

Anlage 1

Ergänzende Szenarienberechnungen zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten

Impressum

Fassung vom 12.06.2019

Ansprechpartner: Matthias Kempe

Telefon: 06620 79 2031

Fax: 06620 79 4004

E-Mail: matthias.kempe@k-plus-s.com

Web: www.kali-gmbh.com



Inhaltsverzeichnis

1.	Neuberechnung der Haldenwasserbilanz für die Halde Wintershall.....	4
2.	Szenarienrechnung zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten	5
2.1	Eingangsdaten und Rahmenbedingungen.....	6
2.2	Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung	13
2.3	Konzentrationsentwicklung an den Bewertungspegeln.....	15
2.4	Entsorgungskonzept für die Haldenwässer	17
3.	Zusammenfassung.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellierter jährlicher Haldenwasseranfall aus der N/A-Modellierung (Szenario 1a) für den Zeitraum 1978 bis 2010 für die Halden Hattorf, Wintershall und NeuhoF.....	10
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Randbedingungen für die Berechnung des Haldenwasseranfalls (aus: Band 1.3 Haldenwasserbilanz).....	4
Tabelle 2-1: Prognose des Haldenwasseranfalls (Basisrechnung, hydrolog. Durchschnittsjahr) für die Halde Wintershall, Grundlage für die Szenarien 1a, 2a, 3a, 4a, 5a.....	8
Tabelle 2-2: Prognose des Haldenwasseranfalls (Worst-Case-Berechnung inkl. Kompensationsmaßnahmen) für die Halde Wintershall, Grundlage für die Szenarien 1b, 2b, 3b, 4b, 5b.....	9
Tabelle 2-3: Höhe der diffusen Einträge für die Flussgebietsmodellierung.....	11
Tabelle 2-4: Zusammenfassung der Eingangsdaten für die Flussgebietsmodellierung der hier betrachteten Szenarien 1-5.....	12
Tabelle 2-5: Ergebnisse der betrachteten Szenarien: errechnete Einleitmengen für Haldenwässer sowie nicht durch Einleitung entsorgbare Überhänge.....	14
Tabelle 2-6: Einordnung von Konzentrationsbereichen für die Parameter Chlorid, Magnesium und Kalium an Werra und Weser gemäß BWP Salz.....	16
Tabelle 2-7: Modellierte Konzentrationen (90-Perzentile) an verschiedenen Bewertungspegeln in Werra und Weser (mg/l).....	16

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1: SYDRO Consult (2019): Flussgebietsmodellierung – Bestimmung der Grundbelastung. Zwischenbericht für die K+S KALI GmbH.
--

1. Neuberechnung der Haldenwasserbilanz für die Halde Wintershall

Im Rahmen der Überarbeitung der Antragsunterlagen zum Rahmenbetriebsplan „Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Wintershall (Haldenerweiterung Wintershall)“, RBP WI 27/12, DVS 3002700 erfolgte eine Ergänzung der Haldenwasserbilanz für die Halde Winterhall (Band 1.3 Haldenwasserbilanz, i. d. F. vom 12.06.2019), welche die Stellungnahmen der Behörden aus der Vollständigkeitsprüfung berücksichtigt. Die Berechnung des Haldenwasseranfalls im Basisszenario in Band 1.3 wurde ergänzt um eine Worst-case Berechnung und erfolgte jeweils getrennt für die Bestandshalde und die geplante Erweiterungsfläche. Die unterschiedlichen Randbedingungen für die Berechnungen sind in folgender Tabelle dargestellt (Tabelle 1-1, siehe auch Tabelle 1 im Band 1.3). Gegenüber dem vorangestellten Band 3.3 vom 01.10.2018 war zudem eine Änderung im Berechnungsverfahren (Bestimmung der Restfeuchte mittels Karl-Fischer-Titrationsverfahren) für den freien Wassergehalt im Rückstandsalz notwendig, um die Konsistenz zu Band 1.3 und Band 3.6.1, Anhang 1 (Hydrogeologisches Strukturmodell) zu wahren.

Tabelle 1-1: Randbedingungen für die Berechnung des Haldenwasseranfalls (aus: Band 1.3 Haldenwasserbilanz).

Parameter	Basisberechnung (Band 1.3 Haldenwasserbilanz)	Worst-case Berechnung (Band 1.3 Haldenwasserbilanz)
Haldenwasseranfall der Bestandshalde	Niederschlag: 483 mm/a Trockenjahr; 625 mm/a Durchschnittsjahr; 804 mm/a Feuchthjahr Evaporation 10% Restfeuchte 4% (gelangt im gleichen Jahr zum Abfluss) Abzgl. Restinfiltration der Bestandshalde Zzgl. Sickerwässer aus Fassung Heergraben für 2016 bis 2019 ca. 29.000 m³/a	Niederschlag: 790 mm/a Durchschnittsjahr Evaporation = 0% Restfeuchte 4% (gelangt im gleichen Jahr zum Abfluss) Abzgl. Restinfiltration der Bestandshalde Zzgl. Sickerwässer aus Fassung Heergraben ab 2016 ca. 29.000 m³/a Wirksamkeit der Polder
Haldenwasseranfall der Erweiterung	Niederschlag: 483 mm/a Trockenjahr; 625 mm/a Durchschnittsjahr; 804 mm/a Feuchthjahr Evaporation 10%	Niederschlag: 790 mm/a Keine Evaporation

Parameter	Basisberechnung (Band 1.3 Haldenwasserbilanz)	Worst-case Berechnung (Band 1.3 Haldenwasserbilanz)
	Annahme eines Stagnationsgradienten für die Erweiterung (Restinfiltration = 0) Restfeuchte 4% (gelangt im gleichen Jahr zum Abfluss)	Annahme eines Stagnationsgradienten für die Erweiterung (Restinfiltration = 0) Restfeuchte 4% (gelangt im gleichen Jahr zum Abfluss) Wirksamkeit der Polder

Der Haldenwasseranfall wurde basierend auf diesen Ansätzen neu ermittelt und für die Bestandshalde und die Haldenerweiterungsfläche Wintershall auf Jahresbasis prognostiziert. Die Haldenwassermengen sind Band 1.3 Haldenwasserbilanz, Anlage 13 für die Basisberechnung und Anlage 15.6 für die Worst-Case Berechnung (beide in der Fassung vom 12.06.2019) zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Haldenwasserprognosen gehen in die Berechnungen zur Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase (Band 3.3) ein. Da sich gegenüber dem Bearbeitungsstand vom 29.03.2018 Änderungen in der Haldenwasserbilanz ergeben haben, erfolgt in der hier vorliegenden Anlage 1 zu Band 3.3 eine ergänzende Berechnung der Szenarien. Damit sollte geprüft werden, ob das in Band 3.3 dargestellte Entsorgungskonzept für die Haldenwässer auch mit dem aktualisierten Haldenwasseranfall für die Worst-Case Berechnung valide ist.

Der Band 3.3 „Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase“ (i. d. F. vom 29.03.2018) bleibt von den Änderungen unberührt und ist mit Ausnahme weniger redaktioneller Unterschiede auch Bestandteil des mit Datum vom 10.10.2019 zugelassenen Rahmenbetriebsplans Hattorf, RBP HA-04/09 (Az. 34/HEF-76 d 40-11-314-30/717).

2. Szenarienrechnung zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten

Im vorliegenden Anhang 1 zu Band 3.3 erfolgte die Neuberechnung von zehn Szenarien mit Hilfe des Flussgebietsmodells TALSIM NG des Büros SYDRO CONSULT. Den berechneten Szenarien wurden die gleichen Rahmenbedingungen zu Grunde gelegt und diese analog berechnet wie in Band 3.3 „Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase“, jedoch wurden die Haldenwasseranfallmengen sowie die Höhe der diffusen Einträge angepasst.

2.1 Eingangsdaten und Rahmenbedingungen

Für die einzelnen Szenarien gelten die gleichen Randbedingungen wie in Band 3.3 dargestellt. Daher wird an dieser Stelle nur auf Unterschiede verwiesen.

Sicherheitszuschlag zur Haldenwasserprognose

Wie in Band 3.3 erläutert, wurde den Szenarien der Basisberechnung des Haldenwasseranfalls für die Halde Wintershall ein Sicherheitsaufschlag von 30% hinzugerechnet. Dadurch wurden maximale Unsicherheiten in der Haldenwasserprognose abgebildet. Dieser Berechnungsansatz stellt eine Worst-case Betrachtung da und wurde den folgenden fünf Szenarien der vorliegenden Unterlage zu Grunde gelegt: Szenarien 1a, 2a, 3a, 4a, 5a.

Die ergänzende Worst-Case-Prognose des Haldenwasseranfalls (Band 1.3 Haldenwasserbilanz) unter den Randbedingungen eines mittleren Jahresniederschlags von 790 mm/a und einer Vernachlässigung der Evaporation auf der Rückstandshalde stellt ebenfalls einen pessimalen Ansatz dar. Daher entfällt bei Zugrundelegung dieses Berechnungsansatzes der Sicherheitsaufschlag von 30% zur Haldenwasserprognose. Dieser Ansatz wurde den folgenden fünf Szenarien der vorliegenden Unterlage zu Grunde gelegt: Szenarien 1b, 2b, 3b, 4b, 5b. Zudem wurde die Wirksamkeit der Polder zur Reduzierung des niederschlagsbedingten Haldenwasseranfalls (siehe Kapitel 7.4.7 Band 1.1) berücksichtigt.

Im Ergebnis unterscheiden sich die beiden Ansätze hinsichtlich der Haldenwasseranfallmengen geringfügig. Der Ansatz der Basisberechnung der Haldenwassermengen mit einer Beaufschlagung von 30% führt tendenziell zu höheren Haldenwasseranfallmengen. Für die Konzeption der Haldenwasserentsorgung stellt dieser Ansatz also die ungünstigsten Randbedingungen dar, weil rechnerisch höhere Haldenwassermengen zu entsorgen sind.

Im Einzelnen wurden in der vorliegenden Unterlage die folgenden Szenarien betrachtet:

Szenario 1: Entsorgung der Haldenwässer im Jahr 2021

Es gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie in Band 3.3 Kapitel 5.3 dargestellt. Der durchschnittliche Haldenwasseranfall der Halde Wintershall ist den Tabellen 2-1 und 2-2 zu entnehmen. Es wurden zwei Varianten betrachtet:

Szenario 1a: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der Basisberechnung zzgl. 30% Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 1b: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der „Worst-Case Berechnung“ aus Band 1.3 ohne Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 2: Entsorgung der Haldenwässer ab dem Jahr 2022

Es gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie in Band 3.3 Kapitel 5.3 dargestellt. Der durchschnittliche Haldenwasseranfall der Halde Wintershall ist den Tabellen 2-1 und 2-2 zu entnehmen. Es wurden zwei Varianten betrachtet:

Szenario 2a: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der Basisberechnung zzgl. 30% Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 2b: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der „Worst-Case Berechnung“ (aus Band 1.3) ohne Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 3: Entsorgung der Haldenwässer ab dem Jahr 2028

Es gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie in Band 3.3 Kapitel 5.3 dargestellt. Der durchschnittliche Haldenwasseranfall der Halde Wintershall ist den Tabellen 2-1 und 2-2 zu entnehmen. Es wurden zwei Varianten betrachtet:

Szenario 3a: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der Basisberechnung zzgl. 30% Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 3b: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der „Worst-Case Berechnung“ aus Band 1.3 ohne Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 4: Entsorgung der Haldenwässer nach Ende der Aufhaldung im Jahr 2027 und Abzug der Restfeuchte

Es gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie in Band 3.3 Kapitel 5.3 dargestellt. Mit dem in diesem Szenario hypothetisch angenommenen Ende der Aufhaldung in 2027 wurde die im Rückstandsalz enthaltene Restfeuchte vom Haldenwasseranfall abgezogen. Der Restfeuchteanteil für die Halde Wintershall wurde neu berechnet (siehe Band 1.3 Haldenwasserbilanz i. d. F. vom 12.06.2019) und mit einem Restfeuchtevolumen von 320.000 m³/a angenommen (im Gegensatz zu 241.920 m³/a in Band 3.3, Szenario 4). Im Falle einer Einstellung der Aufhaldung im Jahr 2027 trägt dieser Anteil nicht mehr zum Haldenwasseranfall bei und wurde daher von der prognostizierten Haldenwassermenge abgezogen.

Der durchschnittliche Haldenwasseranfall ist den Tabellen 2-1 und 2-2 zu entnehmen. Es wurden zwei Varianten betrachtet:

Szenario 4a: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der Basisberechnung zzgl. 30% Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 4b: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der „Worst-Case Berechnung“ aus Band 1.3 ohne Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 5: Entsorgung der Haldenwässer im Jahr 2039 und Abzug der Restfeuchte

Es gelten die gleichen Rahmenbedingungen wie in Band 3.3 Kapitel 5.3 dargestellt. Mit diesem Szenario wird die Entsorgung der Haldenwässer nach dem Ende der beantragten Beschüttung der Halde Hattorf dargestellt. Die am Rückstand anhaftende Restfeuchte wurde am Ende der beantragten Laufzeit der Haldenerweiterung Wintershall (2029) abgezogen, da die am Rückstand anhaftende Restfeuchte abfließt und nicht mehr zum Haldenwasseranfall beiträgt. Der durchschnittliche Haldenwasseranfall ist den Tabellen 2-1 und 2-2 zu entnehmen. Es wurden zwei Varianten betrachtet:

Szenario 5a: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der Basisberechnung zzgl. 30% Sicherheitszuschlag angesetzt

Szenario 5b: Es wurde der Haldenwasseranfall aus der „Worst-Case Berechnung“ aus Band 1.3 ohne Sicherheitszuschlag angesetzt

Zusammenfassend wurde der Haldenwasseranfall in den einzelnen Szenarien für den Standort Wintershall wie folgt prognostiziert (Tabelle 2-1):

Tabelle 2-1: Prognose des Haldenwasseranfalls (Basisrechnung, hydrolog. Durchschnittsjahr) für die Halde Wintershall, Grundlage für die Szenarien 1a, 2a, 3a, 4a, 5a

Jahr	Haldenwasseranfall lt. Band 1.3 A 13 i.d.F.v. 12.06.2019 [m³]	Abzug Restfeuchte, weil Ende Aufhaldung	Haldenwasseranfall abzüglich Restfeuchte [m³]	Haldenwasseranfall zzgl. 30% Sicherheitszuschlag [m³], gerundet	Zum Vergleich: Haldenwasseranfall in Band 3.3 i.d.F. vom 29.03.2018
2021	1.003.000	nein	1.003.000	1.304.000	1.262.000
2022	1.035.000	nein	1.035.000	1.346.000	1.303.000
2027	1.124.000	320.000 m³	804.000	1.046.000	1.104.000
2028	1.124.000	nein	1.124.000	1.462.000	1.418.000
2039	799.000	nein, Restfeuchte fließt nach 2029 ab	799.000	1.039.000	1.099.000

Tabelle 2-2: Prognose des Haldenwasseranfalls (Worst-Case-Berechnung inkl. Kompensationsmaßnahmen) für die Halde Wintershall, Grundlage für die Szenarien 1b, 2b, 3b, 4b, 5b

Jahr	Haldenwasseranfall lt. Band 1.3 A 15.6 ("Worst-Case-Prognose") i.d.F.v. 12.06.2019 [m³]	Abzug Restfeuchte (320.000 m³), weil Ende Aufhaltung	Haldenwasseranfall abzüglich Restfeuchte [m³]	Zum Vergleich: Haldenwasseranfall in Band 3.3 i.d.F. vom 29.03.2018
2021	1.229.000	nein	1.229.000	1.262.000
2022	1.270.000	nein	1.270.000	1.303.000
2027	1.352.000	320.000 m³	1.032.000	1.104.000
2028	1.352.000	nein	1.352.000	1.418.000
2039	987.000	nein, Restfeuchte fließt nach 2029 ab	987.000	1.099.000

Ganglinie des Haldenwasseranfalls

Der als Eingangsgröße im Flussgebietsmodell zugrunde gelegte Haldenwasseranfall (Tabelle 2-1) für ein mittleres hydrologisches Jahr wurden mit Hilfe eines Niederschlags-Abfluss-Modells (N/A-Modell) und auf der Basis einer Niederschlagszeitreihe (DWD) der Messstationen Philippsthal/Röhrigshof und Geisa in eine kontinuierliche Ganglinie des Haldenwasseranfalls überführt. Für das Flussgebietsmodell TALSIM NG wurde außerdem ein typischer Jahresgang der anfallenden Haldenwasservolumina mathematisch beschrieben und am Jahr 2008 kalibriert. Der Haldenwasseranfall für einzelne zu betrachtende Jahre innerhalb des Modellierungszeitraums 1978-2010 kann daher erheblich vom langjährigen Mittelwert (Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2) abweichen. Die modellierte Variabilität des Haldenwasseranfalls ist beispielhaft für das Szenario 1a in folgender Abbildung dargestellt (Abbildung 1).

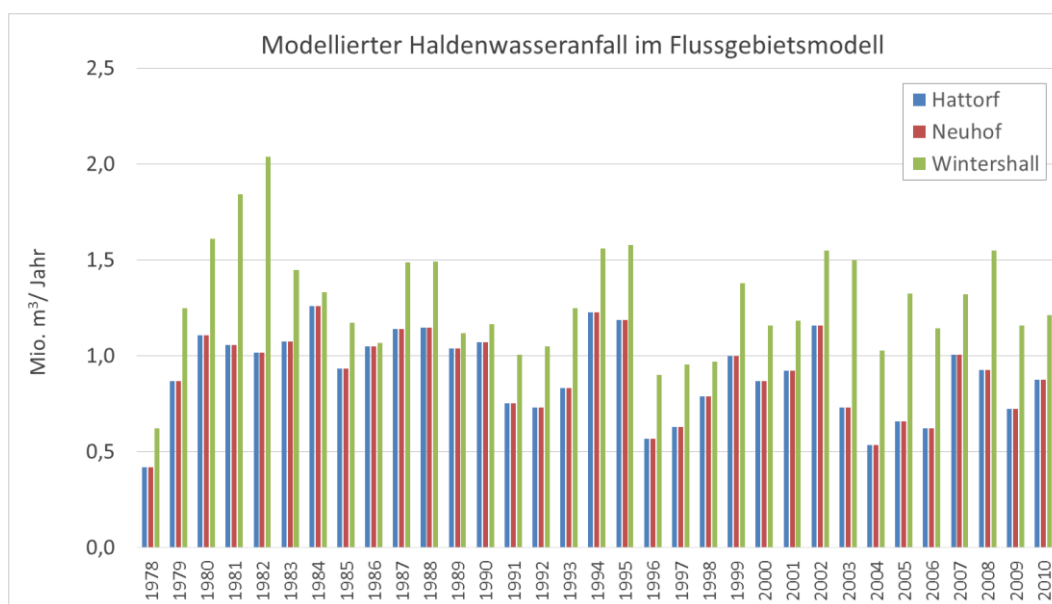


Abbildung 1: Modellierter jährlicher Haldenwasseranfall aus der N/A-Modellierung (Szenario 1a) für den Zeitraum 1978 bis 2010 für die Halden Hattorf, Wintershall und Neuhoof

Neubewertung der diffusen Einträge in die Oberflächengewässer

Das Einzugsgebiet der Werra zwischen Unterrohn und Gerstungen ist in verschiedenen Grundwasserstockwerken geprägt durch hohe Salzgehalte, deren Ursachen geogene Prozesse sowie die seit nahezu einem Jahrhundert stattfindende Versenkung von Salzabwasser sind. In diesen Abschnitten der Werra erfolgt ein Austritt von salzhaltigem Grundwasser in die Oberflächengewässer in Form von diffusen Eintrittten (Exfiltration von Grundwasser). Die Höhe der diffusen Salzzutritte ist nicht direkt messtechnisch zugänglich, sondern kann nur indirekt über Bilanzen ermittelt werden.

Im Rahmen der Eigenkontrolle zur Salzabwassereinleitung des Werkes Werra erfolgen an festgelegten Punkten in der Werra und Ulster tägliche Probenahmen zur Ermittlung der durchschnittlichen Salzkonzentration (24-Stunden Mittelwerte). Ausnahme davon bilden nur die Probenahmen in Unterrohn (Werra) und Räsa (Ulster), wo täglich eine Schöpfprobe entnommen und analysiert wird. Neben den Konzentrationen werden vom Werk Werra sowie von den zuständigen Behörden an den Pegelmessstellen die durchschnittlichen täglichen Durchflüsse gemessen. Durch die Bestimmung der Transporte bzw. Frachten zwischen zwei Messstellen im Gewässer kann im Rahmen einer Bilanzbetrachtung ermittelt werden, ob es zwischen den gewählten Messstellen zu Salzeinträgen gekommen ist, die nicht durch die Einleitung von Salzabwässern verursacht wurden. Auf diese Weise kann die Höhe der diffusen Einträge abgeschätzt werden (SYDRO Consult 2019, siehe Anhang 1).

Die Auswertung von aktuellen Monitoring-Daten ergab, dass die Höhe der diffusen Einträge in den letzten Jahren abgenommen hat. Mit der Reduzierung der Versenkmengen in den letzten Jahren und der geplanten Einstellung der Versenkung von Salzabwässern ab dem Jahr 2022 werden die diffusen Einträge voraussichtlich zukünftig weiter zurückgehen. Aus diesem Grund wurden die diffusen Einträge im vorliegenden Dokument gegenüber dem Band 3.3 reduziert. Eine Abnahme der diffusen Einträge über Zeit wurde auch in den Eingangsdaten der Flussgebietsmodellierung zu Grunde gelegt.

Tabelle 2-3: Höhe der diffusen Einträge für die Flussgebietsmodellierung

Szenario		1	2	3	4	5
Jahr		2021	2022	2028	2027	2038
Diffuse Einträge Band 3.3						
Chlorid	kg/s	11,42	9,13	9,13	9,13	9,13
Magnesium	kg/s	0,76	0,61	0,61	0,61	0,61
Kalium	kg/s	0,36	0,29	0,29	0,29	0,29
Diffuse Einträge Band 3.3 Anlage 1 (vorliegendes Dokument)						
Chlorid	kg/s	9,63	9,23	8,43	8,67	7,63
Magnesium	kg/s	0,68	0,66	0,61	0,62	0,57
Kalium	kg/s	0,20	0,19	0,18	0,19	0,17

Zusammensetzung der Haldenwässer

Die prognostizierte, typische Zusammensetzung der Haldenwässer entspricht den Angaben in Band 3.3, Kapitel 5.3.

Zusammenfassung der Eingangsdaten für die Flussgebietsmodellierung

Die Randbedingungen der hier betrachteten Szenarien sind in folgender Tabelle zusammengefasst (Tabelle 2-4).

Tabelle 2-4: Zusammenfassung der Eingangsdaten für die Flussgebietsmodellierung der hier betrachteten Szenarien 1-5

Szenario		1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
Jahr		2021		2022		2028		2027		2039	
Bemerkung		Fortschreibung Grenzwerte bis Ende 2021		abgesenkte Zielwerte ab 2022		abgesenkte Zielwerte ab 2028		Ende Aufhaltung 2027 und Abzug Restfeuchte; Zielwerte ab 2022		Ende Aufhaltung 2038 und Abzug Restfeuchte; Zielwerte ab 2028	
Simulations-ID		3004	3355	3006	3360	3010	3361	3008	3362	3011	3363
Anfall											
Prozessabwasser	Tm³/a	0,0									
Haldenwasser	Tm³/a	3.406	3.331	3.486	3.410	3.754	3.644	3.042	3.028	3.379	3.327
davon Hattorf	Tm³/a	1.182		1.212		1.292		996		1.240	
davon Wintershall	Tm³/a	1.304	1.229	1.346	1.270	1.462	.1352	1.046	1.032	1.039	987
davon Neuhof	Tm³/a	920		928		1.000		1.000		1.100	
Konzentration Haldenwasser Hattorf											
Chlorid	g/l	169,3									
Magnesium	g/l	33,8									
Kalium	g/l	21,0									
Konzentration Haldenwasser Wintershall											
Chlorid	g/l	175,3									
Magnesium	g/l	37,7									
Kalium	g/l	22,6									
Konzentration Haldenwasser Neuhof											
Chlorid	g/l	134,3									
Magnesium	g/l	30,0									
Kalium	g/l	18,9									
Stapelbeckenvolumen											
Werra Brutto	m³	697.000									
Werra Netto	m³	585.000									
Grenzwert/ Zielwert Pegel Gerstungen											
Chlorid	mg/l	2500		1580		1170		1580		1170	
Magnesium	mg/l	340		215		120		215		120	
Kalium	mg/l	200		140		70		140		70	
Zielwerte Pegel Boffzen											
Chlorid	mg/l	-		395		295		395		295	
Magnesium	mg/l	-		55		30		55		30	
Kalium	mg/l	-		35		20		35		20	

Diffuse Einträge						
Chlorid	kg/s	9,63	9,23	8,43	8,67	7,63
Magnesium	kg/s	0,68	0,66	0,61	0,63	0,57
Kalium	kg/s	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
Kühl- und Sielwässer						
Chlorid	kg/s	0				
Magnesium	kg/s	0				
Kalium	kg/s	0				
Optionale Maßnahme						
Werra-Bypass	m³/h	0				

2.2 Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung

Die Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung der in dieser Unterlage betrachteten Szenarien sind in folgender Tabelle (Tabelle 2-5) zusammengefasst. Die Aussagen zur Flussgebietsmodellierung, die in Band 3.3 getroffen wurden, können mit den hier vorliegenden Ergebnissen bestätigt werden.

Es zeigt sich, dass die für das Jahr 2021 prognostizierten Haldenwassermengen (Tabelle 2-4) unter Einhaltung der derzeit gültigen Grenzwerte in hydrologisch mittleren und feuchten Jahren vollständig durch Einleitung in die Werra entsorgt werden können (Tabelle 2-5). Die mittleren Einleitmengen in die Werra für das Jahr 2021 liegen bei 3,33 Mio. m³/a (Szenario 1a) (in hydrologisch trockenen Jahren: 2,71 Mio. m³/a; in hydrologisch feuchten Jahren: 3,98 Mio. m³/a) und damit etwas über den Werten, die in Band 3.3, Tabelle 5-5 ausgewiesen wurden (Mittelwert 3,28 Mio. m³/a, trockenes Jahr 2,58 Mio. m³/a, feuchtes Jahr 3,90 Mio. m³/a). Die Einleitmengen aus dem Szenario, das auf der „Worst-Case-Prognose“ aus Band 1.3 des Haldenwasseranfalls basiert (Szenario 1b) liegen dazwischen. In sehr trockenen Jahren verbleiben Restvolumina („Überhänge“) von bis zu 530.000 m³/a (Tabelle 2-5), die nicht in die Werra eingeleitet werden können und die nach derzeitigem Sachstand über LKW- und Bahntransporte in externen Grubenbauen entsorgt werden müssen. Temporäre Überhänge können auch durch Zwischenspeicherung in übertägigen Speicherbecken, wie z.B. den Becken Alte Ziegelei, gepuffert werden.

Tabelle 2-5: Ergebnisse der betrachteten Szenarien: errechnete Einleitmengen für Haldenwässer sowie nicht durch Einleitung entsorgbare Überhänge

Szenario		1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b
Jahr		2021		2022		2028		2027		2039	
Einleitvolumina Werra (Einleitstellen in Heringen und Philippsthal)											
Mittelwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	3,33	3,27	3,10	3,07	1,36	1,36	2,87	2,86	1,40	1,40
hydrologisch trockenes Jahr ¹	Mio. m³/a	2,71	2,72	2,14	2,11	0,91	0,91	2,03	2,03	0,93	0,93
hydrologisch mittleres Jahr ²	Mio. m³/a	3,48	3,41	2,95	2,92	1,40	1,40	2,84	2,84	1,44	1,43
hydrologisch feuchtes Jahr ³	Mio. m³/a	3,98	3,87	4,24	4,15	2,10	2,11	3,69	3,68	2,15	2,14
Minimalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	2,37	2,34	1,75	1,74	0,58	0,58	1,76	1,76	0,62	0,62
Maximalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	4,64	4,54	4,83	4,72	2,25	2,25	4,23	4,21	2,30	2,30
Nicht durch Einleitung entsorgbare Überhänge											
Mittelwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	0,08	0,06	0,38	0,34	2,39	2,28	0,18	0,17	1,98	1,93
hydrologisch trockenes Jahr ¹	Mio. m³/a	0,53	0,43	1,14	1,07	3,01	2,89	0,71	0,70	2,53	2,47
hydrologisch mittleres Jahr ²	Mio. m³/a	0,00	0,00	0,47	0,42	2,36	2,22	0,15	0,14	1,85	1,80
hydrologisch feuchtes Jahr ³	Mio. m³/a	0,00	0,00	0,00	0,00	2,18	2,05	0,00	0,00	1,73	1,68
Minimalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	1,36	0,00	0,00	1,19	1,16
Maximalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m³/a	0,53	0,43	1,21	1,11	3,91	3,73	0,74	0,73	3,26	3,17
Anzahl der Jahre mit Überhang im Simulationszeitraum ⁴	Anzahl	12	10	28	27	33	33	19	19	33	33

¹ ein hydrologisch trockenes Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 2003^a² ein hydrologisch mittleres Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 1999³ ein hydrologisch feuchtes Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 1987⁴ Der Simulationszeitraum umfasst insgesamt 33 Jahre (1978-2010)

^a Die upi Ingenieurgesellschaft verwendet in der Betrachtung der Haldenwasserbilanz im Gegensatz zur SYDRO Consult GmbH das Jahr 1976 als trockenes, hydrologisches Beispieljahr. Für das Jahr 1976 lagen jedoch im Umfeld der Halden Hattorf und Wintershall keine hoch aufgelösten, meteorologischen Daten vor, die eine notwendige Eingangsgröße für die Flussgebietsmodellierung der SYDRO Consult GmbH darstellen. Die Zeitreihe der Flussgebietsmodellierung beginnt daher aufgrund der Datenverfügbarkeit erst im Jahr 1978.

In der hier vorgelegten Ergänzung der Flussgebietsmodellierung bestätigt sich weiterhin die verringerten Einleitmöglichkeiten bei einer Absenkung der Zielwerte am Pegel Gerstungen in der 3. und 4. Bewirtschaftungsperiode. Bei abgesenkten Zielwerten in der 3. Bewirtschaftungsperiode ab 2022 können im Mittel 3,1 Mio. m³/a Haldenwässer in die Werra eingeleitet werden (Szenario 2a und 2b). Bei weiter abgesenkten Zielwerten der 4. Bewirtschaftungsperiode ab 2028 können ca. 1,36 Mio. m³/a in die Werra eingeleitet werden (Szenario 3a und 3b). Durch die verringerten Einleitmöglichkeiten erhöhen sich die rechnerischen Überhänge, die auf anderen Wegen als durch die Einleitung entsorgt werden müssen. Die Überhänge betragen im Durchschnitt ca. 380.000 m³/a (3. Bewirtschaftungsperiode, Szenario 2a) beziehungsweise 2,39 Mio. m³/a (4. Bewirtschaftungsperiode, Szenario 3a). Eine vollständige Entsorgung durch Einleitung in die Werra wäre dann im hydrologischen Normaljahr nicht mehr gegeben.

Die Modellierungsergebnisse für die Szenarien 4a und 4b, die ein Ende der Aufhaltung im Jahr 2027 und ein Abfließen der rückstandbedingten Restfeuchte unterstellen, sind vergleichbar zu den Ergebnissen des Szenarios 4 in Band 3.3 (Tabelle 5-5). Durch die Neubewertung der Restfeuchtevolumina wurde der Haldenwasseranfall nach Abfließen der Restfeuchte insgesamt geringer angesetzt, so dass sich etwas geringere Einleitvolumina (2,87 Mio. m³/a im Szenario 4a versus 2,90 Mio. m³/a) und etwas geringere Überhänge (0,18 Mio. m³/a im Szenario 4a versus 0,20 Mio. m³/a) im Durchschnitt über den Simulationszeitraum ergeben (Tabelle 2-5).

Für die Szenarien 5a und 5b, die ein Ende der Aufhaltung im Jahr 2039 und ein vollständiges Abfließen der rückstandsbedingten Restfeuchte abbilden, werden ebenfalls vergleichbare Ergebnisse zu Szenario 5 in Band 3.3 ermittelt. Der gesamte Haldenwasseranfall nach Abfließen der Restfeuchte wurde in den Szenarien 5a und 5b geringer angesetzt. So ergeben sich mit den Zielwerten der 4. Bewirtschaftungsperiode für das Szenario 5a im Vergleich zu Szenario 5 in Band 3.3 etwas höhere Einleitvolumina (1,40 Mio. m³/a versus 1,20 Mio. m³/a) und etwas geringere Überhänge (1,98 Mio. m³/a versus 2,24 Mio. m³/a) (Mittelwerte über den gesamten Simulationszeitraum).

2.3 Konzentrationsentwicklung an den Bewertungspegeln

Die Flussgebietsmodellierung erlaubt eine Aussage zu den Konzentrationsentwicklungen von Chlorid, Kalium und Magnesium an verschiedenen Bewertungspegeln von Werra und Weser. Die Ergebnisse der hier durchgeführten Modellierungen sind in Tabelle 2-7 als 90-Perzentilwerte über den Modellierungszeitraum dargestellt, wobei die Einordnung der

Konzentrationsbereiche der 5-stufigen Klassifizierung des BWP Salz (Tabelle 2-6) entspricht. In Tabelle 2-7 werden der Übersichtlichkeit halber die Ergebnisse der fünf Szenarien 1a bis 5a dargestellt, da diese die höchsten Einleitmengen abbilden.

Die Einleitung der Salzabwässer erfolgt an der Werra in den Oberflächenwasserkörper DEHE_41.4 „Werra/Philippsthal“ und wird am Bewertungspegel „Gerstungen“ beurteilt. Es ergeben sich in der Flussgebietsmodellierung 90-Perzentilwerte für den Parameter Chlorid von 2021 mg/l, für Kalium 169 mg/l und für Magnesium 300 mg/l (Szenario 1) bei Beibehaltung der aktuell zugelassenen Grenzwerte (Tabelle 2-7). Diese Ergebnisse bestätigen die Größenordnung der Modellergebnisse, die in Band 3.3 dargestellt sind (Szenario 1 in Band 3.3. Tabelle 5-7: 2109 mg/l Chlorid, 175 mg/l Kalium, 296 mg/l Magnesium).

Die modellierten Konzentrationen an den Bewertungspegeln verringern sich bei einer Absenkung der Zielwerte nach Ende 2021 bzw. nach Ende 2027. Das Ziel des guten Gewässerzustands für die Salzparameter nach Ende 2027 würde in Bezug auf Chlorid und Kalium ab dem Bewertungspegel Hemeln erreicht werden, für Magnesium würde das Ziel unterhalb der Einmündung der Diemel in die Weser erreicht (Szenarien 3 und 5).

Tabelle 2-6: Einordnung von Konzentrationsbereichen für die Parameter Chlorid, Magnesium und Kalium an Werra und Weser gemäß BWP Salz

	Chlorid [mg/l]	Magnesium [mg/l]	Kalium [mg/l]
I	≤ 75	≤ 20	≤ 5
II	75 bis 300	20 bis 30	5 bis 20
III	300 bis 1.000	30 bis 100	20 bis 80
IV	1.000 bis 2.500	100 bis 180	80 bis 150
V	> 2.500	> 180	> 150

Tabelle 2-7: Modellierte Konzentrationen (90-Perzentile) an verschiedenen Bewertungspegeln in Werra und Weser (mg/l)

90-Perzentil [mg/l]					
Chlorid					
Bewertungspegel	Szenario 1a 2021	Szenario 2a 2022	Szenario 3a 2028	Szenario 4a 2027	Szenario 5a 2039
Vacha	548	532	498	508	465
Gerstungen	2021	1502	909	1485	846
Witzenhausen	1124	842	508	823	471
Letzer Heller	1096	823	496	804	460
Hemeln	508	415	255	402	242
uh Diemel­mündung	417	342	216	332	206
Boffzen	400	330	209	320	200
Hess. Oldendorf	362	298	191	289	182
Porta	359	299	207	292	199
Drakenburg	346	289	204	283	196
Hemelingen	262	225	175	223	170

90-Perzentil [mg/l]					
Kalium					
Bewertungspegel	Szenario 1a 2021	Szenario 2a 2022	Szenario 3a 2028	Szenario 4a 2027	Szenario 5a 2039
Vacha	21	20	19	19	18
Gerstungen	169	117	44	115	44
Witzenhausen	95	71	27	68	27
Letzer Heller	93	70	27	67	26
Hemeln	45	36	16	35	16
uh Diemelmündung	36	29	13	28	13
Boffzen	34	28	12	26	12
Hess. Oldendorf	31	25	11	23	11
Porta	29	23	11	23	11
Drakenburg	27	22	11	21	11
Hemelingen	28	24	18	24	18

90-Perzentil [mg/l]					
Magnesium					
Bewertungspegel	Szenario 1a 2021	Szenario 2a 2022	Szenario 3a 2028	Szenario 4a 2027	Szenario 5a 2039
Vacha	50	49	46	47	43
Gerstungen	300	208	78	205	78
Witzenhausen	170	125	49	121	49
Letzer Heller	166	123	48	118	48
Hemeln	83	67	33	65	33
uh Diemelmündung	67	53	27	52	26
Boffzen	64	51	26	50	25
Hess. Oldendorf	57	46	23	44	23
Porta	55	44	24	43	24
Drakenburg	51	41	23	40	23
Hemelingen	45	38	28	38	28

2.4 Entsorgungskonzept für die Haldenwässer

Die in Kapitel 5.5 des Bandes 3.3 getroffenen Aussagen zur Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase sind weiterhin gültig. Die Betrachtung der ergänzenden Szenarien im vorliegenden Band führt zu keinen signifikanten Änderungen in der Entsorgungskonzeption, da die prognostizierte Erhöhung des Haldenwasseranfalls (maximal. 44.000 m³/a) aufgrund einer Neubewertung der Haldenwasserbilanz innerhalb der Spannweite der modellierten Variabilität liegt.

Aufgrund der hohen Übereinstimmung der Modellergebnisse zu Band 3.3 wird an dieser Stelle auf eine erneute Darstellung der verschiedenen Entsorgungswege verzichtet. Es wird auf Kapitel 5.5 in Band 3.3 verwiesen.

3. Zusammenfassung

In der vorliegenden Anlage zu Band 3.3 „Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase“ erfolgte eine Überprüfung der Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung

durch ergänzende Betrachtung von zehn weiteren Szenarien. Die Ergänzung wurde notwendig, da sich Anpassungen in den Haldenwasserbilanzen für die Halde Wintershall ergaben.

Die Haldenwasserbilanzen, die den Haldenwasseranfall für die Bestandshalde und für die beantragte Erweiterungsfläche umfassen, sind wesentliche Eingangsgröße für die Flussgebietsmodellierung. Aufgrund von Änderungen im Berechnungsverfahren für den freien Wassergehalt in Rückstandsalz gegenüber dem Band 3.3 in der Fassung vom 01.10.2018 wurde der Haldenwasseranfall neu abgeschätzt und für die Haldenerweiterung Wintershall auf Jahresbasis prognostiziert (Band 1.3 Haldenwasserbilanz, Anlage 13 i. d. F. vom 12.06.2019). Die Haldenwasserbilanzen wurden weiterhin durch eine Worst-Case-Prognose im Band 1.3 ergänzt, die höhere Niederschlagsmengen und geringere Verdunstungsraten abbilden. In der vorliegenden Unterlage wurde dem Haldenwasseranfall ein Sicherheitszuschlag hinzugerechnet und damit maximale Unsicherheiten bei der Haldenwasserprognose abgebildet. Der „Worst-Case-Prognose“ für den Haldenwasseranfall in Band 1.3 wurden keine Sicherheitszuschläge aufgeschlagen, da damit in der Haldenwasserbilanz schon hohe Unsicherheiten abgebildet wurden.

Die Ergebnisse der ergänzenden Szenarien führen zu geringfügigen Unterschieden für die durch Einleitung in die Werra entsorgbaren Haldenwasservolumina sowie zu geringfügigen Unterschieden bei den modellierten – anderweitig zu entsorgenden – Restvolumina („Überhänge“). Diese Differenzen liegen in der Größenordnung von 40.000 - 60.000 m³/a.

Aus diesem Grund ergeben sich keine Änderungen in der in Band 3.3 beschriebenen Entsorgungskonzeption durch die ergänzend betrachteten Szenarien. Bis zum 31.12.2020 besteht eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von Haldenwässern in die Werra. Die Entsorgung der Haldenwässer ist bei einer Beibehaltung der Grenzwerte am Pegel Gerstungen auch bis zum Jahr 2021 gegeben, da die Erweiterung der Halden Hattorf und Wintershall nur zu einer vergleichsweise geringen Erhöhung der zu entsorgenden Haldenwässer führt.

Eine vollständige Entsorgung der Haldenwässer ist auch dann noch gegeben, wenn die im BWP Salz vorgesehene Absenkung der Zielwerte am Pegel Gerstungen in der 3. Bewirtschaftungsperiode realisiert wird und die vorgesehenen Maßnahmen des MNP Salz umgesetzt werden. Die Absenkung der Zielwerte an den Pegeln Gerstungen und Boffzen in der 3. Bewirtschaftungsperiode steht jedoch unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung auf der Grundlage der Ergebnisse des flankierenden Monitorings durch die FGG Weser.

Nach Ende 2027 wäre bei Beibehaltung der Zielwerte eine vollständige Einleitung der dann anfallenden Haldenwässer weiterhin möglich. Werden die Zielwerte jedoch ab Ende 2027 weiter abgesenkt, so wie es der BWP Salz derzeit vorsieht, dann müssen die nicht einleitbaren Haldenwässer über alternative Wege entsorgt werden. Hier wird vor allem die untertägige Einstapelung von Salzlösungen in lokalen oder überregionalen Gruben und Kavernen geprüft.

Im Falle einer Entsorgungslücke für die Haldenwässer könnten unter Reduzierung / Einstellung der Produktion aber Haldenwässer in den Eindampfanlagen Wintershall und der KKF-Anlage Hattorf eingedampft werden, um die Entsorgung auch über 2027 hinaus zu gewährleisten.

Die Entsorgung der anfallenden Haldenwässer ist damit für den gesamten beantragten Erweiterungsabschnitt und bis in die Nachbetriebsphase hinein gesichert.