäre und bzgl. Strömungsrichtung und Gefälle charakteristische Verhältnisse im Grundwasserleiter herrschten. Somit können die Verhältnisse an der GWM 1/97 sowie deren statistische Auswertung per Analogieschluss auf den gesamten Haldenstandort und die unmittelbar umliegenden GWM übertragen werden. Die Dokumentation hierzu für alle GWM, angegeben in „m NN“ sowie in „m u. GOK“ (Grundwasserflurabstand) findet sich in Anlage 11.1.

Am 23.08.2016 herrschten vor Ort Niedrigwasserverhältnisse. Der fallende Wasserstandstrend hatte bereits Ende Februar begonnen und hielt noch bis Anfang Oktober an.

Für die Konstruktion eines Grundwasserisohypsenplans bei Hochwasserverhältnissen ist die Wasserstandsdatenbasis noch nicht hinreichend. Um die Repräsentativität des Grundwasserisohypsenplans auch für deutlich höhere Grundwasserstände als 08/2016 zu prüfen, wurde in Anlage 11.1 beispielhaft der mittels Drucksonde/Datenlogger ermittelte Grundwasserstand vom 08.01.2017, 20⁰⁰ Uhr, mit aufgeführt. Für 14 der insgesamt 29 GWM vor Ort liegen Daten vor. Am 08.01.2017 herrschten vor Ort annähernd Mittelwasserverhältnisse. Die Wasserstandsdifferenzen zum 23.08.2016 sind mit +0,51 - +0,55 m sehr einheitlich.

Im Ergebnis ist, wie erwartet, festzustellen, dass auch bei Mittelwasser vor Ort die gleichen hydraulischen Verhältnisse hinsichtlich Strömungsrichtung und Gefälle herrschen, wie bei Niedrigwasser. Insofern belegt dies zusätzlich die Repräsentativität des Grundwasserisohypsenplans vom 23.08.2016.

Der Grundwasserisohypsenplan zur Stichtagsmessung vom 23.08.2016 ist in Anlage 3.1 enthalten, die zugehörige Grundwasserflurabstandskarte in Anlage 3.2.

Aus den Daten in Anlage 11.1 wird ersichtlich, dass aufgrund des Grundwassergefälles am Standort (Wasserspiegeldifferenz von 0,66 m zwischen Haldenan- und -abstrom am 23.08.2016) sowie aufgrund gewisser Geländeunebenheiten sehr unterschiedliche Gegebenheiten bzgl. Grundwasserflurabstand vorliegen. Die Geländehöhen an den GWM differieren dabei durchaus nicht unerheblich von etwa 44,5 m NN im Haldenanstrom bis zu etwa 42,7 m NN im nördlichen Haldenabstrom.

Dadurch gibt es Areale, in denen ein Grundwasserflurabstand von 1,0 m nahezu nie (d.h. auch nicht bei HW₅₀ oder HW₁₀₀) unterschritten wird (südlicher und südöstlicher Haldenanstrom sowie Umfeld der GWM 1/97 und GWM 7/16), während im Westen und Norden der Halde, aber auch im Umfeld der GWM 3/97 und der GWM 13/16, also zumeist im Umfeld von Geländetiefen, Grundwasserflurabstände von 1,0 m prognostisch häufig unterschritten werden, d.h. bereits ab dem HW₂, HW₅ oder HW₁₀.

In diesen Arealen wird es insofern gegebenenfalls erforderlich, vor Beginn der Arbeiten zum eigentlichen technischen Unterbau der geplanten Haldenabdeckung (Basis-Tonabdichtung etc.), eine Geländeneiveauregulierung, d.h. leichte Geländeneiveauanhebung mit unbelastetem Bodenmaterial vorzunehmen.

Zu dem Betrag der örtlich ggf. erforderlichen Geländeneiveauanhebung hinzuzurechnen sind noch mögliche künftige, durch die Abdeckung bedingte Senkungs-/Setzungsbeträge der Halde bzw. Haldenabdeckung. In [U56] werden hier für den Bereich des heutigen Haldenfußes die Maximalbeträge ermittelt und ausgewiesen. Sie liegen bei ca. 45 cm.

Für den Bereich des heutigen Haldenschwerpunktes/-zentrums werden in [U56] dagegen nur vernachlässigbar geringe künftige zusätzliche Setzungen im Bereich „weniger Zentimeter“ prognostiziert.

Über die ehemalige und heutige Höhenlage des natürlichen Geländeniveaus unter der Halde Niedersachsen liegen keine genaueren Informationen vor. Insofern ist anzunehmen, dass es ursprünglich im Bereich des heute im Haldenumfeld anzutreffenden Geländeniveaus lag, d.h. etwa 43,5-44 m NN im Süden und Südosten, leicht abfallend in Richtung NNW auf etwa 43-43,5 m NN im Norden und Nordwesten.

Aufgrund der Eigenlast der Salzhalde muss davon ausgegangen werden, dass es auch unter der Halde selbst in der Vergangenheit zu Setzungen gekommen ist, die mittlerweile abgeklungen sind. Lt. [U56] hat der Untergrund aus tiefreichenden fluviatilen Sanden auf die Aufschüttung der Halde weitgehend mit Sofortsetzungen reagiert und befindet sich aktuell in einem stabilen Gleichgewichtszustand. Der Untergrund unter der Kalihalde ist aufgrund der Standzeit insofern als vollständig konsolidiert zu betrachten. Weitere Setzungen aus dem Gewicht des bestehenden Salzkörpers sind nicht zu erwarten.

Über den Betrag der in der Vergangenheit eingetretenen Setzungen liegen keine Daten vor. Mit derzeitigem Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass das Druckniveau der Grundwasseroberfläche unter der Halde auch bei selteneren, extremeren Grundwasserhochständen (z.B. HW₅₀) die UK Salz nicht erreicht.

Senkungen

Zum anderen können konvergenzbedingte Senkungserscheinungen für den Standort eine Rolle spielen. In [U3] werden die bisher eingetretenen Senkungen für den Bereich der Halde Niedersachsen in einer Größenordnung von etwa 3 - 9 mm ausgewiesen, was als vernachlässigbar gering einzustufen ist.

Auch als Langfristprognose werden in [U60] für den Bereich der Halde Niedersachsen für das Jahr 2121 max. Senkungen von kumulativ nur etwa 1 bis max. ca. 2 - 3 cm (im äußersten Südosten der Halde) ausgewiesen. D.h., auch die langfristig zu erwartenden Senkungen liegen in einer bzgl. des Grundwasserflurabstandes vernachlässigbar geringen Größenordnung und betreffen zudem ausschließlich den Südosten der Halde, also den Bereich mit den ohnehin größten Grundwasserflurabständen.

Auf die Vernachlässigbarkeit möglicher subrosionsbedingter Senkungserscheinungen wurde bereits in Kap. 4.2.3 eingegangen.

5.3 Grundwasserbewegung / Fließrichtungen

Die Geländehöhen im UG liegen zwischen etwa 41 m NN im NNW und 44-45 m NN im südlichen, zentralen und östlichen Teil des UG. Demzufolge haben die vorhandenen Vorfluter ein nur geringes Gefälle. Das Gebiet der Aller-Niederung war lt. [U44] ursprünglich weitflächig versumpft und ist im Rahmen der landwirtschaftlichen Erschließung durch Entwässerungsgräben melioriert worden.

Es liegen nur wenige Daten vor, die eine detaillierte Erläuterung der Strömungsverhältnisse des Grundwassers ermöglichen. Großflächig gibt der Grundwasserisohypsenplan des LBEG (HK50, NIBIS-Kartenserver; Anlage 4.1) eine Fließrichtung im UG etwa in Richtung NW bis NNW an. Die Halde Niedersachsen liegt dabei unmittelbar nordwestl. der 42,5 m NN-Isohypse.

Für den Südrand des UG werden etwa 45 m NN ausgewiesen (OL Hänigsen, Spreewaldseen). Im Nordwesten des UG werden Beträge zwischen 37,5 und 40,0 m NN erreicht.

Ein Teil des abströmenden Grundwassers exfiltriert wahrscheinlich in die regionalen Vorfluter Alte Aue, Thöse, Fuhse und/oder den Hauptvorfluter Aller.

Es kann jedoch mit derzeitigem Kenntnisstand auch nicht völlig ausgeschlossen werden, dass die beiden Vorfluter Alte Aue und Fuhse nur eingeschränkt oder nicht hydraulisch an den Grundwasserleiter angekoppelt sind, da uns keine Ergebnisse von Kolmationsuntersuchungen zur Gewässersohle o.ä. vorliegen. In diesem Fall würden sie im Wesentlichen unterströmt und das Grundwasser würde letztlich erst im weiteren Abstrom in den Vorfluter Aller exfiltrieren.

Kleinräumig belegt der aktuelle GW-Isohypsenplan eindeutig eine generelle Fließrichtung von SO nach NW bis NNW unter den hydrologischen Gegebenheiten im August 2016. Dies dürfte auch der sonstigen normalen GW-Fließrichtung entsprechen, da sie mit den Aussagen großräumigerer Isohypsenpläne übereinstimmt (s.o.: LBEG). Inwieweit diese Fließrichtung in gewissem Umfang durch den zeitweisen Betrieb von im Haldenabstrom befindlichen Bewässerungsbrunnen beeinflusst wird, kann nicht eingeschätzt werden.

Der Verlauf der Isohypsen im NW der Halde deutet an, dass es leichte Umströmungseffekte westlich und nördlich um die Halde herum gibt. Diese sind begründet durch die auflastbedingte Komprimierung des Untergrundes der Halde.

Die beispielhaft geprüften Wasserstandsdaten von 01/2017 bestätigen die vorstehenden Ausführungen hinsichtlich Grundwasserhydraulik im Haldenumfeld.

5.4 Grundwassergeschütztheit / Zugehörigkeit Grundwasserkörper

Grundwassergeschütztheit

Das Schutzpotential der natürlichen Grundwasserüberdeckung im Untersuchungsgebiet variiert gemäß der Datenbasis des LBEG auf dem NIBIS-Kartenserver (HUEK200; <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>) zwischen mittel und gering (siehe Anlage 4.3 bzw. Abb. 5.4-1).

Dabei dominiert im Norden und im zentralen Teil des UG ein geringes Schutzpotential, während im Süden und Südosten ein mittleres Schutzpotential gegeben ist.

Die Grundwassergeschütztheit spiegelt in erster Linie wider, ob der Grundwasserleiter durch bindige/gering durchlässige Deckschichten gegen Stoffeinträge geschützt ist und wie groß der Grundwasserflurabstand ist. Mit dessen Zunahme steigt die Länge und Dauer der Passage der ungesättigten Bodenzone (Verweilzeit des Sickerwassers) und damit die Selbstreinigungsleistung des Untergrundes. Detailliertere Ausführungen sind unter dem vorstehenden link zu finden.

Das geringe Schutzpotential im Haldenumfeld verweist insofern auf die vorhandenen geringen Grundwasserflurabstände und das Fehlen bindiger Deckschichten am Standort. Diese Gegebenheiten erleichtern den Transport von z.B. Spurenstoffen oder Nährstoffen (z.B. Nitratdünger) von der Geländeoberfläche in das Grundwasser.

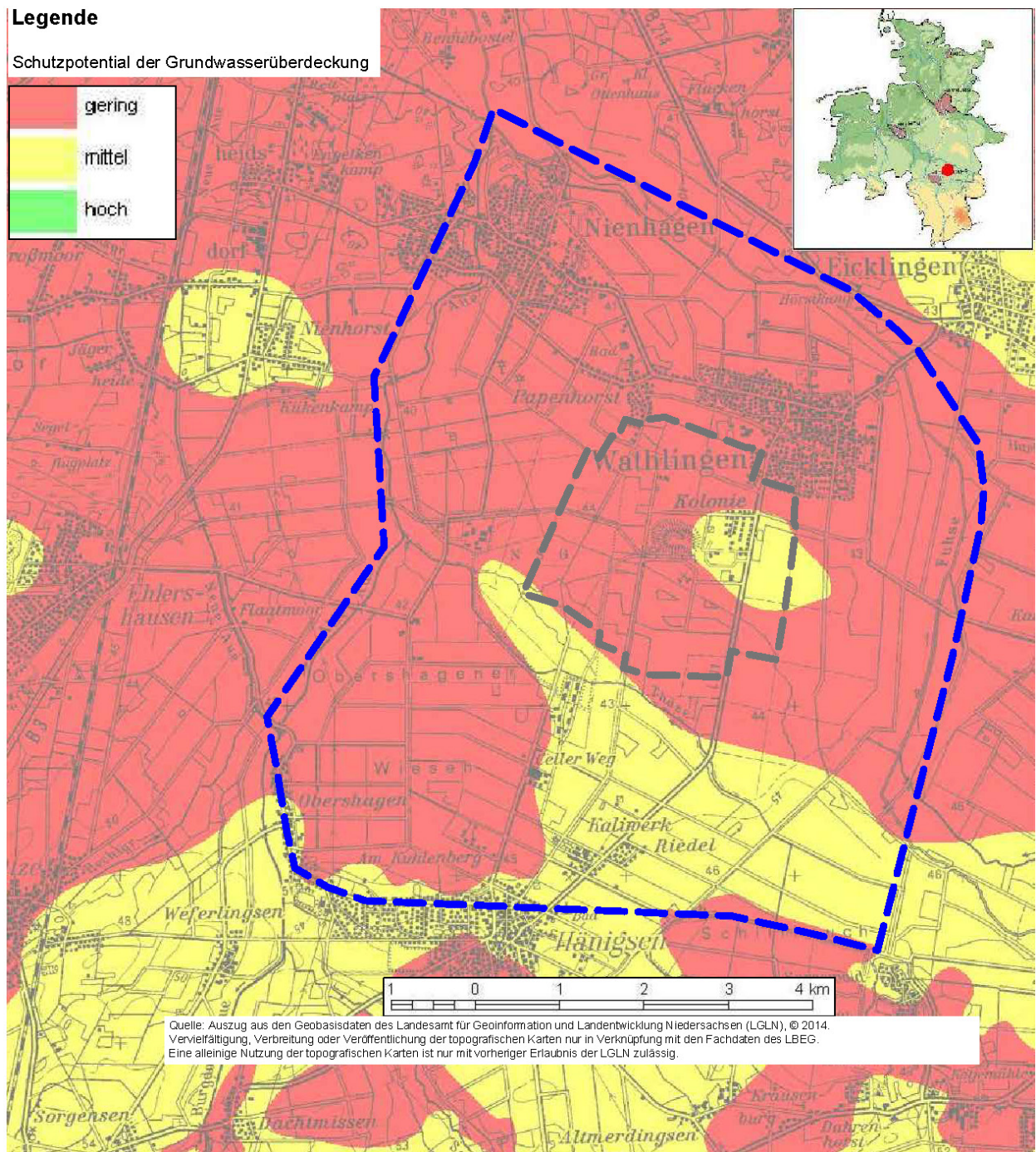


Abb. 5.4-1: Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung im weiteren Untersuchungsgebiet (blau umrandet; Maßstab ca. 1:75.000; Datenquelle: NIBIS-Kartenserver des LBEG)

Grundwasserkörper

Das weitere Untersuchungsgebiet liegt vollständig im Grundwasserkörper (GWK) *DE_GB_DENI_4_2116: Wietze/Fuhse Lockergestein*, konkret in dessen nordöstlichem Randbereich. Die Grenze zum benachbarten GWK bildet dabei die Fuhse, die auch die nordöstliche Berandung des weiteren UG bildet.

Der GWK besitzt eine Grundfläche von etwa 980,3 km². Er befindet sich in einem **mengenmäßig guten IST-Zustand**.

Im Ergebnis der Risikoabschätzung im Zusammenhang mit der Aufstellung des Bewirtschaftungsplans 2015 bis 2021 gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie wurde der mengenmäßige Zustand dieses GWK (neben drei weiteren) jedoch als „at risk“ (gefährdet) eingestuft. Hintergrund ist das Vorhandensein von Anhaltspunkten, die eine vertiefte Untersuchung zur künftigen Entwicklung erfordern, damit eine Verschlechterung des Zustands verhindert werden kann. Für diese insgesamt vier Grundwasserkörper ist von Seiten des NLWKN ein Projekt mit dem Ziel der „Analyse der Grundwasserstandsentwicklung, ihrer Einflussfaktoren sowie der Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand“ initiiert worden. Dabei sollen unter anderem die Zusammenhänge zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern als auch in Beziehung zu Landökosystemen näher zu beleuchtet werden. Den Ursachen für lokal festgestellte fallende GW-Stände soll nachgegangen werden (Laufzeit: 2016-2018; Informationsquelle: http://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/wasser/grundwasser/grundwassermenge_stand/projekt_grundwassermenge/projekt-zum-mengenmaeigen-zustand-fuer-4-grundwasserkoerper-gwk-146491.html).

Chemisch befindet der GWK sich in einem schlechten IST-Zustand. Dies ist jedoch ausschließlich der hohen Belastung mit Nitrat geschuldet, bei sonstigen Schadstoffen etc. kommt es zu keinen Überschreitungen.

5.5 Grundwasserbeschaffenheit

5.5.1 Geogener Hintergrund / Natürliche Beschaffenheit

Messstellen des niedersächsischen Landesmessnetzes existieren weder im engeren noch im weiteren UG. Außerhalb des weiteren UG liegen 9 GWM, an denen behördlicherseits Grundwasserstand und –güte überwacht werden:

- 40000 0307 Weferlingsen I,
- 40000 0309 Weferlingsen II,
- 40000 2901 Burgdorfer Holz: GWM 149 (Lagezuordnung auf dem Server des NLWKN etwas fragwürdig),
- 40000 0311 Katensen,
- 40000 0313 Katensen I,
- 40000 0315 Katensen II,
- 13000 00089 GUN 40/1 Sandlingen,
- 13000 00089 GUN 40/2 Sandlingen,
- 13000 00089 GUN 40/3 Sandlingen.

Für diese Messstellen sei an dieser Stelle auf den Server des NLWKN und die dortige „Landesweite Datenbank für wasserwirtschaftliche Daten“ verwiesen. Weiterführende Datenrecherchen auch für aktuellere Kalenderjahre sind dort möglich. Sie hier auszuwerten und zu dokumentieren erscheint jedoch für das UG und den hier vorliegenden Bericht wenig zielführend.

Bereits in [U44] wurde eine grobe Beschreibung der Grundwassergüte an den Standorten Katensen, Sandlingen und Weferlingsen vorgenommen, so dass an dieser Stelle auch auf die dortigen Ausführungen sowie die in [U51] verwiesen wird.

Eine weitere Datenquelle für natürliche Hintergrundwerte verschiedenster Stoffe im Grundwasser bietet der BGR-Geoviewer. Dort sind die von der Ad-hoc AG Hydrogeologie der Staatlichen Geologischen Dienste von Deutschland (SGD) ermittelten Hintergrundwerte im Grundwasser hinterlegt. Engeres und weiteres UG ordnen sich in diesem Fall der Hydrogeochemischen Einheit 01R13b (Mitteldeutsche Urstrom- und Nebentäler) zu. Diese Einheit besitzt eine erhebliche Flächengröße von 7.913 km². Die für die Hintergrundwerte genutzten konkreten Messstellen liegen dabei alle weit außerhalb des engeren und weiteren UG. Nahezu alle Messstellen liegen >10 km entfernt von der Halde Niedersachsen, keine der Messstellen liegt anstomig der Halde.

Die nachfolgende Tabelle soll einen Überblick über die wichtigsten Hintergrundwerte dieser Hydrogeochemischen Einheit liefern:

Tab. 5.5.1-1: Hintergrundwerte im Grundwasser der Hydrogeochemischen Einheit 01R13b (Geoviewer BGR, Daten der SGD, Stand: Oktober 2014), ausgewiesen ist das 90 Perzentil

Parameter	Einheit	Hintergrundwert (90 Perzentil)
Physikochemische Parameter		
pH-Wert	[-]	6,36 (10) - 7,89 (90)
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[µS/cm]	976
Hauptanionen und -kationen		
Hydrogencarbonat	[mg/l]	278
Chlorid	[mg/l]	91,6
Sulfat	[mg/l]	204
Calcium	[mg/l]	143
Kalium	[mg/l]	3,8
Magnesium	[mg/l]	21,3
Natrium	[mg/l]	45,7
Neben- und Spurenstoffe		
Ammonium	[mg/l]	0,88
Bromid	[mg/l]	0,205
Aluminium	[mg/l]	0,243
Eisen	[mg/l]	14,5
Mangan	[mg/l]	1,18
Lithium	[µg/l]	14
Strontium	[mg/l]	0,59
Spurenstoffe		
Arsen	[µg/l]	5,3
Bor	[mg/l]	0,174
Barium	[mg/l]	0,135
Cadmium	[µg/l]	0,223
Kobalt	[µg/l]	6,17
Chrom	[µg/l]	1,84
Kupfer	[µg/l]	3,57
Fluorid	[mg/l]	0,274
Quecksilber	[µg/l]	k.A.
Molybdän	[µg/l]	0,256
Nickel	[µg/l]	12,1
Blei	[µg/l]	0,872
Antimon	[µg/l]	0,151
Selen	[µg/l]	0,197
Thallium	[µg/l]	0,048
Uran	[µg/l]	0,392
Vanadium	[µg/l]	2,42
Zink	[µg/l]	32,8

Beim pH-Wert ist zusätzlich das 10 Perzentil mit ausgewiesen.

Zu beachten ist hierbei allerdings die Repräsentativität der Daten in der vorstehenden Tabelle für ein Gebiet von knapp 8.000 km². Sie spiegeln insofern in keiner Weise die für den natürlichen Grundwasseranstrom der Halde Niedersachsen zu erwartenden Einflüsse geogener Salzwässer auf die Grundwasserbeschaffenheit (Süßwasser) wider, die durch Diffusions-, Dispersions- und Verdünnungseffekte im Bereich der Süß-/Salzwassergrenze zwangsläufig ablaufen.

Daten für die örtlich repräsentative Grundwasserbeschaffenheit im Haldenanstrom müssen bei Bedarf insofern aus den vorhandenen Anstrom-GWM abgeleitet werden.

Grundsätzlich muss man im weiteren UG zwischen der natürlichen Beschaffenheit des Süßwassers im UG und der geogen beeinflussten Beschaffenheit der in den tieferen Bereichen des GWL vorhandenen hoch mineralisierten Grundwässer („Salzwässer“) unterscheiden.

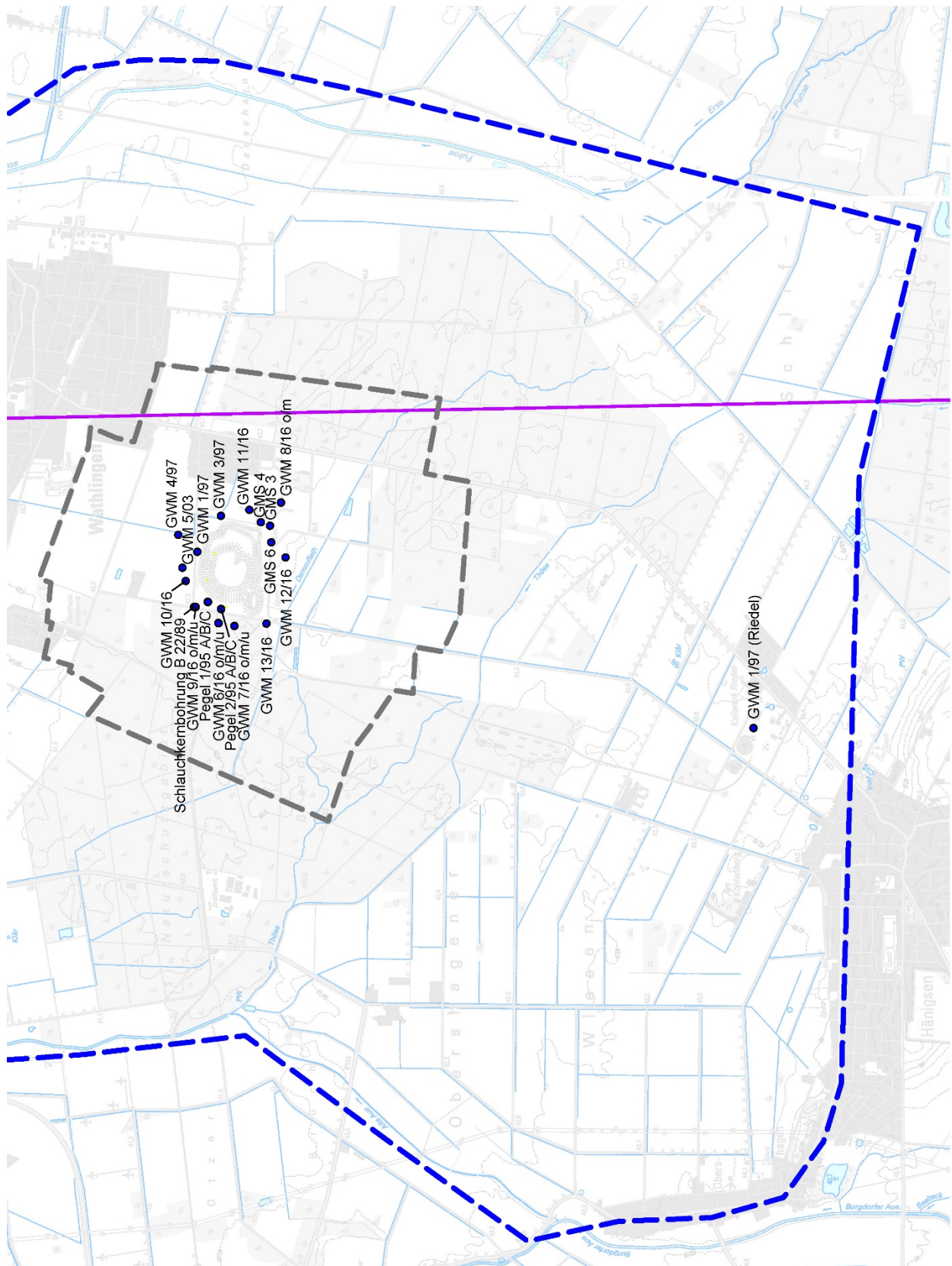


Abb. 5.5.1-1: im Gutachten betrachtete Grundwassermessstellen im engeren und weiteren Untersuchungsgebiet (Maßstab ca. 1:50.000; violette Linie: Schnittspur Schnitt in Anlage 2)

Geogen bedingt hoch mineralisiertes Grundwasser (Salzwasser)

Die Bohrung/GWM 1/97 in Riedel (Lage siehe Abb. 5.5.1-1) kann als beispielhaft für die geogene Grundwasserbeschaffenheit (bedingt durch den Kontakt des GWL mit dem Hutgestein bzw., zumindest historisch, auch mit dem Salzspiegel) der im UG in den tieferen Bereichen des GWL vorhandenen hochmineralisierten Wässer angesehen werden. Die Lagekoordinaten lt. LBEG-Bohrungsdatenbank sind: Rechtswert: 3575440, Hochwert: 5818280 (Gauß-Krüger). Ihr gegenübergestellt sind die Ergebnisse der Beprobung 12/2015 an der GWM 3/97 (Anstrom Halde Niedersachsen).

Die GWM 1/97 wurde 1997 bis in eine Tiefe von 55 m u. GOK niedergebracht. In 43 m Tiefe wurde die OK Hutgestein erreicht. Verfiltert wurde sie in Mittelsanden von 40-42 m u. GOK, also rel. dicht über dem Liegendstauer.

Gemäß den damaligen bohrlochgeophysikalischen Messungen (im offenen Bohrloch) liegt der Übergang vom Süß- zum Salzwasser im Teufenbereich von 15 – 16 m u. GOK. Definiert man die Süß-/Salzwassergrenze in Anlehnung an [U44] bei 3.000 µS/cm, so ist sie an dieser GWM bei etwa 15 m u. GOK anzusetzen.

Sie wurde am 09.02.1998 beprobt (Wasserstand ca. 2,3 m u. GOK) und wies damals die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Gütedaten auf [U44].

Tab. 5.5.1-2: natürliche Grundwasserbeschaffenheit im Salzwasserbereich

Parameter	Einheit	GWM 1/97 (Riedel)	GWM 3/97
Lage zur Halde Niedersachsen:	-	sehr standortferner Anstrom (SO der Althalden Riedel)	standortnaher Anstrom (NO der Halde Niedersachsen)
Entnahmetiefe:	[m u. GOK]	ca. 38,3	ca. 32,3
Beprobungstermin:	-	09.02.1998 (Pumpprobe)	02.12.2015 (Schöpfprobe)
pH-Wert	[-]	9,1	7,27
Wassertemperatur	[°C]	11,9	10,9
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[mS/cm]	23,7	53,5
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	nicht gemessen	1,5
Sauerstoffsättigung	[%]		14
Redoxpotential U _H	[mV]		198
Dichte	[g/cm³]	1,012	1,023
Ammonium	[mg/l]	1,0	1,6
Nitrat	[mg/l]	< 0,1	< 0,4
Bromid	[mg/l]	7,4	11
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]	k.A.	4,49
Hydrogencarbonat	[mg/l]	211	274
CSB	[mg/l]	27	101
Chlorid	[g/l]	8,81	20,0
Calcium	[mg/l]	153	200
Kalium	[mg/l]	440	680
Magnesium	[mg/l]	37,7	33
Natrium	[g/l]	5,89	12,5
Sulfat	[mg/l]	3,8 (?) ¹⁾	548
Lithium	[µg/l]	60	10
Eisen _{gesamt}	[mg/l]	1,27	1,55

¹⁾ Gemäß Ionenbilanz müsste der Sulfatgehalt in einer Größenordnung von etwa 650-1.300 mg/l liegen.

Es handelt sich in der GWM 1/97 (Riedel) um ein eindeutig Na-Cl-dominiertes Grundwasser. Auffällig ist der hohe pH-Wert. Der Sulfatgehalt ist allerdings als ungewöhnlich (bzw. besser unplausibel) gering zu bezeichnen für natürliche Wässer (wahrscheinlich Messfehler?).

Beispielhaft sei dieser Probe in Tabelle 5.5.1-1 eine Probe aus der GWM 3/97 aus 33 m u. ROK Tiefe (d.h. ca. 32,3 m u. GOK) vom 02.12.2015 gegenübergestellt (Lage siehe Abb. 5.5.1-1). Diese GWM liegt anstromseitig östlich der Halde Niedersachsen, ein möglicher Einfluss der Halde auf die Grundwasserbeschaffenheit ist für diese GWM unwahrscheinlich.

Besonders deutliche Unterschiede zwischen den beiden Wässern bestehen hinsichtlich pH-Wert und Wassertemperatur sowie bzgl. des Sulfatgehaltes. Letzterer variiert vermutlich örtlich recht stark, je nach den Mengenanteilen an Gips/Anhydrit im Hutgestein.

In jedem Falle ist zu beachten, dass auch die standortkonkrete Beschaffenheit der Salzwässer lokal (je nach Lage zum Hutgestein, dessen Mächtigkeit, dessen chemischer Zusammensetzung, je nach Kontaktdauer usw.) rel. stark variieren wird.

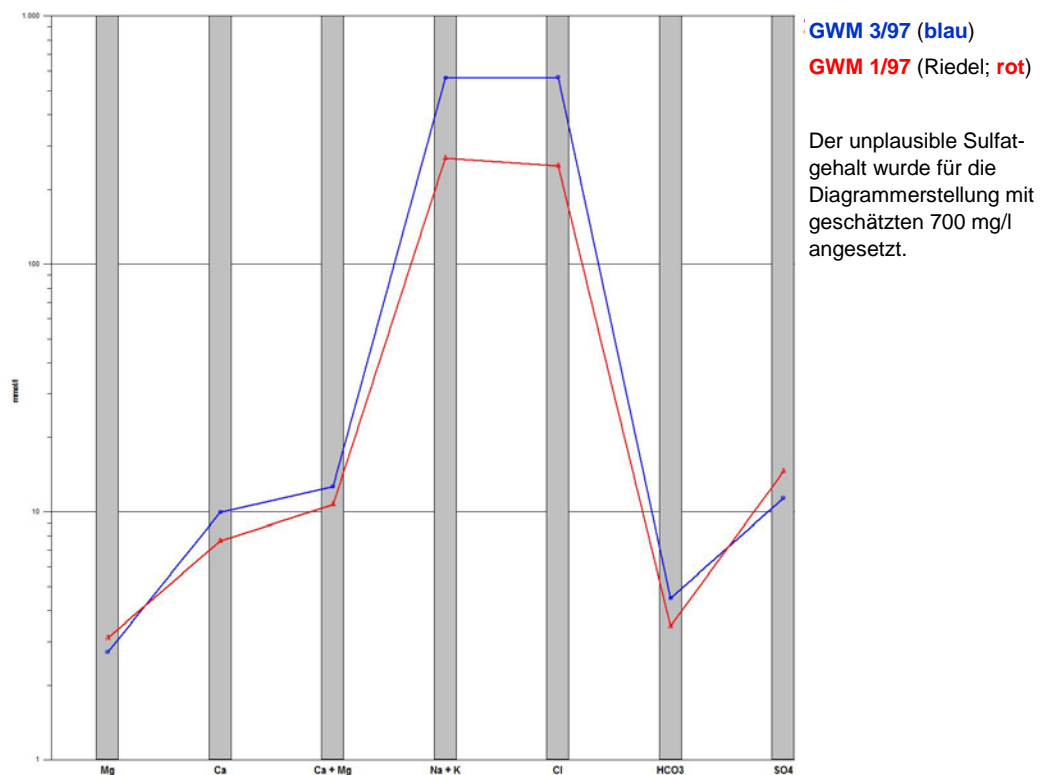


Abb. 5.5.1-2: Schöller-Diagramm zu den in Tabelle 5.5.1-2 gegenübergestellten Proben/Messstellen

Insgesamt ist festzustellen, dass sich beide Wässer, bis auf die vorstehenden Ausnahmen chemisch sehr ähneln (d.h., es liegen sehr ähnliche Relationen zwischen den einzelnen Kat- und Anionen vor) und mit hoher Wahrscheinlichkeit beide charakteristisch sind für die geogen geprägte Salzwasserbeschaffenheit der tieferen Grundwasserschichten im UG. In beiden Fällen handelt es sich um Natrium-Chlorid-Wässer. Das Wasser an der GWM 3/97 (Niedersachsen) ist lediglich etwa um den Faktor 1,5 - 2 höher mineralisiert, als das an der GWM 1/97 in Riedel.

Süßwasser, unbeeinflusst durch Haldenwässer

Zur Beschreibung der natürlichen Beschaffenheit des Süßwassers im UG, welche jedoch zwangsläufig auch anthropogen überprägt ist (insbes. Einflüsse der recht intensiven landwirtschaftlichen Nutzung des UG), wird an dieser Stelle auf die aktuelle Datenlage aus [U1] (Grundwassermonitoring 2015) zurückgegriffen.

Von den in [U1] betrachteten GWM kann für die folgenden Messstellen davon ausgegangen werden, dass sie im Grundwasseranstrom der Halde Niedersachsen liegen und insofern unbeeinflusst sind von ihr: GMS 3, GMS 4, GMS 6 und GWM 3/97 (Lage siehe Abb. 5.5.1-1).

Tab. 5.5.1-3: Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im UG/Haldenanstrom
(Entnahmetiefe 6 m bzw. 10 m)

Parameter	Einheit	GMS 3	GMS 4	GMS 6	GWM 3/97
Entnahmetiefe:	[m u. ROK]	6	6	6	10
pH-Wert	[-]	7,09	6,35	6,61	6,32
Wassertemperatur	[°C]	11,1	11,8	11,9	11,1
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[µS/cm]	392	857	473	633
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	7,3	2,3	6,1	3,6
Sauerstoffsättigung	[%]	68	22	57	34
Redoxpotential U _H	[mV]	345	239	463	275
Dichte	[g/cm³]	0,999	0,999	0,999	0,999
Ammonium	[mg/l]	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
Nitrat	[mg/l]	4,3	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Bromid	[mg/l]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]	3,26	2,89	2,32	1,66
Hydrogencarbonat	[mg/l]	199	176	142	102
CSB	[mg/l]	50	78	89	44
Chlorid	[mg/l]	< 10	30	20	60
Calcium	[mg/l]	56	29	42	34
Kalium	[mg/l]	22	93	19	29
Magnesium	[mg/l]	4,2	6,0	5,5	7,7
Natrium	[mg/l]	9,9	89	38	55
Sulfat	[mg/l]	28	200	79	105
Lithium	[µg/l]	20	< 10	< 10	< 10
Eisen _{gesamt}	[mg/l]	0,12	2,1	1,0	8,6

Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Analysendaten von 12/2015 vermitteln einen Überblick über die typische Grundwasserbeschaffenheit im UG (Haldenanstrom) und die möglichen Spannbreiten der einzelnen Parameter. Von den aufgeführten 4 GWM wird nur die GWM 3/97 schon sehr lange beobachtet (seit 1997). Die bei ihr 2015 bestimmten Stoffgehalte decken sich bzgl. der besonders standortmaßgeblichen Parameter K, Na, Ca, Mg, Cl und SO₄ gut mit den Daten der Vorjahre, so dass sie als repräsentativ eingeschätzt werden kann.

Entsprechende Diagramme zu den langjährigen Messreihen können [U1] entnommen werden (Anlage 13).

Das Grundwasser ist als schwach sauer bis neutral einzustufen. Nitrat und Ammonium sind i.d.R. wenig bis nicht enthalten. Relativ oberflächennah (Beprobungshorizonte ca. 3 bis 7 m unter Grundwasseroberfläche) ist das Grundwasser sauerstoffhaltig, jedoch nicht gesättigt. Es treten leicht bis deutlich erhöhte Eisen_{gesamt}-Gehalte auf. In den Wässern dominieren zumeist Hydrogenkarbonat und Sulfat; Chlorid spielt eine nur untergeordnete Rolle. Kationenseitig dominieren Calcium, Natrium und Kalium mit je nach Standort unterschiedlichen Mengenanteilen.

5.5.2 Abstrombereich der Halde

Salzwasser

Beispielhaft seien an dieser Stelle die Wasserbeschaffenheiten in 25 m Tiefe gegenübergestellt, an den GWM 1/97 und GWM SKB 22/89 (jeweils Abstrom) und der GWM 3/97 (Anstrom).

Tab. 5.5.2-1: Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im Salzwasserbereich (25 m Tiefe) im Halden-abstrom und -anstrom

Parameter	Einheit	GWM 3/97	GWM 1/97	GWM SKB 22/89
Lage zur Halde:	-	Anstrom (NO der Halde)	Abstrom (N der Halde)	Abstrom (NW der Halde)
Entnahmetiefe:	[m u. ROK]	25	25	25
Beprobungstermin:	-	02.12.2015	03.12.2015	14.12.2015
pH-Wert	[-]	7,03	6,84	6,36
Wassertemperatur	[°C]	11,0	10,6	9,9
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[mS/cm]	44,2	60,2	44,8
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	1,9	3,9	1,4
Sauerstoffsättigung	[%]	18	36	12
Redoxpotential U _H	[mV]	217	217	270
Dichte	[g/cm³]	1,018	1,025	1,018
Ammonium	[mg/l]	< 1,3	< 1,3	< 1,3
Nitrat	[mg/l]	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Bromid	[mg/l]	6,2	15	7,4
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]	4,11	2,53	1,46
Hydrogencarbonat	[mg/l]	251	154	89
CSB	[mg/l]	39	32	18
Chlorid	[g/l]	16,1	22,3	15,9
Calcium	[mg/l]	156	193	173
Kalium	[mg/l]	445	945	821
Magnesium	[mg/l]	21	42	26
Natrium	[g/l]	10,2	13,9	9,7
Sulfat	[mg/l]	439	577	464
Lithium	[µg/l]	10	10	20
Eisen _{gesamt}	[mg/l]	1,73	2,17	0,29

Die vorstehende Tabelle verdeutlicht die hydrochemische Ähnlichkeit der beiden (Salz-)Wässer an den GWM 3/97 und SKB 22/89 in der Teufe von 25 m u. ROK. Größere Unterschiede sind kaum erkennbar. Lediglich Hydrogencarbonatgehalt, CSB und Eisengehalt verringern sich in Fließrichtung recht deutlich und der Kaliumgehalt erhöht sich, wobei die beiden GWM nicht unmittelbar auf einer Strombahn liegen.

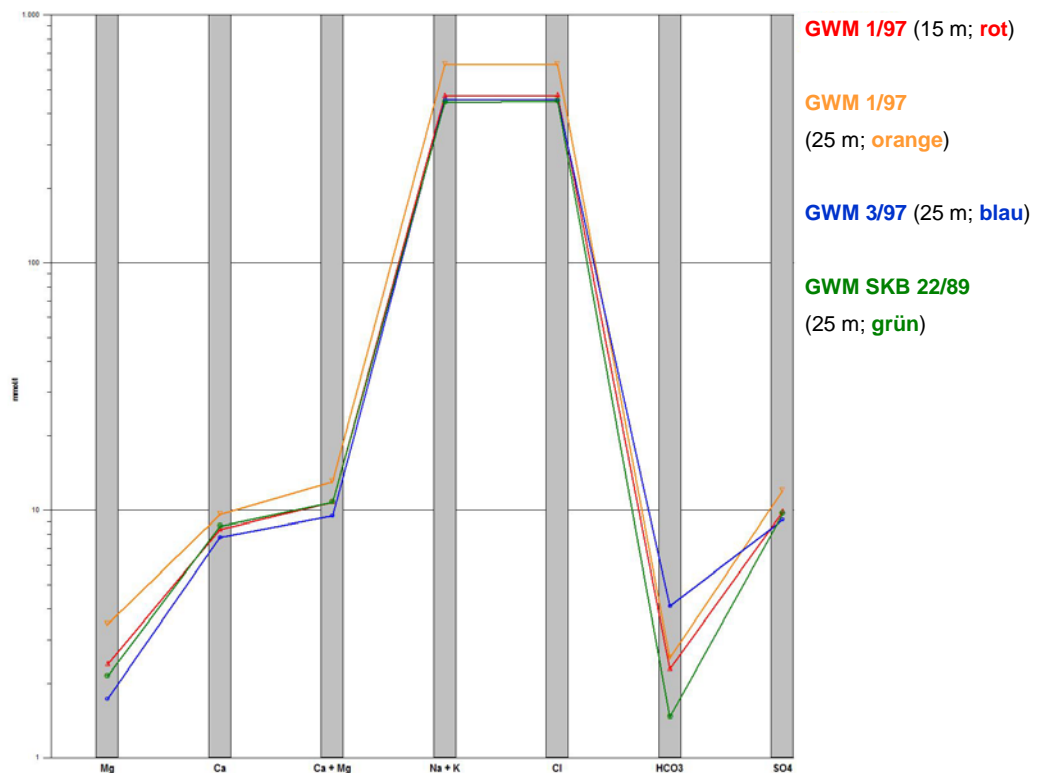


Abb. 5.5.2-1: Schöller-Diagramm zu den in Tabelle 5.5.2-1 gegenübergestellten Proben/Messstellen

Die sehr nahe nördlich der Halde gelegene Abstrom-GWM 1/97 ist hydrochemisch den beiden anderen GWM ebenfalls sehr ähnlich (im Sinne der Relation der Gehalte der einzelnen Wasserinhaltsstoffe zueinander). Sie zeichnet sich in 25 m Tiefe jedoch durch eine etwas höhere Gesamtmineralisation aus, als die beiden anderen in Tab. 5.5.2-1 betrachteten GWM. Dies spiegelt sich wider in etwas höheren Gehalten an Na, Cl, K, Ca, Bromid und Sulfat sowie einer etwas höheren Dichte. Dagegen ist die in den beiden Grundwassermessstellen GWM 3/97 und SKB 22/89 in 25 m Tiefe angetroffene Wasserbeschaffenheit nahezu identisch mit der in der GWM 1/97 in 15 m Tiefe.

Ein Haldeneinfluss ist im *Salzwasserbereich* bezogen auf die Grundwassermessstellen GWM 3/97 und SKB 22/89 nicht erkennbar. Für die sehr nahe abstromig der Halde gelegene GWM 1/97 lässt sich dies nicht eindeutig beurteilen. Ein gewisser Haldeneinfluss auf die Stoffgehalte im Salzwasserbereich kann hier anhand der derzeitigen Datenlage nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Abbildung 5.5.2-1 gibt allerdings keine Hinweise auf derartige Einflüsse.

Süßwasser im Haldenabstrom

Bzgl. der Gesamtdatenlage sei an dieser Stelle erneut auf die Beprobungsergebnisse von 12/2015 in [U1] verwiesen.

Aufgrund der relativ großen Anzahl an Grundwassermessstellen vor Ort kann hier nur eine beispielhafte Auswahl der Daten und Messstellen im GW-Abstrom aufgeführt und dem GW-Anstrom (siehe Tab. 5.4.1-1) gegenübergestellt werden.

Tab. 5.5.2-2: Grundwasserbeschaffenheit 12/2015 im Süßwasserbereich (5,5 bzw. 10 m Tiefe) im Haldenabstrom

Parameter	Einheit	GWM 1/95C	GWM 2/95C	SKB 22/89	GWM 1/97
abstromige Lage zur Halde:	-	NW	NW	NW	N
Entnahmetiefe:	[m u. ROK]	5,5	5,5	10	10
Tiefenlage Mineralisationssprung:	[m u. ROK]	>10	>10	ca. 14,5	ca. 11,5
Beprobungstermin:	-	03.12.2015	14.12.2015	14.12.2015	03.12.2015
pH-Wert	[-]	6,54	6,72	5,63	7,34
Wassertemperatur	[°C]	10,7	9,8	9,9	10,9
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[µS/cm]	209	801	692	1.989
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	5,0	3,5	1,8	5,6
Sauerstoffsättigung	[%]	45	28	16	51
Redoxpotential U_H	[mV]	424	378	352	477
Dichte	[g/cm³]	0,999	0,999	0,999	0,999
Ammonium	[mg/l]	< 1,3	< 1,3	< 1,3	< 1,3
Nitrat	[mg/l]	3,6	1,5	< 0,4	1,7
Bromid	[mg/l]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,5
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]	<0,3	1,01	1,34 (15 m)	2,06
Hydrogencarbonat	[mg/l]	8	62	83 (15 m)	126
CSB	[mg/l]	22	114	15	< 15
Chlorid	[mg/l]	20	110	100	430
Calcium	[mg/l]	15	14	34	89
Kalium	[mg/l]	15	31	18	91
Magnesium	[mg/l]	3,4	4,3	9,2	13
Natrium	[mg/l]	6,7	130	64	241
Sulfat	[mg/l]	50	146	148	207
Lithium	[µg/l]	10	< 10	< 10	< 10
Eisen_{gesamt}	[mg/l]	0,03	4,6	0,08	< 0,01

Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Analysendaten von 12/2015 vermitteln beispielhaft einen Überblick über die typische Grundwasserbeschaffenheit im Süßwasserbereich im Haldenabstrom (5,5 bis 10 m Tiefe) und die möglichen Spannbreiten der einzelnen Parameter.

Die Probe aus 10 m Tiefe aus der GWM 1/97 liegt mit ihrer elektr. Leitfähigkeit von knapp 2.000 µS/cm und einer Gesamtmineralisation von aktuell 1.200 mg/l bereits im Übergangsbereich von Süßwasser zu höher mineralisierten Wässern. Die Schöpfprobe aus ihr wurde etwa 1,5 m über der Süß-/Salzwassergrenze (Bezug: 3.000 µS/cm) entnommen.

Von den aufgeführten 4 GWM wird nur die GWM 1/97 schon sehr lange beobachtet (seit 1997). Die bei ihr 2015 bestimmten Stoffgehalte decken sich bzgl. der besonders standortmaßgeblichen Parameter K, Na, Ca, Mg, Cl und SO₄ recht gut mit den Daten der Vorjahre, so dass die aktuellen Daten als repräsentativ eingeschätzt werden können. Entsprechende Diagramme zu den langjährigen Messreihen können [U1] entnommen werden ([U1]: siehe Anlage 13).

Das Grundwasser ist, analog zum Haldenanstrom (6 bis 10 m Entnahmetiefe), als schwach sauer bis neutral einzustufen. Nitrat und Ammonium sind in Spuren bzw. nicht enthalten. Rel. oberflächennah (Beprobungshorizonte ca. 3,5 bis 8 m unter Grundwasseroberfläche) ist das Grundwasser, analog zum Haldenanstrom, sauerstoffhaltig, jedoch nicht gesättigt. Es treten (mit Ausnahme der evtl. schwach deponiebeeinflussten GWM 2/95 C; siehe Kap. 5.5.4) nur geringe Eisen_{gesamt}-Gehalte auf.

In den Wässern dominieren, etwas anders als im Haldenanstrom, Hydrogenkarbonat, Sulfat und Chlorid. Die Chloridgehalte liegen, mit Ausnahme der GWM 1/97, um 20-110 mg/l, während im Haldenanstrom Gehalte von < 10 – 60 mg/l gemessen werden. Dies ist wahrscheinlich der im Haldenabstrom geringeren Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze geschuldet. Erhöhte Chloridgehalte im Süßwasserbereich >200 mg/l sind somit nur punktuell und kleinräumig an der GWM 1/97 nachweisbar. Die in Tabelle 5.5.2-2 nicht aufgeführten 5 weiteren Abstrommessstellen GWM 1/95 A/B, GWM 2/95A/B und GWM 5/03 (Beprobungshorizonte zwischen 4,0 und 9,5 m u. ROK) sind bzgl. der Chloridgehalte unauffällig (Gehalte zwischen 80 und 160 mg/l; [U1]).

Kationenseitig dominieren Calcium, Natrium und Kalium mit je nach Messstellenstandort unterschiedlichen Mengenanteilen.

Vergleicht man An- und Abstrombeschaffenheit (die lokale Besonderheit der GWM 1/97 bzgl. Cl bzw. NaCl ausklammernd), so ergeben sich, abgesehen von der o.g. Thematik Chlorid, keine signifikanten Unterschiede, die auf einen Haldeneinfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit im Süßwasserbereich hindeuten.

Dies deckt sich im Wesentlichen auch mit den Ausführungen von Braun in [U19], der anhand verschiedener Auswertungen und Betrachtungen zu der Erkenntnis kam, dass am Standort ein möglicher gewisser Einfluss der Halde auf das Grundwasser nicht ausgeschlossen werden kann, in jedem Falle derartige Effekte aber weitestgehend durch die geogenen Gegebenheiten und Vorbelastungen überlagert werden. Die von ihm für 1989-2011 u.a. diskutierten Zusammensetzungen der Wässer haben sich auch 2012-2015 nicht nennenswert verändert.

5.5.3 Süß-/Salzwassergrenze

Die Süß-/Salzwassergrenze im Untersuchungsgebiet, beschrieben durch die elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers, wird unter Berücksichtigung der regionalen, geogen geprägten Beschaffenheit des Grundwassers in [U44] mit 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ für die Leitfähigkeit angesetzt. Bei Überschreitung dieses Wertes wird das Grundwasser gemäß [U44] als „versalzen“ bezeichnet.

Diese Einstufung wird im vorliegenden Bericht genutzt, da nur für den Parameter elektrische Leitfähigkeit eine hinreichend umfangreiche und tiefenmäßig hochauflösende Datenbasis vorliegt.

Gemäß den Angaben in [U44] liegt die Süß-Salzwassergrenze an der GWM 1/97 (Riedel) bei etwa 30 m NN, was etwa 15 m u. GOK entspricht.

Praktisch erfolgt der Übergang von Süß- zum Salzwasser nicht schlagartig, sondern erstreckt sich über einen Teufenbereich von mehreren dm bis wenigen Metern, in dem die im Süßwasser i.d.R. annähernd konstante elektr. Leitfähigkeit von i.d.R. $<1 - <2,0 \text{ mS}/\text{cm}$ rapide ansteigt auf Beträge von $>5 - >10 \text{ mS}/\text{cm}$.

Gemäß Anlage 12, Anlage 7/1 sowie der Datenlage gemäß [U1] stellen sich die Gegebenheiten für den Bereich der Halde Niedersachsen wie folgt dar:

Tab. 5.5.3-1: Süß-/Salzwassergrenze im Umfeld der Halde Niedersachsen (alles ca.-Angaben)

GWM bzw. CPT	Lage der GWM/CPT zur Halde	Tiefenlage Grenze 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2015 bzw. 2016)		Tiefenlage Über- gangsbereich (2015 bzw. 2016)		Tiefenlage Über- gangsbereich (langjährig)	
		[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]	[m NN]	[m u. GOK]
GWM 1/97	Abstrom - N	31,5 - 32,5	11,0 - 12,0	29,0 - 32,5	11,0 - 14,5	27,0 - 32,5	11,0 - 16,5
GWM 3/97	Anstrom - O	25,0 - 25,5	17,6 - 18,1	23,0 - 26,0	17,1 - 20,1	22,1 - 26,1	17,0 - 21,0
GWM 4/97	Abstrom - NNO	26,0 - 27,0	15,8 - 16,8	22,0 - 28,0	14,8 - 20,8	21,8 - 28,3	14,5 - 21,0
SKB 22/89	Abstrom - NW	29,0 - 30,0	13,1 - 14,1	27,0 - 31,0	12,1 - 16,1	21,1 - 31,1	12,0 - 22,0
CPT 6/16	Abstrom - W	29,6	13,5	27,1 - 30,1	13,0 - 16,0		
CPT 7/16	Abstrom - W	29,3 - 29,8	14,0 - 14,5	26,3 - 30,3	13,5 - 17,5		
CPT 8/16	Anstrom - SO	15,2	29,0	13,2 - 16,2	28,0 - 31,0		
CPT 9/16	Abstrom - NW	29,3	14,0	27,3 - 30,3	13,0 - 16,0		

Hinweis: Die Tiefenprofilaufnahme an den 4 Alt-GWM erfolgt seit 2011 4x jährlich, auch 2015 (in 1 m-Tiefenschritten). Die CPT-Daten beruhen auf einer 1-maligen Messung im Juli 2016 ohne Tiefendiskretisierung.

Die langjährigen Angaben beruhen auf dem Zeitraum 2011-2015 bzw. bei der GWM SKB 22/89 auf dem Zeitraum 1991-2015 (mit großen zeitlichen Datenlücken).

Zeitliche Veränderungen

Die Abbildungen in Anlage 12, die Tabelle 5.5.3-1 sowie die langjährigen Datenreihen in [U1] liefern seit Beobachtungsbeginn keine Indizien für eine sich grundlegend verändernde oder gar in Richtung GOK verlagernde Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze an den 4 langjährig überwachten GWM.

Die vorhandenen Schwankungen sind in erster Linie den schwankenden Jahresniederschlägen und damit Grundwasserneubildungsraten geschuldet, die sich dann entsprechend auf die Grundwasserstände zu den einzelnen Messterminen auswirken. Die schwankenden Grundwasserstände haben offenkundig auch einen gewissen Einfluss auf die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze.

Einzig an der GWM SKB 22/89 deutet sich an, dass die tiefen Salzwässer (ca. 25 – 50 m u. GOK) früher (1991-2000) mit Beträgen um 80-130 mS/cm höher mineralisiert waren, als sie es heute (2007-2015) mit Beträgen um i.d.R. 40-90 mS/cm sind. Hintergrund bzw. Ursache für die geringeren Absolutmesswerte könnte allerdings auch der Einsatz unterschiedlicher und damit unterschiedlich genauer Feldmesstechnik sein.

Örtliche Unterschiede

Zunächst fällt auf, dass im Westen und Nordwesten der Halde Niedersachsen sehr einheitliche Verhältnisse herrschen. Hier liegt der Übergangsbereich im Umfeld der 4 vorhandenen GWM/CPT immer etwa bei 27-30,5 m NN bzw. die Süß-/Salzwassergrenze bei etwa 29,5 m NN.

Diese Tiefenlage von etwa 13-14,5 m u. GOK ist damit auch nahezu identisch mit der am Standort der GWM 1/97 im Bereich des Werkes Riedel nachgewiesenen Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze von etwa 15 m u. GOK (wassererfüllte Mächtigkeit des GWL hier ca. 40 m). Großflächig scheint diese Tiefe von um die 15 m u. GOK ein charakteristischer Wert für die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze im weiteren UG zu sein, von dem jedoch örtlich offenkundig erhebliche Abweichungen auftreten können.

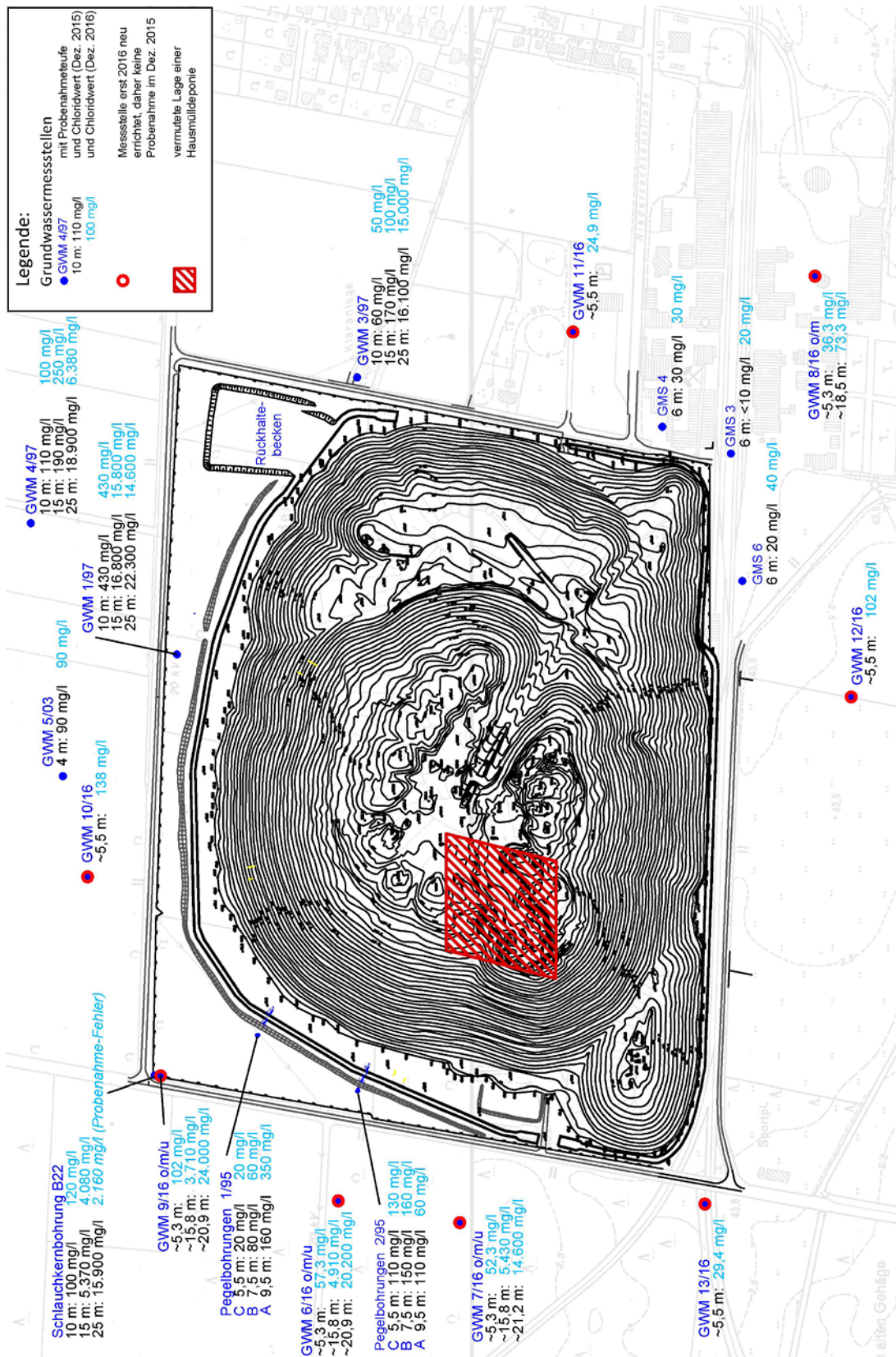


Abb. 5.5.3-1: Chloridgehalte 12/2015 und 12/2016 (Maßstab ca. 1:5.000; Ergebnisse von Proben aus Tiefen >25 m wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mit dargestellt; bei den Ergebnissen der Pumpprobenahmen 12/2016 wurde vereinfachend die mittlere Filterlage (Filterlänge: 3 m bzw. 4 m) als Probenahmetiefe „... m u. ROK“ ausgewiesen)

Im Norden der Halde liegt die Süß-/Salzwassergrenze im Umfeld der lokal auffälligen GWM 1/97 mit etwa 32 m NN (etwa 11,5 m u. GOK) etwas höher. Dies kann natürlichen lokalen geologischen Gegebenheiten geschuldet sein. Es ist jedoch auch nicht völlig auszuschließen, dass es sich hier um eine lokale Beeinflussung durch rel. kleinräumig diffus ins Grundwasser einsickernde Haldenwässer handelt, die hier auch einen leichten Einfluss auf die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze haben könnten (lokale Anhebung um etwa 2-2,5 m).

Die im östlichen Anstrom (GWM 3/97) bzw. offenkundig zumindest nicht direkt im Abstrom sondern eher etwas seitlich der Halde (GWM 4/97) liegenden beiden GWM weisen mit etwa 25,5 bzw. 26,5 m eine größere Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze auf, als die GWM im Norden und Nordwesten/Westen der Halde.

Sehr stark abweichend von allen anderen GWM stellt sich die CPT 8/16 im südöstlichen Haldenanstrom dar. Hier liegt die Süß-/Salzwassergrenze mit etwa 29 m u. GOK etwa 15 m tiefer, als z.B. westlich/nordwestlich der Halde in deren Abstromrichtung. Bezieht man die Ergebnisse der TEM-Untersuchungen [U4]^{*)} mit ein, so ergibt sich, dass sich die CPT 8/16 im nordwestlichen Hang-/Randbereich einer großflächigen Tieflage der Süß-/Salzwassergrenze befindet.

Diese Tieflage erstreckt sich etwa in der Längsachse des Salzstockes auf einer Länge von etwa 4 km bei einer Breite von etwa 1 km, max. etwa 1,5 km. Hier erreicht man die Süß-/Salzwassergrenze lt. TEM-Auswertung tlw. erst in Tiefen von etwa 50-65 m u. GOK.



Abb. 5.5.3-2: Beispielfoto TEM-Befliegung, helikoptergestützt (Quelle: <http://skytem.com/photos/>)

^{*) Hinweis: In [U4] wird mehrfach der Begriff Artefakte bzw. Modellartefakte verwendet. Damit sind in diesem Fall Bereiche/Areale in unmittelbarer Haldennähe bzw. unter der Halde gemeint, für die aufgrund von Mess- bzw. Modellfehlern keine belastbare Datenauswertung und -interpretation möglich ist.}

Für die erheblichen Unterschiede in der Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze kann es aus fachlicher Sicht verschiedene Ursachen geben, die vor Ort qualitativ relevant sind und sich vermutlich überlagern.

Zu nennen wären insbesondere:

- stark variierende wassererfüllte Mächtigkeit des Grundwasserleiters,
- sonstige hydrogeologische Gegebenheiten und geologische/hydrogeologische Inhomogenitäten wie z.B. örtliche Unterschiede in der hydraulischen Durchlässigkeit sowie
- mögliche Einflüsse der Halde durch höhermineralisierte Sickerwassereinträge.

Offensichtlich spielt auch die wasserführende Mächtigkeit des Grundwasserleiters eine erhebliche Rolle für die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze.

Die Halde liegt im nordwestlich-westlichen Randbereich der zentralen Areale des GWL über dem Salzstock mit den dortigen örtlich enormen Mächtigkeiten von bis zu etwa 90 m. Vermutlich liegt auch die CPT 8/16 bereits in einem Gebiet mit einer GWL-Mächtigkeit von etwa 70-80 m.

Unter der Halde nimmt in Richtung Westen/Nordwesten die GWL-Mächtigkeit bereits deutlich ab, da hier die OK Liegendstauer bereits deutlich ansteigt. Am Standort GWM SKB 22/89 werden bereits nur noch etwa 50 m nachgewiesen, während es z.B. an der GWM 3/97 östlich der Halde noch etwa 65 m sind.

Von der Halde aus in Richtung Nordwesten nimmt die GWL-Mächtigkeit nach Datenlage (siehe z.B. vertikale Schnittdarstellungen in [U4]) rasch weiter ab auf dann, abseits des Salzstockes, rel. großflächig repräsentative Beträge von etwa 25-30 m.

Diese erhebliche Einengung des potentiellen Abflussquerschnittes für das Grundwasser in Fließrichtung kann aus fachlicher Sicht durchaus dazu führen, dass anteilig auch das dichtere, schwerere Salzwasser „mitgeschleppt“ wird und die Süß-/Salzwassergrenze deshalb im Haldenabstrom ansteigt bzw. dort dann höher liegt, als in den Arealen mit erheblich größerer GWL-Mächtigkeit südöstlich der Halde.

Hinzu kommen, z.B. südlich und nördlich des Salzstockes nachweislich existente viele Meter bis mehrere Zehnermeter mächtige großflächig aushaltende Geschiebemergelpakete, die in den GWL eingelagert sind und den Abflussquerschnitt zusätzlich einengen und den Effekt eines Anhebens der Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze weiter verstärken können. Schnittdarstellungen auf den Seiten des Internetauftrittes des LBEG belegen diese Querschnittseinengungen (Hydrogeologischer Schnitt S1 (Wietze-Fuhse Lockergestein); LBEG, 02/2007; NIBIS-Kartenserver). Dieser Schnitt verläuft nur etwa 1 km östlich der Halde von Süd nach Nord durch das UG (siehe Anlage 2). Bezogen auf die Schachtanlagen Riedel verläuft die Schnittspur etwa 2 km östlich an ihnen vorbei.

Ob allerdings westlich/nordwestlich der Halde, abstromig der GWM SKB 22/89, auch derartige Geschiebemergelpakete im Untergrund eingelagert sind, ist derzeit nicht belegt.

Ganz allgemein kann zusammenfassend zum erst- und zweitgenannten Aspekt gesagt werden, dass auch rein geologisch-hydrogeologische Gegebenheiten zu variierenden Tiefenlagen der Süß-/Salzwassergrenze führen können (siehe hierzu auch die Ausführungen in [U19], Braun; sowie in [U4]).

Zum dritten o.g. Aspekt: Einige Indizien deuten darauf hin, dass die Basis der Halde Niedersachsen nicht flächendeckend vollständig dicht ist. Hierdurch kann im Bereich des Haldenmantels und im Bereich zwischen Haldenfuß und Haldenrandgraben örtlich vermutlich ein gewisser Eintrag von Haldenwässern in das Grundwasser erfolgen. Auch die Ergebnisse der SkyTEM-Messungen [U4] ließen sich dergestalt interpretieren bzw. wird in [U19] ein solcher Einfluss in einer nachrangigen Größenordnung als wahrscheinlich erachtet. Möglicherweise führen diese Einträge wiederum zu einer leichten Anhebung der Süß-/ Salzwassergrenze im Haldenumfeld bzw.-abstrom.

Zeitlich auflösende nachvollziehbare Belege aus dem Grundwassermonitoring hierfür gibt es allerdings keine.

In [U4] wird für den Abstrombereich der Halde „...ein Zusammenwirken geogener Versalzungen im Untergrund und der Einträge von Haldenwasser vermutet. Nach Braun (2010) ist der Einfluss der geogen bedingten Versalzung in der Tiefe des Salzsprungs bzw. unmittelbar darunter stärker als der Einfluss des Haldenwassers.“ (Braun, 2010, entspricht [U19]).

5.5.4 Ergebnisse der Beprobung 05/2016

Kenntnisstand zur Altdeponie vor der Beprobung Mai 2016

Im südwestlichen Teil der Salzhalde eingelagert und nachträglich vollständig mit Salz überschüttet und von diesem umschlossen befindet sich eine ehemalige Deponie (Lagedarstellung siehe Anlage 3.1/3.2). Früherer Betreiber der Deponie war nicht K+S, sondern die Gemeinde Wathlingen bzw. der Landkreis Celle.

Von etwa 1957 bis 1975 wurde dieser Bereich des (damaligen) westlichen Haldenfußes, während des laufenden Betriebes der Kalihalde, von der Gemeinde Wathlingen als Mülldeponie genutzt. Der in der Gemeinde Wathlingen und vermutlich auch noch in weiteren Gemeinden anfallende Müll wurde am westlichen Fuß der Halde abgekippt und regelmäßig durch Rückstandssalz des Kaliabbaus überschüttet. Während der letzten Betriebsjahre bis 1975 wurde die Deponie auch durch den Abfallzweckverband des Landkreises Celle genutzt.

Nach dem Ende der Betriebszeit der Deponie wurde der noch offenliegende Müll zusammengesoben und ebenfalls mit Abraumsalz überdeckt.

Die Altablagerung wurde durch die zuständige Abfallbehörde des Landkreises Celle dokumentiert und in das Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen aufgenommen. Sie wird dort unter der Standortbezeichnung Altablagerung Wathlingen/Kaliwerk und der Anlagennummer 351 404 402 geführt (Detailinformationen zur Altablagerung: siehe Anlage 15).

Die Ablagerungsfläche befindet sich gem. der Darstellung im Lageplan der Unterlagen des Landkreises Celle im Westen der Halde in einer Entfernung von etwa 130 – 300 m zum Weg „Zum Bröhn“. Heute reicht der Haldenfuß dort bis ca. 70 m an den Weg, der Bereich der damaligen Müllablagerung ist mit mindestens 50 m Salz überdeckt.

In den Unterlagen des Landkreises Celle sind die Fläche der Altablagerung mit 10.000 m² und das Volumen mit 30.000 m³ angegeben. Bei dem abgelagerten Müll handelt es sich nach Angaben des Landkreises um Hausmüll, Sperrmüll, Schrott, Garten-, land- und forstwirtschaftliche Abfälle, Bauschutt, Altreifen und Verbrennungsrückstände der Abfälle.

Zum Gefährdungspotential, das von der ehemaligen Mülldeponie ausgeht, lässt sich folgendes abschätzen:

Nach den konkret vorliegenden Informationen handelt es sich bei den Ablagerungen um „normalen“ Müll von Haushalten und Kleingewerbe, wie er in den 60er und 70er Jahren üblicherweise anfiel und von der kommunalen Müllabfuhr entsorgt wurde. Vermutungen oder Befürchtungen, dass dort auch Altölkanister, Altautos oder ähnliches abgelagert worden sein könnten, sind nicht belegt. Nach Ansicht der zuständigen Abfallbehörde des Landkreises besteht insofern kein konkreter Verdacht auf ein tatsächliches Gefahrenpotential.

In den im Abstrom der Mülldeponie liegenden Grundwassermessstellen SKB 22/89 und 1/95 wurden 1995 keine Auffälligkeiten gefunden, die auf den Eintritt von Schadstoffen in das Grundwasser hindeuten.

Ergebnisse der Beprobungskampagne 05/2016

Eine im Mai 2016 vorgenommene Beprobung aller vor 2016 errichteten 14 Bestands-Grundwassermessstellen im Haldenumfeld zzgl. einer Haldenwasserprobe ergab keine Hinweise auf umfangreichere Stoffeinträge durch die Altdeponie in das Grundwasser. Die Laborprüfberichte sind als Anlage 9.1 beigefügt. Anlage 9.2 enthält eine vollständige Messwertübersicht und Bewertung der vorgefundenen Analysenergebnisse.

Die Beprobung erfolgte dabei als Pumpprobe und stellt insofern eine Beschaffenheitsmischprobe über jeweils größere Filterabschnitte der einzelnen Messstellen dar. Dies führt bei den 4 GWM mit Vollverfilterung sowie auch bei der GWM 1/95 A zu einer Durchmischung von Süß- und Salzwässern. Insofern sind die Analysenergebnisse nicht vergleichbar mit denen der horizontalen Schöpfprobenahme im Rahmen des jährlichen Grundwassermonitorings. Dies ist bei der Interpretation der Analysenergebnisse der Beprobung vom Mai 2016 zu beachten.

Alle untersuchten *organischen* Schadstoffe und Schadstoffgruppen wie Mineralölkohlenwasserstoffe, BTEX, LHKW, PAK, PCB und Phenole blieben ohne jeglichen Befund, die zugehörigen Bestimmungsgrenzen und Grenz- und Richtwerte wurden unterschritten.

Auch bzgl. Blei und Quecksilber werden die Schwellenwerte der GrwV unterschritten, die Quecksilbergehalte liegen generell unter der Bestimmungsgrenze.

5.5.5 Ergebnisse der Beprobung 11-12/2016 / Gesamteinschätzung der Beprobungsergebnisse

Im November/Dezember 2016 erfolgte die Erstbeprobung der im Mai bzw. Juli 2016 neu errichteten insgesamt 15 GWM. Sie wurde, analog der Beprobung Mai 2016, als Pumpprobenahme realisiert. Grund für die Pumpprobenahme war auch hier in erster Linie die für das aktuell erheblich erweiterte Laborparameterspektrum erforderliche erheblich größere Probenmenge von etwa 4 l Grundwasser je GWM.

Zeitlich parallel dazu erfolgte im Rahmen der turnusmäßigen jährlichen Beprobung der Bestands-GWM im Rahmen des Haldenmonitorings 2016 die Beprobung aller Bestands-GWM (analog 12/2015) mittels (tiefenorientierter) Schöpfprobenahme. Turnusmäßig wurde auch eine Schöpfprobe des Haldenwassers entnommen.

Auch im Herbst 2016 blieben alle untersuchten *organischen* Schadstoffe und Schadstoffgruppen wie Mineralölkohlenwasserstoffe, BTEX, LHKW, PAK und PCB ohne jeglichen Befund, die zugehörigen Bestimmungsgrenzen und Grenz- und Richtwerte wurden unterschritten.

Einzige Ausnahme war der Phenolindex. Dieser lag an 4 GWM in einer Größenordnung von 10-20 µg/l. Der GFS-Wert von 8 µg/l wird hier insofern etwas überschritten.

Auch bzgl. Quecksilber werden die Schwellenwerte der GrwV unterschritten, die Quecksilbergehalte liegen generell unter der Bestimmungsgrenze.

Zusammenfassende Gesamteinschätzung der Beprobungsergebnisse

Nachfolgend sollen die Parameter aufgeführt und kurz diskutiert werden, die punktuell oder mehrfach auffällige Ergebnisse aufweisen und wo entsprechende relevante Richtwerte (Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA) überschritten werden.

Es sei jedoch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die GFS-Werte nur orientierenden Charakter besitzen und keine Gesetzeskraft haben. Ihre Überschreitung stellt nicht automatisch auch zugleich einen Verstoß gegen den Besorgnisgrundsatz dar. Jede Überschreitung ist einzeln zu prüfen und zu bewerten.

Tab. 5.5.4-1: Grundwasserbeschaffenheit 2016 im Haldenumfeld: Parameter mit Auffälligkeiten

Parameter	GFS 2004	Befund	Bewertung/Interpretation
Organik			
Phenolindex	8 µg/l	GFS wird an den 4 GWM 6/16 o und u , GWM 10/16 und GWM 13/16 mit 10 bzw. 20 µg/l leicht überschritten	Ursache unbekannt. Die räumliche und die Tiefenverteilung sprechen nicht dafür, dass Altdeponie oder Salzhalde die Verursacher sein könnten. Die Gehalte sind zunächst durch Folgebeprobungen zu verifizieren bzw. zu belegen, um Labormessfehler o.ä. sicher ausschließen zu können.
Kationen/Anionen			
Ammonium	0,5 mg/l	GFS wird an den 4 GWM 1/97 , GWM SKB 22/89 , GWM 2/95 C (jeweils Haldenabstrom) und GWM 4/97 (Lage seitlich nö. der Halde) leicht überschritten	Quelle ist im Wesentlichen das mitgeführte Salzwasser aus Tiefen ca. >15 m. Dies belegen die mit der Tiefe tendenziell zunehmenden Gehalte in den tiefenorientierten Schöpfproben. Bzgl. der GWM 4/97 und der GWM 2/95 C (Pferdekoppel) ist zusätzlich auch ein Einfluss der Landwirtschaft möglich.
Chlorid	--- / 250 mg/l (GrwV)	Grenzwert wird erwartungsgemäß an allen GWM mit Filterlagen im Salzwasserbereich überschritten.	Quelle ist das geogene Salzwasser aus Tiefen ca. >10- >15 m.
Fluorid	--- / 0,75 mg/l (BBodSchV) / (1,5 mg/l) (TrinkwV)	Der in der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) benannte Wert von 0,75 mg/l wird mit 1,4 mg/l an der GWM 5/03 (Haldenabstrom) sowie mit 1,2 mg/l an der GWM 8/16 o (Anstrom) leicht überschritten. Der Grenzwert der TrinkwV liegt bei 1,5 mg/l.	Ursachen für die etwas erhöhten Fluoridgehalte sind nicht bekannt. Generell weist die Unterflur-GWM 5/03 noch zahlreiche andere Besonderheiten auf (erhöhte Gehalte an Arsen, Cadmium, Cobalt, Nickel, Vanadium und Zink). Die Ursachen hierfür sind unklar. Am ehesten ist ein Einfluss durch die Landwirtschaft denkbar (Düngung, PBSM, gelegentliche Einschwemmungen von Oberflächenwasser in die GWM nach Starkniederschlägen o.ä.)! An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk denkbar. Der Grenzwert der TrinkwV für Fluorid wird unterschritten.
Sulfat	240 mg/l / 240 mg/l (GrwV)	Grenzwert wird erwartungsgemäß an allen GWM mit Filterlagen im Salzwasserbereich überschritten.	Quelle ist das geogene Salzwasser aus Tiefen ca. >10- >15 m. Die Gehalte nehmen erwartungsgemäß mit zunehmender Tiefe zu.
Metalle/Halbmatalle/Schwermetalle			
Aluminium	--- / (0,2 mg/l) (TrinkwV)	Für Aluminium existieren keine Umweltgrenzwerte. Eine Bewertung nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) ist fachlich nicht sinnvoll, da keine Grundwassernutzung, aufbereitet oder unaufbereitet, zu Trinkwasserzwecken erfolgt. Der Grenzwert der TrinkwV gilt für (aufbereitete) Trinkwasser im Wasserverteilungsnetz, nicht für Roh- oder Grundwasser im Untergrund.	Die Aluminiumgehalte sind an mehreren GWM etwas erhöht, gegenüber üblichen Hintergrundkonzentrationen. Die betroffenen GWM verteilen sich dabei rings um die Halde, d.h. sie liegen im An- und Abstrom der Halde. Die betroffenen GWM sind weitgehend identisch mit denen mit erhöhten Vanadiumbefunden. Ggf. sind ähnliche Eintragsursachen denkbar (Landwirtschaft; atmosphärische Deposition). Gehalte ggf. auch geogen bedingt (Aluminium ist das am häufigsten vorkommende Metall in der Erdkruste). Aluminium wird durch natürliche Verwitterungsprozesse von Mineralen freigesetzt. An den GWM mit langen Filterlagen im Salzwasserbereich nimmt der Gehalt mit der Tiefe zu.
Arsen	10 µg/l / 10 µg/l (GrwV)	GFS wird an den 4 GWM 2/95 B und GWM 2/95 C (jeweils Halden- bzw. Deponieabstrom) sowie GWM 8/16 o und GWM 11/16 (jeweils Haldenanstrom) überschritten. Bei den beiden erstgenannten GWM bestätigen sich 12/2016 die Befunde von 05/2016.	Die erhöhten Gehalte stellen zum einen ein rein punktuell Problem an der Messstellengruppe GWM 2/95 dar, und auch nur in der Wassertiefe von 4-8 m. In einer Tiefe von 8-10 m sind nur noch 4-8 µg/l nachweisbar. Die Ursache für die erhöhten Gehalte ist nicht belegt. Nicht völlig auszuschließen ist ein Zusammenhang mit der Hausmülldeponie innerhalb der Salzhalde. Tlw. führt einfach nur der Abbau eingetragener organischer Substanz zu Redoxprozessen, die im Untergrund als Feststoff gebundenes Arsen mobilisieren. An den beiden anderen GWM ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk denkbar.
Barium	0,34 mg/l	GFS wird nur in der GWM 9/16 m (Haldenabstrom) leicht überschritten	Ursache unbekannt. Die Gehalte sind zunächst durch Folgebeprobungen zu verifizieren bzw. zu belegen, um Labormessfehler o.ä. sicher ausschließen zu können.
Blei	7 µg/l / 10 µg/l (GrwV)	GFS wird an der GWM SKB 22/89 leicht überschritten sowie rel. deutlich an der GWM 8/16 o (40 µg/l)	Quelle an der GWM SKB 22/89 ist das geogene Salzwasser aus Tiefen ca. >15 m. Die Gehalte nehmen mit zunehmender Tiefe zu. An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten.

Fortsetzung auf Folgesseite

Tabellenfortsetzung von vorhergehender Seite

Parameter	GFS 2004	Befund	Bewertung/Interpretation
Metalle/Halbmatalle/Schwermetalle			
Cadmium	0,5 µg/l / 0,5 µg/l (GrwV)	GFS wird mit 3,1 bzw. 4,1 µg/l an der GWM 5/03 (Haldenabstrom) deutlich überschritten sowie an den GWM 1/97 , GWM 10/16 (jeweils ebenfalls Abstrom) und GWM 12/16 (Haldenanstrom) leicht.	Die Überschreitung an der GWM 5/03 ist nicht unerheblich (ca. Faktor 6-8). Eine Ursache für den erhöhten Cadmiumgehalt ist nicht bekannt. Generell weist die Unterflur-GWM 5/03, ähnlich der benachbarten GWM 10/16 noch zahlreiche andere Besonderheiten auf (s.o.: Ausführungen beim Parameter Fluorid). Auch bei der GWM 12/16 erscheint höchstens die Landwirtschaft als Verursacher denkbar. In der GWM 1/97 ist der Gehalt offenkundig geogen bedingt (Nachweis nur in 35 und 41 m Tiefe)
Chrom_{gesamt}	7 µg/l	GFS (für Cr-III) wird mit 15 µg/l nur in GWM 8/16 o überschritten.	Als Ursache ist am ehesten ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten (Auffälligkeiten in GWM 8/16 o auch bei: As, Pb, Cu, Ni, Va und Zn).
Cobalt	8 µg/l	GFS wird an insgesamt 5 GWM (GWM 1/95 C , GWM 9/16 o , GWM 10/16 , GWM 12/16 und GWM 5/03) rings um die Halde teils moderat, teils sehr erheblich überschritten	Die Ursachen für die Überschreitungen sind unklar. Die Unterflur-GWM 5/03 weist generell noch zahlreiche andere Besonderheiten auf (s.o.: Ausführungen beim Parameter Fluorid). An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten. An den Standorten GWM 10/16, GWM 12/16 und GWM 5/03 sind landwirtschaftliche Einflüsse am wahrscheinlichsten.
Eisen	---	Für Eisen existieren keine Umweltgrenzwerte.	Umweltgrenzwerte werden nicht überschritten. Die vorgefundenen Eisengehalte von 0,6 bis <30 mg/l Eisen _{gesamt} sind nicht ungewöhnlich für Grundwässer. Typischerweise treten sie als echt gelöstes Fe II bei reduzierenden Milieuverhältnissen im GWL auf, wie sie am Standort wohl auch überwiegend zu verzeichnen sind.
Kupfer	14 µg/l	GFS wird aktuell an den beiden GWM 6/16 u und GWM 7/16 u minimal überschritten und an der GWM 8/16 o rel. deutlich..	Quelle ist an den beiden westlich der Halde liegenden GWM mit hoher Wahrscheinlichkeit das Salzwasser aus Tiefen ca. >15 m. An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten.
Mangan	---	Für Mangan existieren keine Umweltgrenzwerte.	Umweltgrenzwerte werden nicht überschritten. Die vorgefundenen Mangangehalte von 0,01 bis 1,8 mg/l Mangan _{gesamt} sind nicht ungewöhnlich für Grundwässer. Typischerweise treten sie als echt gelöstes Mn II bei reduzierenden Milieuverhältnissen im GWL auf, wie sie am Standort wohl auch überwiegend zu verzeichnen sind.
Nickel	14 µg/l	GFS wird an insgesamt 11 GWM rings um die Halde überschritten.	Die Ursachen für die Überschreitungen sind überwiegend unklar. Die Unterflur-GWM 5/03 weist generell noch zahlreiche andere Besonderheiten auf (s.o.: Ausführungen beim Parameter Fluorid). An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten. An den Standorten GWM 10/16, GWM 12/16 und GWM 5/03 sind landwirtschaftliche Einflüsse am wahrscheinlichsten.
Thallium	0,8 µg/l	GFS wurde 05/2016 mit 1,5-2,8 µg/l an fünf GWM 1/97 , GWM 4/97 , GWM 1/95 A und GWM SKB 22/89 überschritten.	Alle Befunde bestätigten sich 11-12/2016 nicht. Parameter ist weiter mit zu überwachen.
Vanadium	4 µg/l	GFS wird an insgesamt 11 GWM rings um die Halde überschritten.	Die Ursachen für die Überschreitungen sind unklar. Die Befunde verteilen sich scheinbar wahllos um die Halde, sowohl im An- als auch im Abstrom. Halde und/oder Altdeponie als Ursache erscheinen als sehr unwahrscheinlich. Quelle bei den 4 lang verfilterten GWM ist das mitgeförderte Salzwasser aus Tiefen ca. >15 m. Dies belegen die mit der Tiefe tendenziell zunehmenden Gehalte in den tiefenorientierten Schöpfproben. An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten.
Zink	58 µg/l	GFS wird an insgesamt 7 GWM rings um die Halde überschritten.	Quelle bei den lang verfilterten GWM ist das mitgeförderte Salzwasser aus Tiefen ca. >15 m. Dies belegen die mit der Tiefe tendenziell zunehmenden Gehalte in den tiefenorientierten Schöpfproben. An der GWM 8/16 o ist ein Einfluss des Altstandortes ehem. Kaliwerk zu vermuten. Die Unterflur-GWM 5/03 weist generell noch zahlreiche andere Besonderheiten auf (s.o.: Ausführungen beim Parameter Fluorid). An den Standorten GWM 10/16, GWM 12/16 und GWM 5/03 sind landwirtschaftliche Einflüsse am wahrscheinlichsten.

GFS – Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA 2004

Es ist nicht völlig auszuschließen, dass die vorgefundenen erhöhten Arsengehalte in den GWM 2/95 B und C auf Einflüsse durch die Hausmülldeponie zurückzuführen sind, ebenso ggf. (zumindest anteilig) auch die erhöhten Vanadiumgehalte in diesen beiden GWM.

Indizien für einen gewissen (zumindest früheren und ggf. jetzt abklingenden) Austrag organischer Substanz aus der Altdeponie in das Grundwasser liefern die erhöhten Messwerte für TOC und CSB in diesen beiden Messstellen. Quelle hierfür ist die üblicherweise auf Hausmülldeponien mit abgelagerte Biomasse u.ä. Der mikrobiologische Abbau dieser Substanzen (z.B. Huminstoffe usw.) im Grundwasserleiter führt wiederum zu einer Sauerstoffzehrung im Grundwasser, es kommt zu reduzierenden Milieuverhältnissen (Sauerstoffsättigung vor Ort trotz geringen GW-Flurabstandes nur <1%).

Andererseits ist ein Zusammenhang der Befunde in der GWM 2/95 mit der Altdeponie unter strömungstechnischen Aspekten eher sehr unwahrscheinlich, da sich ja in den GWM 2/95 B und C keine höher mineralisierten Wässer finden, so dass sie unter diesem Gesichtspunkt eindeutig als unbeeinflusst von der Kalirückstandshalde (inkl. Altdeponie) einzustufen sind.

Insgesamt kann anhand der vorstehenden Ausführungen mit derzeitigem Kenntnisstand auch weiterhin davon ausgegangen werden, dass *von der Altdeponie* der Gemeinde Wathlingen innerhalb der Salzhalde *keine erheblichen Umweltgefährdungen* ausgehen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist die Altdeponie im heutigen Zustand von auflastbedingt rekristallisiertem Salz weitgehend umschlossen und damit weitgehend inertisiert. Eine vertikale Durchströmung mit Sickerwasser erfolgt wahrscheinlich nicht mehr.

Negative Auswirkungen der Kalirückstandshalde auf die Grundwasserbeschaffenheit im Haldenumfeld, insbes. auch in der Süßwasserzone, sind nicht erkennbar.

5.5.6 Haldenwasser

Beispielhaft für die Haldenwasserbeschaffenheit sind hier die Daten der aktuellsten berichtsmäßig bereits dokumentierten Beprobung aus [U1] aufgeführt. Die Ergebnisse der beiden Beprobungen 2016 können Anlage 9.3 entnommen werden.

Tab. 5.5.5-1: Haldenwasserbeschaffenheit 12/2015

Parameter	Einheit	Haldenwasser
pH-Wert	[-]	7,49
Wassertemperatur	[°C]	8,1
elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	[mS/cm]	232
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	5,7
Sauerstoffsättigung	[%]	50
Redoxpotential U _H	[mV]	k.A.
Dichte	[g/cm³]	1,144
Ammonium-Stickstoff	[mg/l]	0,5
Nitrit-Stickstoff	[mg/l]	0,02
Nitrat	[mg/l]	1,5
Bromid	[mg/l]	18
Säurekapazität pH 4,3	[mmol/l]	0,82
Hydrogencarbonat	[mg/l]	50
AOX	[µg/l]	<50
CSB	[mg/l]	<15
Chlorid	[mg/l]	131.000
Calcium	[mg/l]	850
Kalium	[mg/l]	240
Magnesium	[mg/l]	20
Natrium	[mg/l]	86.500
Sulfat	[mg/l]	1.990
Cadmium	[µg/l]	< 5
Eisen _{gesamt}	[mg/l]	0,29
Chrom	[µg/l]	< 10
Kupfer	[µg/l]	< 10
Lithium	[µg/l]	21
Nickel	[µg/l]	< 20
Blei	[µg/l]	< 10
Quecksilber	[µg/l]	< 0,2
Fischeitest	[G EI]	25

Die Gütedaten liegen in einer vergleichbaren Größenordnung, wie die Daten der Beobachtungsjahre davor (Überwachung seit 2007). Die vorhandenen Schwankungen (siehe [U1]) hängen im Wesentlichen mit der Beschaffenheitsabhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen in den Tagen vor der jeweiligen Beprobung ab (Verdünnungseffekte, Erosionseffekte, Aufkonzentrationseffekte durch Verdunstung u.ä.) zusammen. Die Schwermetallgehalte im Haldenwasser werden seit dem Monitoringjahr 2012 mit überwacht.

Die vorstehenden Messwerte belegen, dass es sich bei dem Haldenwasser um ein nahezu ausschließliches Natrium-Chlorid-Wasser handelt.

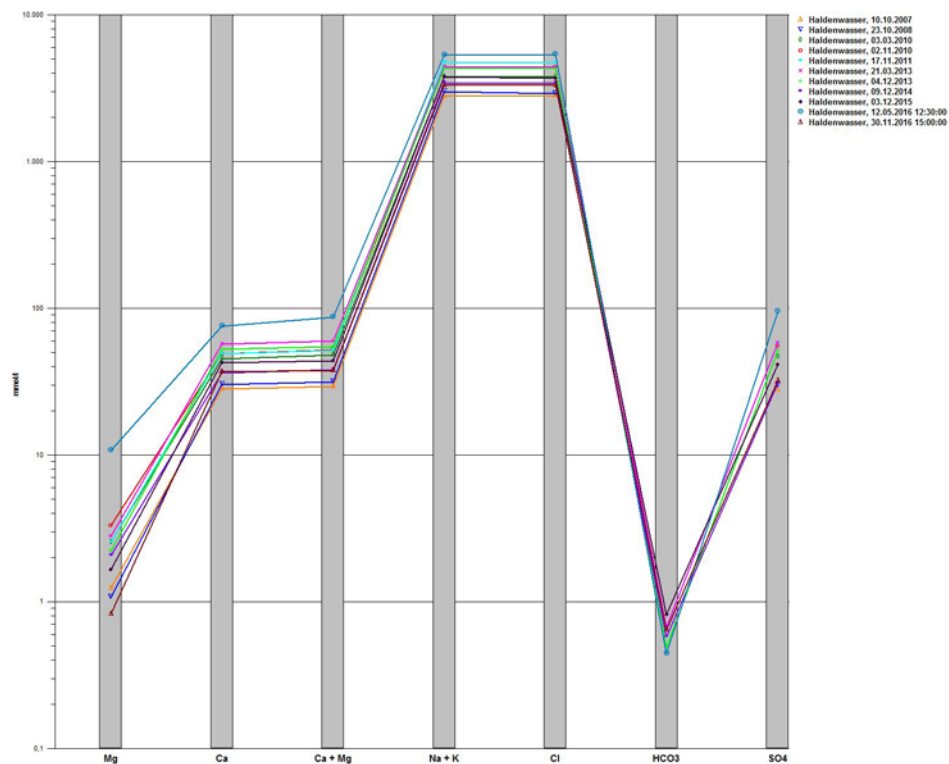


Abb. 5.5.6-1: Schöller-Diagramm zu den Ergebnissen der Haldenwasserbeprobungen 2007-2016

Die anfallenden Haldenwässer werden vor Ort im abgedichteten Haldengraben gefasst und zunächst einem Rückhaltebecken (RHB) zugeführt, dessen Sohle ebenfalls gedichtet ist. Von hier aus erfolgt die Einleitung des Wassers nach untertage zwecks Flutung der Grube Niedersachsen.

5.6 Grundwassernutzungen

5.6.1 Bestehende Nutzungen

Trinkwassergewinnung

Im Bereich des weiteren Untersuchungsgebietes und auch in seinem näheren Umfeld sind keine Trinkwasserschutz- bzw. Trinkwasservorranggebiete ausgewiesen. Grundwasserentnahmen zur Trinkwassergewinnung finden nicht statt ([U44], [U62]). Eine Beeinflussung von Trinkwasserschutzgebieten durch die Halde Niedersachsen oder deren geplante Abdeckung ist ausgeschlossen.

Deutlich außerhalb des weiteren Untersuchungsgebietes befinden sich verschiedene Wasserwerke inkl. TW-Schutzgebieten, die jedoch aufgrund ihrer Lage (anstromseitig oder außerhalb des Abstrombereiches des Salzstocks) und ihrer Wasserförderung aus pleistozänen Grundwasserleitern aus hydraulischer Sicht nicht mit dem Untersuchungsgebiet kommunizieren.

Die im weiteren Umfeld des Untersuchungsgebietes gelegenen Wasserwerke Burgdorf und Burgdorfer Holz befinden sich im Anstrombereich; das Wasserwerk Ramlingen weit westlich außerhalb des Abstrombereiches des Salzstockes. Diese Wasserwerke fördern Wasser aus den pleistozänen Grundwasserleitern.

Wassergewinnung zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken

Das Untersuchungsgebiet ist im Wesentlichen durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Zur Beregnung der landwirtschaftlich genutzten Flächen werden innerhalb des Untersuchungsgebietes eine Vielzahl von Beregnungsbrunnen betrieben. Die gestattete Aufbringungsmenge (im Sinne einer zusätzlichen künstlichen Regenspende bzw. „Zusatzregenmenge“) ist auf max. 800 m³ pro Jahr und Hektar limitiert [Stand 1998, U44]. Sie erfolgt aus dem pleistozänen Grundwasserleiter, der randlich des Untersuchungsgebietes etwa 25-30 m Mächtigkeit besitzt.

Die Brunnen werden von Beregnungsverbänden unterhalten. Die teilflächenbezogene Zuständigkeit der einzelnen Beregnungsverbände im Untersuchungsgebiet ist aus [U44] ersichtlich.

Für das UG (wasserbilanz-)relevant sind im Wesentlichen die Beregnungsverbände Wathlingen, Hänigsen, Obershagen sowie, randlich westlich, Otze. Informationen zu tatsächlichen Entnahmemengen liegen nicht vor. Die konkreten Brunnenanzahlen können [U44] entnommen werden.

Lt. derzeitigem Kenntnisstand laufen die aktuellen diesbezüglichen Wasserrechte im LK Celle zum 31.12.2016 aus und befinden sich deshalb derzeit in der Neubeantragung. Die diesbezüglichen Wasserrechte in der Region Hannover sind wohl unbefristet erteilt worden (betrifft z.B. Beregnungsverbände Hänigsen und Obershagen).

Weiterführende Details zur aktuellen Genehmigungslage sind aus dem Wasserbuch des Landes Niedersachsen ersichtlich [U63]. Dort wird aktuell z.B. für den *Bewässerungsverband Wathlingen* ein summiertes Wasserrecht für 179 Bewässerungsbrunnen ausgewiesen. Es gestattet die Entnahme von max. 1,4389 Mio. m³/a in Summe aus diesen Brunnen als Mittelwert über den Zeitraum von 7 Jahren. Dies entspricht rein rechnerisch etwa 8.040 m³/a bzw. formal 66 m³/d je Brunnen (bei fiktivem Ansatz einer 4-monatigen Beregnungsdauer je Jahr). Die o.g. *flächenbezogene Limitierung* der Beregnung von max. 800 m³/(a * ha) gilt auch aktuell noch, ausgewiesen als max. 560 mm in 7a bzw. im Mittel 80 mm/a.

Sonstige Grundwassernutzungen

Die Grundwasservorräte im Bereich des Salzstockes besaßen in der Vergangenheit hauptsächlich für die Wasserversorgung des Kali- und Steinsalzbergwerkes Niedersachsen – Riedel eine wasserwirtschaftliche Bedeutung. Seit Stilllegung des Förderbetriebes wurde die Wasserentnahme eingestellt, d.h. vor mittlerweile etwa 20 Jahren.

Grundwasserabsenkungen im Rahmen von baulichen Maßnahmen werden im Untersuchungsgebiet nur zeitlich begrenzt vorgenommen, permanente Grundwasserabsenkungen existieren keine [U44]. Des Weiteren existieren Feuerlöschbrunnen und wahrscheinlich auch einige Brunnen für private Bewässerungszwecke (Hausgärten). Ihre Entnahmeraten sind jedoch üblicherweise vernachlässigbar gering.

Kaliabraumhalde Niedersachsen - Haldenwasserversenkung

Lt. [U44] wurden die Niederschlagswässer der Halde während der Betriebszeit der Grube in der Produktion verwendet bzw. in Oberflächengewässer eingeleitet. Nach Einstellung der Produktion wurde begonnen, die anfallenden Haldenwässer über Bohrungen in das Hutgestein des Salzstockes zu versenken.

2004 wurde dann begonnen, das anfallende Haldenwasser anteilig zur Flutung des Bergwerkes zu nutzen. Seit 2006 wird das Haldenwasser überwiegend zur Flutung genutzt und nur noch nachrangig, bei Starkregenereignissen, zusätzlich anteilig in das Hutgestein versenkt.

Die in den vergangenen Jahren in die Grube eingeleiteten Haldenwassermengen variierten im Zeitraum 2007-2015 zwischen etwa 45 und 80 Tm³/a. Die Versenkmengen schwankten in diesem Zeitraum, insbes. niederschlagsintensitätsabhängig, sehr stark und variierten zwischen 0 und 16,5 Tm³/a. Im Zeitraum 2007-2015 wurden somit im Mittel nur noch etwa 11 - 12% des anfallenden Wassers versenkt, der übrige Anteil dient der Bergwerksflutung. Die mittlere Versenkmenge lag im Zeitraum 2007-2015 bei etwa 8.060 m³/a.

Bis 2002 wurde der Versenkbrunnen Br. 2/97A genutzt. Er weist eine Bohrendteufe von 100,5 m auf und reicht damit bis in eine Tiefe von -57,5 m NN in das Hutgestein. Dessen OK wurde in 93 m Tiefe angetroffen. Der aktive Versenkhorizont liegt damit in dieser Bohrung in einer Tiefe von etwa 95,3 (UK Sperrverrohrung/Zementierung) bis 100,5 m.

Seit 2003 werden zwei andere Versenkbrunnen mit variierenden Mengenanteilen zur Versenkung genutzt. Diese beiden aktuell noch in Nutzung befindlichen Versenkbrunnen 3A/2002 (Schrägbohrung, 12° aus der Lotrechten) und 1/96 sind ebenfalls 100,7 m bzw. 100,4 m tief gebohrt und nutzen denselben Versenkhorizont in etwa 95-100 m Tiefe.

Alle drei Versenkbohrungen liegen nordöstlich nahe der Halde, westlich des Rückhaltebeckens.

Bzgl. Haldenwasserbeschaffenheit sei an dieser Stelle auf Kap. 5.5.6 verwiesen.

Die bisherigen langjährigen Untersuchungen zur Grundwasserbeobachtung zur Versenkung der Haldenwässer haben keine Anhaltspunkte für eine Beeinflussung des Grundwassers oberhalb der Süß-/Salzwassergrenze ergeben. Es gab auch keine Beeinflussung der Tiefenlage dieser Grenze.

Die Versenkgenehmigung lief am 30.04.2017 aus. Eine Verlängerung wurde nicht beantragt.

5.6.2 Geplanter Brunnen RC-Platz

Veranlassung

Zur Minderung von Staubemissionen durch den Betrieb der Haldenabdeckung und der RC-Anlage wird, insbesondere zum Befeuchten der Fahrwege usw., Wasser benötigt.

Der Wasserbedarf soll aus dem Regenrückhaltebecken der RC-Anlage gedeckt werden. Das Regenrückhaltebecken wird über die Oberflächenentwässerung des RC-Platzes aufgefüllt. In Trockenperioden soll es durch einen noch zu bohrenden Brunnen nachbefüllt werden.

Nach den Erfahrungen bei der Abdeckung der Halde Friedrichshall in Sehnde wird in Trockenzeiten bei „normalen“ Betriebsbedingungen ein täglicher Verbrauch von bis zu 250 m³ erwartet.

Der geplante Brunnen soll in der Nordostecke des RC-Platzes gebohrt werden.

Beantragt werden soll eine (maximale) tägliche Grundwasserentnahme von **360 m³/d**, um auch in außergewöhnlichen Trockenperioden Wasser für den oben genannten Zweck zur Verfügung zu haben. Diese Mengenangabe gilt jedoch ausdrücklich nur unter Einhaltung der nachfolgend benannten max. Jahresentnahmemenge.

Die wöchentliche Entnahme soll 1.625 m³ nicht übersteigen, bei einem Regelbetrieb von 5 Tagen je Woche ergibt sich daraus ein durchschnittlicher Tagesverbrauch von 325 m³/d. Die maximale jährliche Entnahme soll **48.750 m³/a** nicht übersteigen. Dies entspricht 150 Tagen mit je 325 m³/d.

In hydrologischen Normaljahren werden geringere Jahres-Grundwasserentnahmemengen von nicht mehr als 37.500 m³/a erwartet.

Einordnung/Bewertung der geplanten Grundwasserentnahme

Eine detailliertere Beschreibung der Eckdaten zu dem geplanten Brunnen inkl. hydrogeologischen Angaben, einer Vorbemessung und technischen Angaben ist in Anlage 14 enthalten.

Hydraulisch sind die Auswirkungen des geplanten Brunnens sehr gering. Rechnerische Details hierzu sind Anlage 14 zu entnehmen. Der von messbaren Absenkungen betroffene Bereich hat, inkl. eines gewissen Sicherheitszuschlages, eine maximale Breite von ca. 200 m (rein rechnerisch nur von etwa 150 – 170 m).

Die Reichweite des Absenkungstrichters (mit messbaren Absenkungen) in Anstromrichtung liegt, ebenfalls inkl. eines gewissen Sicherheitszuschlages, bei max. etwa 150 – 200 m (rein rechnerisch nach SICHARDT nur bei etwa 100 m). Die von Grundwasserstandsabsenkungen betroffene Fläche beträgt somit überschlägig maximal etwa 3,1 ha („worst case“-Szenario, also im ungünstigsten Fall), praktisch wohl eher nur 1,5 – 2 ha. Außerhalb dieses Bereiches werden keine hydraulischen Auswirkungen messbar sein.

Unter Ansatz einer für den Brunnenanstrom gemäß Datenlage LBEG (mGROWA) charakteristischen Grundwasserneubildungsrate von etwa 3,2 l/(s * km²) ergibt sich für eine Entnahmemenge von 48.750 m³/a ein erforderliches Brunneneinzugsgebiet von lediglich etwa 0,485 km². Details zu dessen zu erwartender Ausformung in Anstromrichtung sind Anlage 14 zu entnehmen.

Bezogen auf den Grundwasserkörper (GWK) Nr. 55 „Wietze/Fuhse Lockergestein“ (ID: DE_GB_DENI_4_2116) mit einer Grundfläche von 981 km², in dem sich der geplante Brunnen RC-Platz befindet, steht die vorstehend genannte Grundwasserentnahme von max. 48.750 m³/a einer überschlägigen Grundwasserneubildung von etwa 305.000 m³/d, was 111,3 Mio. m³/a entspricht, gegenüber. Insofern entspricht die geplante Grundwasserentnahme etwa 0,044% der Grundwasserneubildungsmenge im betroffenen GWK.

In hydrologischen Normaljahren (geplante Entnahme etwa 37.500 m³/a) liegt dieser Betrag sogar bei nur 0,034%.

Vergleich mit Entnahmen zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken:

Vergleicht man die geplanten Entnahmemengen mit den für landwirtschaftliche Bewässerungszwecke genehmigten Entnahmemengen (siehe auch Kap. 5.6.1), so ergibt sich folgende Relation:

Für die 179 Bewässerungsbrunnen alleine nur des Bewässerungsverbandes Wathlingen sind in Summe 1,44 Mio.m³/a genehmigt. Dies entspricht rein rechnerisch 8.040 m³/a je Brunnen bzw. 66 m³/d je Brunnen (beim fiktivem Ansatz einer 4-monatigen Berechnungsdauer je Jahr).

Insofern entsprechen die im Regelbetrieb zu erwartenden Entnahmemengen von 325 m³/d der Entnahme aus 5 Bewässerungsbrunnen. Bezieht man sich auf die max. geplante Jahresentnahmemenge von 48.750 m³/a, so entspricht dies der Summe aus 6 Bewässerungsbrunnen. In hydrologischen Normaljahren (37.500 m³/a) sinkt diese Relation auf rechnerisch nur noch 4,7 Bewässerungsbrunnen.

Vergleich mit früheren Grundwasserentnahmen K+S am ehem. Werksstandort Niedersachsen:

Vergleicht man die geplanten Entnahmemengen mit den früher für K+S am Werksstandort ehem. Kaliwerk Niedersachsen genehmigten bzw. getätigten Entnahmemengen (siehe Daten in [U51]), so ergibt sich folgende Relation:

Am Werksstandort wurden Anfang der 1990er Jahre insgesamt 5 Entnahmebrunnen genutzt, Br. 4 bis Br. 8. Im Beispielsjahr 1994 wurden aus Ihnen in Summe etwa 186.000 m³/a entnommen, wobei die Mengen aus den einzelnen Brunnen sehr unterschiedlich waren: 15.300 (Br. 5) – 86.350 m³/a (Br. 4). In den 3 Vorjahren 1991-1993 lagen die Entnahmen mit 170.000 bis 208.000 m³/a in einer ähnlichen Größenordnung. Rechnerisch entsprechen die 186.000 m³/a einer täglichen Entnahmemenge von etwa 510 m³/d. Negative Auswirkungen dieser Grundwasserentnahmen auf Grundwasserstand, -beschaffenheit oder die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze in der damaligen Zeit sind keine bekannt.

Auch dieser Vergleich belegt, dass mit den angedachten Entnahmemengen von 37.500 – max. 48.750 m³/a für den geplanten neuen Brunnen am RC-Platz keine negativen Umweltauswirkungen zu erwarten sind, weder relativ kleinräumig auf den Grundwasserstand oder die Süß-/Salzwassergrenze, noch bilanziell bzw. mengenmäßig für den Grundwasserkörper insgesamt.

Fazit:

Die geplante Grundwasserentnahme bewegt sich in einer für den Grundwasserkörper bilanziell vernachlässigbaren Größenordnung. Es ist keine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands des Grundwasserkörpers zu erwarten.

6 Oberflächengewässer

Erwähnenswerte größere Standgewässer existieren innerhalb des UG nicht. Spreewald- und Irenesee, etwa 5,5 km südsüdöstlich der Halde Niedersachsen, liegen bereits außerhalb des weiteren UG.

Die im weiteren Untersuchungsgebiet vorhandenen etwas größeren Fließgewässer sind die Alte Aue, die Aue (in manchen Datenquellen/Karten auch als Fuhsekanal ausgewiesen), die Thöse, das Dammfleth und die Fuhse. Hinzu kommen im Norden des UG noch die kleineren Fließgewässer Heidegraben und Sandförthgraben. Wegen der geringen Flurabstände des Grundwassers ist es wahrscheinlich, dass für alle genannten Vorfluter eine zumindest teilweise (Randbedingung 3. Art, kolmatierte Gewässersohle) bzw. zeitweise hydraulische Anbindung zum Grundwasser besteht und sie, hydraulisch begrenzt (sogen. Leakage-Faktor), als Vorfluter für das oberflächennahe Grundwasser fungieren.

Die Strömungsrichtung in diesen Fließgewässern weist generell nach Norden; als großräumig übergeordneter Vorfluter fungiert die Aller, die ihrerseits in die Weser entwässert. Die Fließgewässer des Untersuchungsgebietes zeichnen sich durch ein geringes Gefälle aus, die Gewässersohle ist nur wenig in das Gelände eingeschnitten.

Die Thöse ist ein langsam fließendes Gewässer mit geringen Abflusswerten und kann ebenso wie das Dammfleth und die beiden o.g. Gräben, in längeren Trockenperioden vollständig oder zumindest abschnittsweise trockenfallen.

In Tabelle 6-1 sind die Kenndaten der im weiteren Untersuchungsgebiet vorhandenen Fließgewässer zusammengefasst (aus [U44]). Zur Beschreibung der Wasserbeschaffenheit wird den Gewässern in [U44] eine Belastungsstufe zugewiesen (Indikator: Chloridkonzentration); die ökologische Bewertung erfolgt in [U44] über Güteklassen gemäß der in [U51] vorgenommenen Einteilung.

Tab. 6-1: Kenndaten der Fließgewässer des Untersuchungsgebietes (überwiegend übernommen aus [U44]/[U51], einzelne Ergänzungen/Aktualisierungen)

	Thöse	Dammfleth	Sandförth-graben	Alte Aue/ Aue	Heidegraben	Fuhse
Abflussmenge (nach [U44], [U51] bzw. amtli- chen Angaben (Fuhse))	MQ: 184 l/s	k.A.	k.A.	MQ: 100 – 300 l/s	k.A.	MQ: 4,27 m³/s (Pegel Wathlingen; 1965-2013), MQ: 1,67 m³/s (Pegel Peine; 1971-2012)
Wasserbeschaf- fenheit (Chlorid)	Belastungs- stufe I	k.A.	k.A.	Belastungs- stufe II	k.A.	Belastungs- stufe I
Gewässergüte- klasse	Güteklasse II - III	k.A.	k.A.	Güteklasse II - III	k.A.	Güteklasse II - III
Naturnähe/ -ferne	naturfern	naturfern, überwiegend stark begradigt	naturfern, stark begradigt	naturfern	naturfern, stark begradigt	naturnah
Verbindung zum Grundwasser	vorhanden (bei sinkendem GW- Stand trocken)	wahrsch. vorhan- den (bei sinken- dem GW-Stand trocken)	wahrsch. vorhan- den (bei sinken- dem GW-Stand trocken)	vorhanden (niedriger GW- Flurabstand)	wahrsch. vorhanden (bei sinken-dem GW-Stand trocken)	vorhanden (niedri- ger GW- Flurabstand), fällt (bei Verlandungs- erschei- nungen am Vertei- lerwehr) zeitweise trocken
Verlauf / Lage	entspringt südlich des NSG Schilfbruch östlich der OL Hänigsen, fließt in Richtung NW und mündet westl. des ehem. Erdölwerkes in die Alte Aue	entspringt in den Waldgebieten östl. der L 131, südl. des ehem. Kali- werkes Nieder- sachsen, fließt in Richtung NW, verschwenkt in Höhe des westl. Haldenrandes hart nach SSW und mündet etwa 1,5 km südl. der Halde in die Thöse	beginnt am südwestl. Orts- rand des OT Papenhorst, fließt in Richtung NW und mündet südwestl. der OL Nienhagen in die Aue	beginnt unterdiesem Namen formal am Verteiler- wehr nördl. des Hänigse- ner OT Obershage n(Abzweig Neue Aue), fließt aus SSW in Richtung N entlang des Westrandes des UG und mündet nördlich Nienhagen in die Fuhse	beginnt im Westen der Kolonie Wathlin- gen, fließt zunächst nach WNW, ver- schwenkt dann in Höhe Halde Niedersachsen nach NNO, fließt durch Wathlin- gen und mündet wohl letztlich nordöstl. Nien- hagen in die Fuhse bzw. den Fuhsekampgra- ben (un-klare Beschriftung in den Kartenwer- ken)	entspringt bei Flöthe, südöstl. v. Salzgitter, fließt aus SE in Richtung N bzw. NW und mündet bei Celle in die Aller; Gesamtlänge: ca. 101 km
gesetzliche Überschwem- mungsgebiete	keine	k.A.	k.A.	keine	k.A.	nördlich von Uetze bis Nienhagen

Von den vorstehend aufgeführten Fließgewässern verlaufen lediglich das Dammfleth und der Heidegraben auf einem längeren Teilabschnitt durch das engere UG. Der Gewässerlauf des Heidegrabens beginnt innerhalb des UG, östlich der Halde Niedersachsen.

Das Dammfleth verläuft dabei südlich anstromig der Halde von SO nach NW. Sein Verlauf nähert sich der Halde auf im Minimum etwa 150 m Entfernung, ehe es nach SSW verschwenkt. Über Vorbelastungen des Dammfleths ist nichts bekannt.

Der Heidegraben tangiert die Halde Niedersachsen im Nordosten nahezu (Entfernung im Mini-
mum ca. 100 m), ehe er nach Norden verschwenkt.

7 Schutzgebiete

Trinkwasserschutzgebiete

Trinkwasserschutzgebiete existieren, wie bereits in Kap. 5.6 erläutert, im weiteren UG keine. Auswirkungen der Bestandshalde bzw. der geplanten Haldenabdeckung auf derartige Schutzgebiete sind insofern ausgeschlossen (siehe Ausführungen in Kap. 5.6).

Naturschutzgebiete (NSG) / FFH-Gebiete

Etwa 370 m westlich der Halde Niedersachsen befindet sich das **Naturschutzgebiet (NSG) Brand** (LÜ 140/HA 105). Es ist 478 ha groß, wovon sich 471,5 ha im LK Celle befinden, der übrige Teil in der Region Hannover.

464 ha des NSG Brand bilden das gleichnamige **FFH-Gebiet Brand** (EU-Kennzahl: 3426-301).

Beide Schutzgebiete liegen vollständig innerhalb des weiteren UG. Für beide Schutzgebiete ist von charakteristischen Grundwasserflurabständen in einer Größenordnung von etwa 1-4 m auszugehen.

Beide (flächenmäßig annähernd deckungsgleichen) Schutzgebiete liegen so, dass sie der Grundwasserabstrom von der Halde in Richtung NW-NNW gegebenenfalls jeweils in ihrem äußersten Nordosten tangieren könnte. Insofern dient ein funktionierendes Grundwassermonitoring im Haldenabstrom automatisch auch der Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit im Anstrom des Nordostens beider Schutzgebiete. Derzeit sind im schutzgebietsrelevanten Teil des Grundwasserleiters (oberflächennahes Grundwasser = Süßwasser) keine negativen Einflüsse der Halde (inkl. Altdeponie) erkennbar. Vorbelastungen des Grundwassers in den beiden Schutzgebieten sind nicht bekannt.

Im äußersten Südosten tangiert das weitere UG das **NSG Schilfbruch** (HA 196). Es ist 274 ha groß. Es liegt etwa 4,3 km entfernt anstromig zur Halde.

Ebenfalls im äußersten Südosten tangiert das weitere UG das **FFH-Gebiet Fuhse-Auwald** bei Uetze (Herrschaft; EU-Kennzahl: 3526-331). Es ist 150 ha groß. Es liegt etwa 4,7 km entfernt anstromig zur Halde.

Ebenfalls im äußersten Südosten tangiert das weitere UG das **FFH-Gebiet Erse** (EU-Kennzahl: 3427-331). Es ist 76 ha groß und umfasst einen langen Gewässerabschnitt der Erse von etwa Höhe Eickenrode bis zur Mündung in die Fuhse. Der nordwestlichste Punkt des FFH-Gebietes liegt immer noch etwa 3,4 km entfernt anstromig zur Halde.

Vorbelastungen des Grundwassers in den drei Schutzgebieten NSG Schilfbruch, FFH Fuhse-Auwald und FFH Erse sind ebenfalls nicht bekannt.

Vogelschutzgebiete (SPA) / Landschaftsschutzgebiete (LSG)

Vogelschutzgebiete (SPA) existieren keine im weiteren UG.

Im Südosten des weiteren UG befindet sich der nordwestlichste Teil des **LSG Schilfbruch** (H 15). Es ist etwa 14,9 km² groß. Es liegt etwa 1,5 km anstromig entfernt zur Halde.

Am westlichen Rand des weiteren UG beginnt das **LSG Burgdorfer Holz** (H 16). Es ist 59,5 km² groß. Es liegt etwa 2,8 km entfernt südwestlich der Halde und damit deutlich abseits des Abstromes von der Halde.

Vorbelastungen des Grundwassers in den beiden vorstehend genannten LSG sind nicht bekannt.

8 Auswirkungen der Haldenabdeckung

8.1 Oberflächengewässer

Im näheren Umfeld und Abstrom der Halde Niedersachsen existieren keine permanent wasserführenden Fließ- oder Standgewässer, die von der Halde oder von deren geplanter Abdeckung gefährdet werden könnten.

Nach heutigem Kenntnisstand der Planung zur Haldenabdeckung (Nutzung von Bauschutt-recyclingmaterial gemäß Einbauklasse 2 nach LAGA, sogen. Z2-Material) sind insofern keine negativen Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf Fließgewässer im Haldenumfeld und -Abstrom zu erwarten.

Dies betrifft sowohl den Güteaspekt als auch den Mengenaspekt. Da durch die Haldenabdeckung keine negativen Auswirkungen auf das Grundwasserstandsniveau zu erwarten sind (siehe Kap. 8.4), können auch keine, ggf. grundwassergespeisten, Fließgewässer beeinträchtigt werden. Das haldenabstromig nächstgelegene Fließgewässer ist der Sandförthgraben, welcher bereits etwa 1,25 km nordwestlich entfernt von der heutigen Halde liegt.

Der Heidegraben fließt nordöstlich relativ nahe der Halde Niedersachsen vorbei, liegt jedoch etwas nordöstlich der Grundwasserabstromrichtung der Halde. Aufgrund seiner geringen Tiefe ist zudem eine Kommunikation mit dem Grundwasser eher unwahrscheinlich, ggf. mit Ausnahme von Zeiten außergewöhnlicher Grundwasserhochstände. Eine Gefährdung ist hier insofern ebenfalls nicht zu erwarten. Es kann jedoch vorbeugend künftig eine Güteüberwachung erwogen werden. Bzgl. der Realisierbarkeit von Beprobungen ist die nur periodische Wasserführung des Heidegrabens zu beachten.

8.2 Trinkwasserschutzgebiete

Trinkwasserschutzgebiete existieren, wie bereits in Kap. 5.6 erläutert, im weiteren UG keine. Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf derartige Schutzgebiete sind insofern ausgeschlossen.

8.3 Naturschutzfachlich relevante Schutzgebiete / Landökosysteme

Westlich der Halde Niedersachsen befindet sich das **Naturschutzgebiet (NSG) Brand** (LÜ 140/HA 105) bzw. das gleichnamige **FFH-Gebiet Brand** (EU-Kennzahl: 3426-301).

Beide Schutzgebiete liegen vollständig innerhalb des weiteren UG. Für beide Schutzgebiete ist von charakteristischen Grundwasserflurabständen in einer Größenordnung von etwa 1-4 m auszugehen.

Beide (flächenmäßig annähernd deckungsgleichen) Schutzgebiete liegen so, dass sie der Grundwasserabstrom von der Halde in Richtung NW-NNW gegebenenfalls jeweils in ihrem äußersten Nordosten tangieren könnte. Derzeit sind im schutzgebietsrelevanten Teil des Grundwasserleiters (oberflächennahes Grundwasser = Süßwasser) keine negativen Einflüsse der Halde, inkl. Altdeponie, auf die Grundwassergüte und den Grundwasserflurabstand erkennbar und mit derzeitigem Kenntnisstand anhand der geplanten Haldenabdeckung auch künftig nicht zu erwarten.

Die übrigen in Kap. 7 benannten drei NSG bzw. FFH-Gebiete sowie das LSG Schilfbruch liegen weit entfernt anstromig zum Haldenstandort und sind insofern vom Vorhaben nicht betroffen.

Vogelschutzgebiete (SPA) existieren keine im weiteren UG.

Am westlichen Rand des weiteren UG beginnt das **LSG Burgdorfer Holz** (H 16). Eine negative Beeinflussung dieses LSG durch die Halde bzw. die geplante Haldenabdeckung über den Grundwasserpfad ist aufgrund der rel. großen Entfernung des LSG (mind. ca. 2,8 km) und aufgrund der Lage des LSG südwestlich deutlich abseits des Abstroms zur Halde ebenfalls ausgeschlossen. Zudem stellt der Gewässerlauf der Alten Aue/Aue wohl auch eine hydraulische Grenze/Randbedingung für das Grundwasser dar.

Fazit:

Potentielle Einflüsse durch die geplante Abdeckung Niedersachsen sind lediglich hinsichtlich der beiden Schutzgebiete NSG Brand und FFH-Gebiet Brand denkbar, da sie recht nah zur Halde und randlich in deren weiterem Grundwasserabstrom liegen. Im Ergebnis der vorstehenden Ausführungen minimiert die geplante Haldenabdeckung künftig die heute noch bestehenden Restrisiken hinsichtlich Salzwassereintrag in das Grundwasser.

Eine Schädigung von grundwasserabhängigen Landökosystemen durch die geplante Haldenabdeckung kann aus fachlicher Sicht insofern ausgeschlossen werden.

8.4 Mengenmäßiger Zustand des Grundwassers / Grundwasserflurabstand

Grundwasserverhältnisse (Restversickerung)

Aufgrund der geplanten Haldenabdeckung reduziert sich eine derzeit ggf. noch vorhandene geringumfängliche Versickerung von Niederschlagswasser durch den Salzkörper (im Haldenmantelbereich) gemäß den Berechnungen in [U61] auf einen geringen Restbetrag.

Damit werden die verbleibende Restdurchsickerung durch die Haldenbasis und damit die Auswirkungen der Kalialthalde inkl. Altdeponie auf das Grundwasser nochmals erheblich abnehmen.

In [U61] wird eine Niederschlag-Durchsickerungsrate für die Abdeckung (im Bereich der in [U61] unterschiedenen **Schichtkonfigurationen A und B**) von im Mittel etwa 4.000 m³/a errechnet.

Dies entspricht umgerechnet einem Mittel von etwa 11,0 m³/d. Diese Wassermenge durchdringt das Haldenabdeckmaterial und erreicht dessen Unterkante und damit die OK Salz.

Diese etwa 11 m³/d können durch den Salzkörper dringen und sind als verbleibende Restinfiltrationsmenge anzusehen. Das heißt, dass lt. [U61] maximal dieser Anteil an potentiell salzhaltigen Wässern im Bereich des heutigen Haldenkörpers in das Grundwasser gelangen kann.

Hinzu kommt die in [U61] ermittelte Restinfiltrationsmenge im Bereich der **Schichtkonfigurationen C und D** von nochmals etwa 2.400 m³/a. Dies entspricht umgerechnet einem Mittel etwa 6,6 m³/d. Bei diesem Wasseranteil handelt es sich, da es nicht mit der Salzhalde in Kontakt gekommen ist, um Süßwasser.

In Summe ergibt sich damit im Bereich der künftigen, abgedeckten Halde eine **Restinfiltrationsmenge von etwa 17,6 m³/d**. Rein mengenmäßig betrachtet, ist diese Restversickerungsmenge als Beitrag zur Grundwasserneubildung einzustufen.

In Anbetracht der rel. geringen Menge von im Mittel etwa 17,6 m³/d dürften künftig mögliche stoffliche Auswirkungen der Kalirückstandshalde inkl. Altdeponie auf das Grundwasser infolge vertikaler Durchsickerung auf ein absolutes, kaum mehr nachweisbares Minimum sinken. In Bezug auf grundwasserabhängige Landökosysteme ist damit eine Zustandsverschlechterung auszuschließen.

Tendenziell sind sogar allmähliche Verbesserungen des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers im Haldenbereich infolge der lt. [U61] auf etwa 11 m³/d minimierten Salzeinträge im Bereich der heutigen Halde wahrscheinlich.

Hinsichtlich der Eintragsmengen bzw. –frachten an Gesamtmineralisation (d.h. insbes. hinsichtlich der Parameter Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlorid und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Sulfat) durch die Halde in das Grundwasser wird durch die geplante Haldenabdeckung und die damit einhergehende Verringerung der Restinfiltration auf 11 m³/d eine Verbesserung für den Grundwasserkörper erreicht.

Zudem fallen künftig nur noch sehr geringe Mengen an salzhaltigen Haldenwässern an, die planmäßig abgeleitet oder entsorgt werden müssen. Genauere Berechnungen hierzu erfolgen durch einen separaten Gutachter ([U61], siehe dort).

Unter diesem Aspekt ist die geplante Abdeckung uneingeschränkt positiv zu bewerten.

Grundwasserneubildung

Die geplante Haldenabdeckung bedeckt eine größere Grundfläche, als die heutige Althalde. Sofern nicht die künftig niederschlagsbedingt anfallenden Haldenwässer gefasst und vor Ort zur Versickerung gebracht werden (sondern anderweitig geordnet abgeleitet werden), verringert sich damit die natürliche Grundwasserneubildung im Haldenbereich etwas.

Im heutigen Zustand bedeckt die Halde inkl. aller gedichteten Nebenflächen (Haldengraben, Vorland der Halde bis Grabenrand, Rückhaltebecken), also das Areal, wo bereits im IST-Zustand eine Grundwasserneubildung (weitestgehend) verhindert ist, eine Grundfläche von etwa 28,3 ha. Künftig ist von etwa 42,8 ha Grundfläche auszugehen. Die Differenz liegt somit bei etwa 14,5 ha.

Die HUEK200 des LBEG weist für den Haldenbereich eine typische Grundwasserneubildungsrate von etwa 151-200 mm/a aus. Setzt man 175 mm/a als Mittel an, so entspricht dies etwa 5,55 l/(s * km²). Bezogen auf die o.g. 14,5 ha bedeutet dies, dass sich die neu gebildete Grundwassermenge im Haldenumfeld im Mittel um etwa 69,5 m³/d verringert.

Anteilig kompensiert die o.g. verbleibende Restdurchsickerung ([U61]) im Bereich der heutigen Grundfläche der Rückstandshalde sowie der zukünftig neu von der Haldenabdeckung bedeckten Fläche von in Summe etwa 17,6 m³/d diese Minderung. Es verbleibt somit eine Verringerung der Grundwasserneubildung um im Mittel etwa 51,9 m³/d.

In Anbetracht der Größe des betrachteten Grundwasserleiters im Untersuchungsgebiet, in dem sich der Haldenstandort befindet, von mehreren Dutzend km² ist eine derartige Mengenänderung als vernachlässigbar gering einzustufen (Fläche des weiteren UG: ca. 58 km²). Insofern wird die geplante Abdeckung und damit Flächenerweiterung der Halde keine messbaren Auswirkungen auf das Grundwasserstandsniveau im UG haben. Zum Vergleich: allein im engeren UG mit etwa 7 km² Grundfläche bilden sich im Mittel etwa 3,6 l/(s * km²) Grundwasser neu, was etwa 2.180 m³/d entspricht.

Bezogen auf den Grundwasserkörper (GWK) Nr. 55 „Wietze/Fuhse Lockergestein“ (ID: DE_GB_DENI_4_2116) mit einer Grundfläche von 981 km², in dem sich die Halde Niedersachsen befindet, steht die vorstehend genannte Verringerung um etwa 51,9 m³/d einer überschlägigen Grundwasserneubildung im GWK von etwa 305.000 m³/d gegenüber (entspricht 0,017%).

Insofern wird die geplante Abdeckung und damit Flächenerweiterung der Halde keine messbaren Auswirkungen auf das derzeitige, normale Grundwasserstandsniveau im weiteren und engeren UG und damit auf den derzeitigen guten mengenmäßigen Zustand des GWK haben. Selbst im Haldennahbereich sind infolge der geplanten Haldenabdeckung keine messbaren Absenkungen des Grundwasserstandes zu erwarten.

Die vernachlässigbar geringe Größenordnung der Reduzierung der Grundwasserneubildung kann daher auch keine grundwasserabhängigen Landökosysteme beeinträchtigen.

8.5 Haldenabdeckmaterial - Grundwasserbeschaffenheit

Ausgangszustand / Mengenbetrachtung

Am Standort sind anhand der Ergebnisse der langjährigen Grundwasserüberwachung keine negativen Auswirkungen auf das nutzbare Grundwasser (Süßwasser) erkennbar. Die Tiefenlage der Süß-/Salzwassergrenze ist konstant. Auch im Bereich der hoch mineralisierten tieferen Bereiche des GWL sind keine Auswirkungen der Halde erkennbar.

Dennoch ist davon auszugehen, dass am Standort in gewissem Umfang auch hochmineralisierte Haldenwässer die Haldenbasis durchdringen und ins Grundwasser gelangen.

Aufgrund ihrer hohen Dichte von mind. $>1,1-1,2 \text{ g/cm}^3$ mischen sich diese Wässer jedoch offenkundig im Süßwasser quasi nicht ein, sondern sinken rel. rasch in die Tiefe ab, bis sie auf hochmineralisierte Wässer vergleichbarer Dichte treffen. Dies ist wahrscheinlich erst in Tiefen $>50 \text{ m}$ der Fall. Die 4 tiefen GWM rings um die Halde mit Endteufen $>30 \text{ m}$ weisen alle selbst sohnah nur Dichten von etwa $\leq 1,025$ auf, bilden also wohl noch nicht den Zielhorizont der absinkenden Wässer.

Möglicherweise spielen hinsichtlich der weitgehend ausbleibenden Einmischung von versickernden Haldenwässern (Restinfiltration) in das Süßwasser auch die auflastbedingten Verdichtungseffekte im GWL-Material unter der Halde sowie die daraus resultierenden Umströmungseffekte eine Rolle.

Aufgrund der ausgeprägten Muldenstruktur des quartären GWL unter und südöstlich der Halde ist davon auszugehen, dass das Grundwasser in Tiefen $>30-40 \text{ m}$ kaum am Strömungsgeschehen teilnimmt.

Geht man von einer Grundfläche der Subrosionswanne von etwa $5 \text{ km} \times 2,5 \text{ km}$ aus, d.h. ca. $12,5 \text{ km}^2$, so befinden sich in dieser Struktur (in Tiefen $>30 \text{ m}$) bei einer angenommenen Schichtmächtigkeit des hochmineralisierte Wässer führenden Teils des GWL von im Mittel 30 m innerhalb der quartären Sedimente (im Sinne einer absolut überschlägigen Betrachtung) etwa 75 Mio. m^3 hochmineralisiertes Grundwasser (Ansatz Porenvolumen 20%). Hierin noch nicht enthalten sind die ebenfalls weitgehend stagnierenden hochmineralisierten Wässer im Huttgestein und im Porenraum des Tertiärs.

Dieses enorme Volumen verdeutlicht, dass die sich im heutigen Zustand einmischenden Haldenwässer einen quantitativ vernachlässigbaren Anteil darstellen, zumal sich letztlich nur vergleichbare, sehr hoch mineralisierte Wässer miteinander vermischen.

Zustand nach Abdeckung / Einschätzung möglicher Einflüsse des Abdeckmaterials

Künftig reduziert sich infolge der geplanten Haldenabdeckung die Restinfiltration auf die in Kap. 8.4 ausgewiesenen etwa 4.000 m³/a an hochmineralisierten Wässern bzw. auf 6.400 m³/a insgesamt.

Negative Auswirkungen der geplanten Haldenabdeckung auf die Grundwasserbeschaffenheit in erheblichem Ausmaß sind aus heutiger Sicht nicht zu erwarten. Mit der geplanten Haldenabdeckung werden alle Vorgaben der TR Bergbau erfüllt und eingehalten. Insofern kann eine Grundwassergefährdung ausgeschlossen werden.

Bedingt durch die zu erwartende Zusammensetzung des Haldenabdeckmaterials, besteht die Möglichkeit, dass im sich künftig (nach Abdeckung) bildenden Haldensickerwasser eine gewisse Anreicherung z. B. von Sulfat eintreten kann. Für diese Haldenwässer ist jedoch eine geordnete technische Fassung und Ableitung (Ausnahme: technisch unvermeidbarer Restinfiltrationsanteil) vorgesehen, so dass keine Grundwassergefährdung zu besorgen ist. Eine Versickerung vor Ort ist derzeit nicht vorgesehen.

Zudem liegen die Sulfatgehalte im heutigen hochmineralisierten Haldenwasser (Spanne im Zeitraum 2007-2016: 1.330 - 4.550 mg/l; Mittelwert: 2.290 mg/l) i.d.R. deutlich höher, als für das durch das künftige Abdeckmaterial beeinflusste Haldenwasser zu erwarten ist, so dass auch hier durch die Abdeckung tendenziell eine Konzentrations- und Frachtminderung (bezogen auf das Schutzgut Grundwasser) zu erwarten ist.

Bzgl. Prognose der zu erwartenden Sickerwasserbeschaffenheit verweisen wir auf die entsprechende Unterlagen in den PFV-Antragsunterlagen der K+S Entsorgung GmbH (siehe dortige Unterlagen F-9.1 und F-9.2).

In Unterlage F-9.2 wird anhand von langjährigen Auswertungen der Bermenwasserbeschaffenheit (2009 – 2016) am Haldenstandort Friedrichshall bei Sehnde (an dem seit 1995 vergleichbare Materialien abgelagert werden, wie sie auch für die Halde Niedersachsen zum Einsatz kommen sollen) festgestellt, dass über die Bermenwässer keine Schadstoffe wie z.B. Schwermetalle in relevanten Größenordnungen aus der Haldenabdeckung ausgetragen werden.

Potentiell kritische Größenordnungen von im Mittel 1.500 – 1.000 mg/l sind nur für den Parameter Sulfat nachweisbar. Für diesen Parameter zeichnet sich aber eine klar abnehmende Tendenz auf. Zudem liegen die nachweisbaren Sulfatgehalte im Mittel erheblich unter den Beträgen, die das hochmineralisierte Haldenwasser, dessen Austragsmengen ja minimiert werden sollen, am Standort Halde Niedersachsen derzeit aufweist.

In Unterlage F-9.1 wird ergänzend anhand von Auswertungen (insbes. Auswertung Eluatanalysen des Abdeckmaterials) und Analogieschlüssen zum Haldenstandort Friedrichshall bei Sehnde plausibel hergeleitet, welche Wasserbeschaffenheiten und Gehalte an potentiellen Schadstoffen zu erwarten sind (siehe Tab. 2-2 in Unterlage F-9.1).

Vergleicht man die Mittelwerte in dieser Tabelle mit den Grundwasserbefunden (Süßwasserbereich, also nur die Proben aus max. bis 10-15 m Tiefe; siehe Anlage 9.3) rings um die Halde Niedersachsen, so liegen diese grundsätzlich in der gleichen Größenordnung, wie sie das Grundwasser am Standort Halde Niedersachsen, vor Abdeckung, ohnehin schon aufweist. Bzgl. Arsen und vor allem auch Nickel und Zink sind für das Grundwasser im Haldenumfeld Niedersachsen sogar häufig deutlich höhere Gehalte nachweisbar, als sie für das künftige Abdeckmaterial laut Unterlage F-9.2 im Mittel charakteristisch sind. Details hierzu wurden bereits in Kap. 5.5.5 diskutiert.

Die Gefahr einer Verschlechterung der Grundwasserbeschaffenheit am Standort kann also von den geplanten Abdeckmaterialien gemäß Unterlage F-9.1 nicht ausgehen und damit auch keine Verschlechterung für die Grundwasserbeschaffenheit des Grundwasserkörpers insgesamt.

Die einzige Ausnahme von der vorstehenden Einschätzung bildet der Parameter Kupfer, für den lt. Unterlage F-9.1 ein mittlerer Eluatgehalt von 23 µg/l belegt bzw. prognostiziert wird. Die Gehalte im Grundwasser um die Halde Niedersachsen liegen im Süßwasserbereich bei zumeist <5 – max. 13 µg/l (Ausnahme: GWM 8/16 o). In Anbetracht der Mengenrelationen zwischen Restinfiltrationsrate und vorhandenen Grundwasservolumina am Standort kann jedoch auch für den Parameter Kupfer ausgeschlossen werden, dass sich die Gehalte im Grundwasser in einer messbaren Größenordnung erhöhen.

Zumal auch zukünftig davon auszugehen ist, dass sich die höher mineralisierten Restinfiltrationswässer, wie im IST-Zustand (siehe Erläuterungen am Kapitelanfang), dichtegetrieben rasch in größere Tiefenbereiche des GWL bewegen werden, weit unterhalb der Süß-/Salzwassergrenze. In den dortigen, bereits geogen hochmineralisierten und für die menschliche Nutzung ungeeigneten Salzwässern liegen die Kupfergehalte mit häufig >5 – 16 µg/l auch heute schon höher, als im Süßwasserbereich.

Fazit:

Bei der Gesamtbewertung des geplanten Vorhabens ist zu berücksichtigen, dass am Standort des Vorhabens in geringem Umfang Vorbelastungen im Grundwasser durch die vorhandene Kalirückstandshalde und eventuell auch durch die von ihr eingeschlossene frühere Hausmülldeponie bestehen. Aus diesen geringfügigen anthropogenen Vorbelastungen ist derzeit kein akuter Handlungsbedarf abzuleiten.

Mit der geplanten Haldenabdeckung sieht K+S vor, den mutmaßlich derzeit in geringem Umfang stattfindenden Eintrag von hoch mineralisierten Wässern aus der Althalde in das Grundwasser zu minimieren bzw. nahezu vollständig zu unterbinden.

Insgesamt ist somit einzuschätzen, dass bei dem geplanten Vorhaben der vorsorgende Grundwasserschutz realisiert wird.

Erhebliche nachteilige Veränderungen des Grundwassers durch die geplante Haldenabdeckung sowie eine Beeinträchtigung der Gewässerfunktion des Grundwassers sind mit heutigem Kenntnisstand auszuschließen, ebenso eine Verschlechterung des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers, in dem sich der Haldenstandort befindet.

8.6 Auflastbedingte Setzungen

Die geplante Haldenabdeckung führt zu Setzungen des Haldenkörpers inkl. neuer Abdeckung. In [U56] werden hier für den Bereich des heutigen Haldenfußes die Maximalbeträge ermittelt und ausgewiesen. Sie liegen bei 45 cm.

Für den Bereich des heutigen Haldenschwerpunktes/-zentrums werden in [U56] dagegen nur vernachlässigbar geringe künftige zusätzliche Setzungen im Bereich „weniger Zentimeter“ prognostiziert.

Die Setzungen führen dazu, dass sich sowohl die UK Salz (im Bereich des heutigen Haldenfußes) als auch das Abdeckmaterial selbst der natürlichen Grundwasseroberfläche annähern.

Bzgl. Abdeckmaterial ist der technische Haldenauf- und -unterbau gemäß Regelwerk so zu konzipieren, dass ein hinreichender Abstand zwischen der UK Haldenabdeckmaterial (Baustoff-recyclingmaterial) und dem Bemessungs-Grundwasser(hoch)stand eingehalten wird (mind. 1,0 m) [U64].

Bzgl. der UK Salz kann nach derzeitiger Datenlage davon ausgegangen werden, dass, auch unter Berücksichtigung der o.g. 45 cm künftiger Setzung, das Salz, selbst bei hohen Grundwasserständen, auch künftig nicht mit dem Grundwasser in Berührung kommt.

9 Konzeption des künftigen Grundwassermonitorings

Überwachung Grundwasserstand

Es ist vorgesehen, alle Einzel-Grundwassermessstellen mit Drucksonden und Datenlogger zu versehen, so dass künftig eine kontinuierliche und flächendeckende Grundwasserstandsüberwachung im Haldenumfeld gewährleistet ist.

Bei Messstellengruppen wird zunächst grundsätzlich nur in der obersten/flachsten GWM eine Drucksonde installiert.

Auf Anregung des LBEG ist angedacht, mittelfristig ein oder zwei ausgewählte Messstellengruppen komplett mit Drucksonden/Datenloggern auszustatten, um an diesen Standorten auch die Grundwasserstands-/Druckschwankungen im Übergangs- und im Salzwasserbereich beobachten zu können.

Mit der geplanten Haldenabdeckung macht sich perspektivisch sukzessive ein Rückbau einiger GWM erforderlich. Diese entfallen damit zwangsläufig aus dem Messnetz und werden, sofern fachlich sinnvoll und nicht bereits erfolgt, durch entsprechende Neubohrungen ersetzt.

Dies betrifft die folgenden insgesamt 10 GWM:

➤ GMS 3, GMS 4, GMS 6, GWM 1/97 sowie GWM 1/95 A-C und GWM 2/95 A-C.

Das vorhandene Grundwassermonitoring wird in enger Abstimmung mit dem LBEG fortlaufend den Gegebenheiten angepasst und bei Bedarf ergänzt.

In fachlicher Abstimmung mit dem LBEG sollen in den kommenden Jahren noch eine Dreifach-Messstellengruppe („GWM 14/... o/m/u“) südöstlich der GWM 4/97 (Nähe Straßeneinmündung Heidestraße/Zum Bröhn) neu entstehen (bzgl. Ausbau konzeptionell ähnlich der GWM 9/16 o-u) sowie zwei ergänzende GWM („GWM 10/... m/u“) neben der flachen GWM 10/16 (bzgl. Ausbau konzeptionell ähnlich der GWM 9/16 m und u).

Optional werden am Standort GWM 8/16 zudem noch eine tiefe mittlere („mu“) und eine tiefe GWM („u“) ergänzt. Die Lage aller geplanten GWM ist aus Abb. 9-1 ersichtlich.

Alle neuen GWM sollen sowohl für die Grundwasserstands- als auch für die Grundwasserbeschaffenheitsüberwachung geeignet ausgebaut werden.

Grundwasserbeschaffenheit – Konzeption Monitoring ab 2017

Zukünftig wird das Monitoring zur Versenküberwachung mit dem Monitoring zur Überwachung der Arbeiten zur Haldenabdeckung zusammengelegt.

Die künftige Grundwasserbeschaffenheitsüberwachung im Vorlauf zur Abdeckung sowie abdeckungsbegleitend ist wie folgt vorgesehen:

Tab. 9-1: Vorläufige Konzeption zum künftigen Grundwassergütemonitoring (vor Abdeckungsbeginn sowie abdeckungsbegleitend)

Leistung	derzeitige Rahmenbedingungen	Vorschlag zur künftigen Verfahrensweise
Aufnahme von Leitfähigkeitstiefenprofilen	4 x/a an den 4 GWM 1/97, GWM 3/97, GWM 4/97 und GWM SKB 22/89	1 x/a an den GWM 1/97 (wird mittelfristig rückgebaut), GWM 3/97, GWM 4/97 und GWM SKB 22/89 sowie an den GWM 6/16 m – GWM 9/16 m; Summe: 8 GWM
Schöpfprobenahme Haldenwasser	1 x/a , Parameterspektrum analog Versenkungsmonitoring (bis inkl.) 2015	1 x/a ; Parameterspektrum analog Versenkungsmonitoring 2015 zzgl. der 6 Parameter : Arsen, Barium, Cobalt, Molybdän, Thallium, Vanadium und Zink; ab Abdeckungsbeginn ggf. zzgl. ausgewählter Organikparameter (in Abstimmung mit dem LBEG)
Pumpprobenahme aus den GWM mit kurzen Filterstrecken	derzeit nicht Standard	1 x/a Beprobung der GWM GMS 3/4/6 (bis zu ihrem Rückbau), GWM 1/95 A-C und GWM 2/95 A-C (bis zu ihrem jeweiligen Rückbau), GWM 5/03, GWM 6/16 o/m/u – GWM 9/16 o/m/u sowie der GWM 10/16 – GWM 13/16; Summe: 25 Pumpproben/a
Tiefenorientierte Schöpfprobenahme aus den GWM mit langen Filterstrecken	1 x/a an allen 14 Bestands-GWM, derzeit insges. 29 Grundwasserproben, davon 19 Proben tiefenorientiert aus 4 GWM	1 x/a tiefenorientierte Beprobung der GWM 1/97 (muss mittelfristig rückgebaut werden), GWM 3/97, GWM 4/97 und GWM SKB 22/89, bei leichter Reduzierung der Beprobungshorizonte/Probenanzahl auf 4 je GWM; Summe: 16 Schöpfproben/a
Laborparameterspektrum Grundwasser	Parameterspektrum analog Versenkungsmonitoring (bis inkl.) 2015	Parameterspektrum analog Versenkungsmonitoring 2015 zzgl. der Parameter : Arsen, Blei, Barium, Cadmium, Chromgesamt, Cobalt, Kupfer, Molybdän, Nickel, (Quecksilber), Thallium, Vanadium und Zink sowie DOC; ab Abdeckungsbeginn ggf. zzgl. ausgewählter Organikparameter (in Abstimmung mit dem LBEG)

Abb. 9-1 vermittelt einen Überblick über das Monitoringkonzept hinsichtlich Beschaffenheitsüberwachung und Relevanz bzgl. perspektivischem Rückbau.

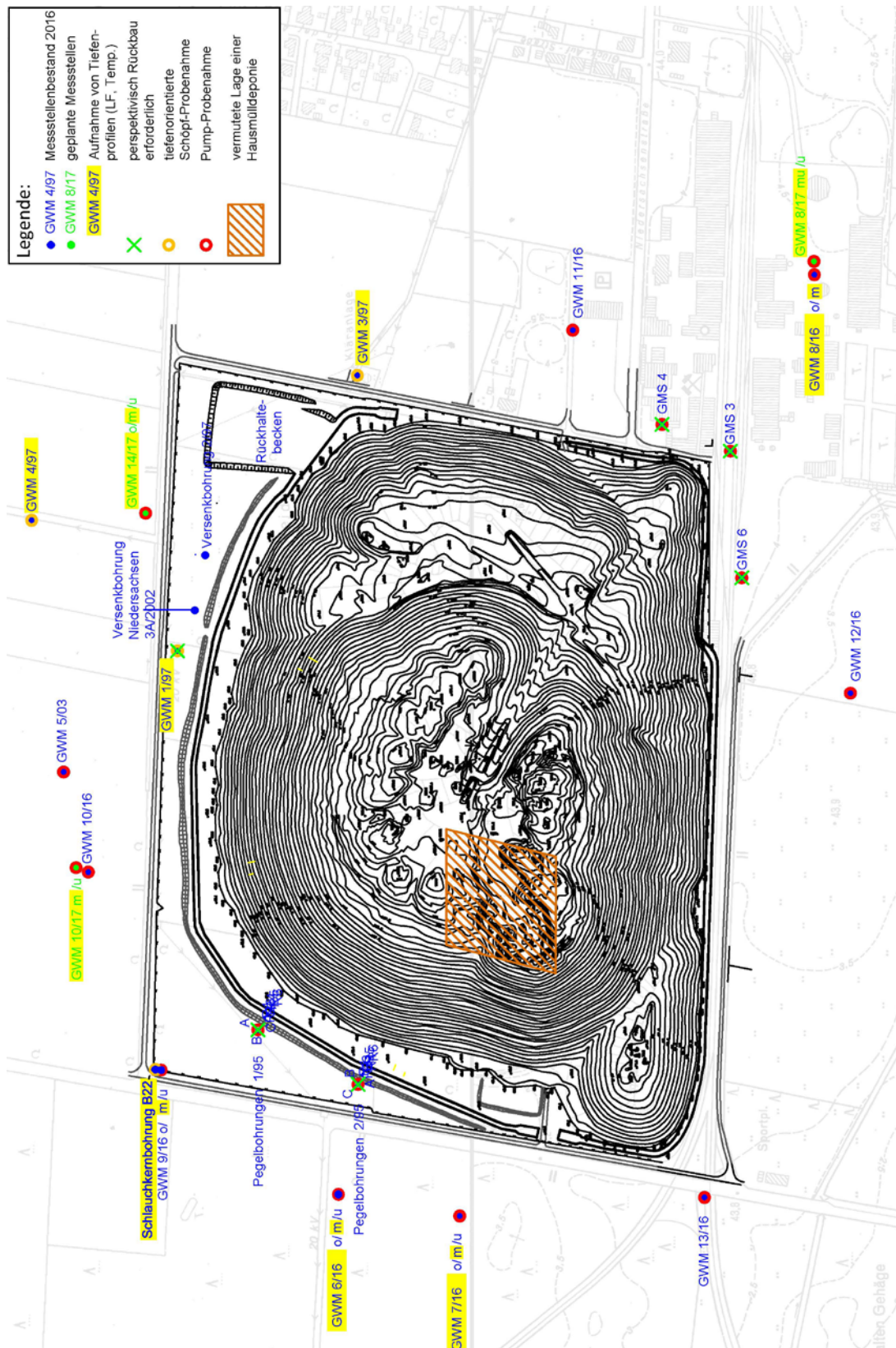


Abb. 9-1: Monitoringkonzept Grundwasserbeschaffenheitsüberwachung (Maßstab ca. 1:5.000)

Rückzubauende GWM entfallen zwangsläufig automatisch perspektivisch aus dem Messnetz. Unmittelbarer Ersatz für sie ist nicht vorgesehen bzw. nicht erforderlich, da mit den 2016 neu errichteten insgesamt 15 GWM (4 Einzel-GWM, 11 GWM in 4 Messstellengruppen) bereits vorausschauend Ersatz geschaffen wurde.

Ggf. dennoch neu zu bohrende/zu errichtende GWM sind automatisch fachlich sinnvoll begründet spätestens im Jahr nach ihrer Errichtung ins das künftige Monitoring einzubeziehen.

Hinsichtlich Beprobung sollten die GWM mit sehr langen Filterstrecken mittel- bis längerfristig durch Messstellengruppen ersetzt werden. Zur Aufnahme von Tiefenprofilen sollten sie jedoch auch künftig erhalten bleiben und genutzt werden.

Mit Beginn der eigentlichen Abdeckung der Halde ist das Laborparameterspektrum für die abdeckungsbegleitende Grundwasser- und Haldenwasserüberwachung entsprechend anzupassen. Erforderlichenfalls sind (in Abstimmung mit dem LBEG) ausgewählte organische Stoffgruppen und Parameter zusätzlich in den Analysenumfang aufzunehmen.



(Dr. F. Tonn; Leiter T-GE)

23.11.2017



(B. Fritzsche, T-GH)

23.11.2017

10 Quellenverzeichnis

- [U1] *K+S Aktiengesellschaft, Hydro-/Environmental Geology (04/2016): Inaktive Werke, Standort Niedersachsen-Riedel: Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde in Wathlingen im Jahr 2015 (siehe auch Anlage 13)*
- [U2] Ingenieurbüro R.-U. Wode (04/2016): Neubau Recyclingfläche Halde Niedersachsen in Wathlingen – Baugrunduntersuchungen
- [U3] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2016: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2015 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U4] *Fugro Consult GmbH (12/2015): Hydrogeologische Auswertung der SkyTEM-Befliegungen im Umfeld der Rückstandshalden Königshall-Hindenburg, Niedersachsen-Riedel, Hugo und Friedrichshall, Teil 1: Standort Niedersachsen-Riedel.*
- [U5] LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (12/2015): Anschreiben an die K+S Entsorgung GmbH, Bergbaurechtliches Planfeststellungsverfahren für die Haldenabdeckung Kalihalde Niedersachsen-Riedel: Mitteilung über den vorläufigen Untersuchungsrahmen (als Anlage, vom 28.11.2015)
- [U6] bosch & partner (07/2015): Halde Niedersachsen in Wathlingen südlich von Celle: Entwurf eines Untersuchungsrahmens zur Antragskonferenz gemäß § 52 Abs. 2a BbergG; i.A. der K + S Entsorgung GmbH, Kassel
- [U7] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Mai 2015: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2014
- [U8] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, April 2015: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2014 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U9] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Mai 2014: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2013.
- [U10] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2014: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2013 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U11] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Mai 2013: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2012.
- [U12] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2013: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2012 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U13] Aarhus Geophysics (2012): Verarbeitung und Inversion von SkyTEM-Daten- Niedersachsen-Riedel- K + S Kali GmbH- Bericht Nr. 2012_08_d, Unveröff. Bericht Aarhus (DK), einschl. digitaler Daten
- [U14] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, April 2012: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2011.
- [U15] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2012: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2011 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U16] b.i.g. beratende ingenieure & geologen GmbH (11/2011): Durchführung geotechnischer Untersuchungen im Bereich der Halde „Niedersachsen“ bei Wathlingen

- [U17] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, April 2011: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2010.
- [U18] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2011: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2010 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U19] Dipl.-Geol. M. Braun (12/2010): Gutachten zur Feststellung etwaiger Einflüsse der Halde Niedersachsen südwestlich Wathlingen auf das Grundwasser
- [U20] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 09. Nov. 2010. - BGBl. Jhg 2010 Teil I Nr. 56, S. 1513 – 1529, ausgegeben 15. Nov. 2010
- [U21] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, April 2010: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2009.
- [U22] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2010: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2009 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U23] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, März 2009: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2008.
- [U24] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke, Bad Salzdetfurth, März 2009: Werk Niedersachsen-Riedel, Jahresbericht 2008 zur Flutung des Grubengebäudes.
- [U25] K+S Aktiengesellschaft, IW (05/2008): Auszug aus dem Betriebsplan Anlage NR (W 5002) Niedersachsen-Riedel
- [U26] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, März 2008: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2007.
- [U27] K+S Aktiengesellschaft (02/2008): Stillgelegte Halden des Werkes Niedersachsen-Riedel – Konzept zur Nachnutzung/Rekultivierung der Haldengelände
- [U28] *Golder Associates GmbH (12/2007): Errichtung von Grundwassermessstellen im Rahmen der Überwachung der Flutung des Bergwerkes Niedersachsen-Riedel der K+S Aktiengesellschaft in Hänigsen*
- [U29] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Januar 2007: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2006.
- [U30] LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (09/2006): Zulassung Abschlussbetriebsplan für das Kali- und Steinsalzbergwerk Niedersachsen-Riedel
- [U31] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2006: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2005.
- [U32] K+S Aktiengesellschaft, Inaktive Werke (10/2005): Abschlussbetriebsplan für das Kali- und Steinsalzbergwerk Niedersachsen-Riedel (Auszug)
- [U33] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2005: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2004.
- [U34] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2004: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2003.
- [U35] NLfB – Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (12/2003): Stellungnahme zu: Sicherheitsbetrachtung an der Kali-Rückstandshalde Niedersachsen-Riedel – Abschließende Grundwasseruntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung Rückstandshalden der Kaliproduktion; Halde Niedersachsen-Riedel in Wathlingen, Bericht der K+S AG v. Sept. 2003

- [U36] *K+S Aktiengesellschaft (09/2003): Abschließende Grundwasseruntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung Rückstandshalden der Kaliproduktion; Halde Niedersachsen-Riedel in Wathlingen*
- [U37] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, März 2003: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2002.
- [U38] *K+S Aktiengesellschaft (12/2002): Ergänzende Grundwasseruntersuchungen zur Sicherheitsbetrachtung Rückstandshalden der Kaliproduktion; Halde Niedersachsen- Riedel in Wathlingen*
- [U39] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2002: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2001.
- [U40] *K+S Aktiengesellschaft (04/2001): Sicherheitsbetrachtung Rückstandshalden der Kaliproduktion; Halde Niedersachsen-Riedel in Wathlingen*
- [U41] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2001: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 2000.
- [U42] K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Februar 2000: Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 1999.
- [U43] *Golder Associates GmbH (09/1998): Untertagedeponie Riedel: Hydrogeologische Betrachtung der Konsequenzen einer laugenerfüllten Grube*
- [U44] *Golder Associates GmbH (07/1998): Untertagedeponie Riedel, Planfeststellungsverfahren - Hydrogeologisches Gutachten*
- [U45] KALI UND SALZ GmbH (03/1998): Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Versenkbeobachtung 1997/98.
- [U46] Sessler, Dr. Wolfgang, 16.12.1997: Werk NR. Bericht über die Einrichtung einer weiteren Bohrung zur Versenkung von Haldenwasser in das Hutgestein oberhalb des Salzspiegels sowie dreier Grundwassermessstellen im Jahre 1997.- Unveröffentl., an das LBEG, 3 S., 8 Anlagen
- [U47] KALI UND SALZ GmbH (11/1997): Werk Niedersachsen-Riedel. Versenkung von Haldenwässern. Erstbeprobung der Grundwassermessstellen zur Versenkbeobachtung Juli/August 1997
- [U48] KALI UND SALZ GmbH (1997): Geregelte Versenkung von Rückstandshaldenwasser des Werkes Niedersachsen Riedel in den Untergrund – Erläuterungsbericht Teil 3 – ANHANG
- [U49] Kali und Salz GmbH (08/1996): Bewertung der Versenkbohrung 1/96 an der Halde Wathlingen des Werkes Niedersachsen-Riedel
- [U50] KALI UND SALZ Consulting GmbH (07/1996): Zur Geologie des Salzstockes von Hänigsen-Wathlingen
- [U51] *Institut für Angewandte Hydrogeologie GbR (07/1995): Untertagedeponie Riedel-Umweltverträglichkeitsstudie, Fachgutachten „Geologie, Grundwasser, Oberflächengewässer“*
- [U52] Prof. Dr. G. Lüttig (1990): Geotechnische Betrachtung der Rückstandshalde Niedersachsen-Riedel in Wathlingen
- [U53] Bauer und Sessler (in Kali u. Steinsalz, März 1985): Das Deckgebirge über zwei norddeutschen Salzstöcken in den Wetterschächten Kolenfeld und Riedel
- [U54] Dr. de Boer (Kaliverein e.V., Band 5, Heft 12, 07/1971): Gefügeregelung in Salzstöcken und in ihren Hüllgesteinen

- [U55] Dr. de Boer (Bergbauwissenschaften, Nr. 320; Sonderdruck aus Bergb.-Wiss. 17 (1970), Heft 12, Seite 442-446): Genese und Morphologie der Grenzfläche zwischen wasserführendem Deckgebirge und Zechsteinsalinar über dem Salzstock von Hänigsen-Wathlingen
- [U56] *Ingenieurbüro R.-U. Wode (08/2016): Geotechnischer Bericht für die Abdeckung der Halde Niedersachsen in 29339 Wathlingen*
- [U57] *Fugro Consult GmbH (02/2017): Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines numerischen Modells für das Grundwasser im Bereich der Halde Niedersachsen in Wathlingen (Entwurf)*
- [U58] Dr. D. Ortlam (01/2015): Eis-, Gips- und Karbonatkarst, quartäre Rinnen und der DGH-Effekt – ein vernetztes System und seine Bedeutung für die Endlagerung persistenter Schadstoffe. veröffentlicht in: Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. (VdHK), Heft 1/2015
- [U59] IfG – Institut für Gebirgsmechanik GmbH (10/2011): Gebirgsmechanische Stellungnahme zum modifizierten Konzept zur Flutung des Grubengebäudes Niedersachsen – Riedel
- [U60] IfG – Institut für Gebirgsmechanik GmbH (09/2005): Geomechanische Auswirkungen der Flutung der Grube Niedersachsen – Riedel, Gutachterliche Stellungnahme
- [U61] *Dr. habil. V. Dunger (11/2016): Wasserhaushaltliche Untersuchungen im Zuge der Planung der Abdeckung und Rekultivierung der Halde Niedersachsen bei Wathlingen (Entwurf)*
- [U62] https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/
- [U63] <http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml>
- [U64] Länderausschuss Bergbau (03/2004): Anforderungen an die Verwertung von bergbaufremden Abfällen im Bergbau über Tage – Technische Regeln
- [U65] ECORING (11/2016): Bericht zum Untersuchungsauftrag: Biologisch-ökologische Untersuchungen zur Abschätzung von Auswirkungen geplanter Haldenwassereinleitungen auf die aquatische Flora und Fauna der Fuhse bei Wathlingen
- [U66] K+S: Rahmenbetriebsplan gem. § 52 Abs. 2a BBergG zur Abdeckung der Kalirückstandshalde NIEDERSACHSEN in 29339 Wathlingen