

Nachhaltiges Rückstandsmanagement an den Standorten Hattorf und Wintershall (Haldenerweiterung Wintershall)

Band 3.3 der Antragsunterlage

Abwasserentsorgung in der Betriebs- und Nachbetriebsphase

Vorhabenträger:

Standort Wintershall
Werk Werra
In der Aue
36226 Heringen



Verfasser:

Matthias Kempe
Abteilung Umwelt/Genehmigungen
K+S KALI GmbH
Standort Hattorf
Werk Werra
Postfach 1163
36267 Philippsthal



.....
Dr. Martin Eichholtz



.....
Matthias Kempe

Impressum

Fassung vom 07.06.2019

Ansprechpartner: Matthias Kempe

Telefon: 06620 79 2031

Fax: 06620 79 4004

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

Web: www.kali-gmbh.com



Ergebnisse im Überblick:

- Für die ordnungsgemäße Entsorgung der Haldenwässer bis Ende 2020, inklusive der zusätzlich anfallenden Haldenwässer aus den geplanten Haldenerweiterungen Hattorf und Wintershall, besteht bis zum 31.12.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung in die Werra. Eine Verschlechterung der chemischen Wasserbeschaffenheit sowie salzbedingte Verschlechterungen des biologisch-ökologischen Zustands der Werra und Weser sind bei den derzeit am Pegel Gerstungen in der Werra geltenden Grenzwerten von 2.500 mg/l Chlorid, 340 mg/l Magnesium, 90 °dH Gesamthärte und 200 mg/l Kalium auszuschließen.
- Eine Fortsetzung der Aufhaltung bis zum Jahr 2021 führt nur zu einer vergleichsweise geringen Erhöhung der zu entsorgenden Salzfrachten. Eine vollständige Entsorgung durch Einleitung in die Werra ist bei Einhaltung der o. g. Grenzwerte möglich.
- Wenn die Maßnahmen des „MNP Salz“ in der 3. Bewirtschaftungsperiode erfolgreich umgesetzt werden, können die bis Ende 2027 anfallenden Haldenwässer durch Einleitung in Werra und Weser unter Einhaltung der im „BWP Salz“ für die 3. Bewirtschaftungsperiode vorgeschlagenen Zielwerte vollständig entsorgt werden.
- Eine Beibehaltung der Zielwerte über Ende 2027 hinaus würde eine vollständige Einleitung der dann anfallenden Haldenwässer weiterhin zulassen. Sollten die Zielwerte jedoch ab Ende 2027 – wie es der „BWP Salz“ derzeit vorsieht – weiter abgesenkt werden, könnten die nicht durch Einleitung in Werra und Weser entsorgbaren Haldenwassermengen über alternative Wege entsorgt werden. Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, überschüssige Haldenwässer im Notfall einzudampfen, um die Entsorgung auch über 2027 hinaus zu gewährleisten. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen, wie die untertägige Einstapelung von Salzlösungen in der Prüfung.
- Die Entsorgung der anfallenden Haldenwässer ist damit für den gesamten Aufhaltungszeitraum der Erweiterung und bis in die Nachbetriebsphase hinein gewährleistet.

Inhaltsverzeichnis

1.	Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm der FGG Weser.....	6
2.	Gesamtstrategie der K+S KALI GmbH - Werk Werra zum Umgang mit salzhaltigen flüssigen Rückständen.....	8
2.1	Bisherige Maßnahmen zur Reduzierung und mögliche Entsorgungswege	8
2.2	Konzepte zur dauerhaften Salzabwasser-Entsorgung im Werra-Kalirevier im Kontext des „BWP Salz“	9
3.	Bestehende wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des Haldenwassers in die Werra – Einleitantrag des Werkes Werra 2012	15
3.1	Antragsgegenstand des Einleitantrages 2012	15
3.2	Prognosen der anfallenden Salzabwässer inklusive Haldenwasser der Halde Wintershall	17
3.3	Entsorgungsmöglichkeiten - Salzlaststeuerung	17
3.4	Flussgebietsmodellierung mittels Detailmodell für den Einleitantrag 2012.....	18
3.5	Auswirkungen der Einleitung von Salzabwasser inklusive der Haldenwässer in die Werra auf die Umwelt	19
4.	Auswirkungen der Einleitung von Haldenwasser in die Werra auf die Umwelt im Zeitraum bis Ende 2020.....	20
5.	Langfristige Entsorgungsmöglichkeiten für die Haldenwässer	21
5.1	Flussgebietsmodellierung mittels erweitertem Detailmodell auf der Basis von TALSIM NG	21
5.2	Modellbedingte Prognoseunsicherheit.....	22
5.3	Szenarienrechnungen zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten	24
5.4	Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung	31
5.5	Entsorgungskonzept für die Haldenwässer	34
5.6	Entwicklung der Gewässerqualität von Werra und Weser	37
6.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Variable Einleitung der Haldenwässer in die Werra (Szenario 1).....	32
Abbildung 2: Entstehung von Überhängen in hydrologisch trockenen Jahren (Szenario 1). Diese können nicht durch Einleitung entsorgt werden.	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Prognostizierte Volumina und Zusammensetzungen des Haldenwassers (Hauptbestandteile) in der Nachbergbauphase bei vollständiger Abdeckung der Halden Hattorf und Wintershall	15
Tabelle 5-1: Prognose der Haldenwasservolumina 2027 mit und ohne Restfeuchte (RF) sowie mit Sicherheitszuschlag (Angaben gerundet)	26
Tabelle 5-2: Prognose der Haldenwasservolumina 2038* mit und ohne Restfeuchte (RF) sowie mit Sicherheitszuschlägen (Angaben gerundet)	27
Tabelle 5-3: Prognostizierte, typische Zusammensetzung der Haldenwässer 2021 (Hauptbestandteile).....	29
Tabelle 5-4: Zusammenfassung der Eingangsdaten für die Flussgebietsmodellierung der hier betrachteten Szenarien 1-5	30
Tabelle 5-5: Ergebnisse der betrachteten Szenarien: errechnete Einleitmengen für Haldenwässer sowie nicht durch Einleitung entsorgbare Überhänge.	33
Tabelle 5-6: Einordnung von Konzentrationsbereichen für die Parameter Chlorid, Magnesium und Kalium an Werra und Weser gemäß BWP Salz	37
Tabelle 5-7: Modellierte Konzentrationen (90-Perzentile) an verschiedenen Bewertungspegeln in Werra und Weser (mg/l)	37

Anlagen

Anlage 1: Ergänzende Szenarienberechnungen zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten	
--	--

1. Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm der FGG Weser

Die Festsetzung des regulatorischen Rahmens der langfristigen Haldenwasserentsorgung im hessisch-thüringischen Kalirevier erfolgte in der Bewirtschaftungsplanung zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Im März 2016 verabschiedete die Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG-Weser) für die zweite Bewirtschaftungsperiode einen detaillierten Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 83 Abs. 3 WHG (im Folgenden: „BWP Salz“) sowie ein detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG (im Folgenden: „MNP Salz“). Der „BWP Salz“ und der „MNP Salz“ setzen folgende, zentrale Rahmenbedingungen:

„Der Bewirtschaftungsplan und das Maßnahmenprogramm sind behördenverbindlich. Die Festlegungen des Bewirtschaftungsplans werden in berg- und wasserrechtlichen Verfahren umgesetzt.“^a

„Im „Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 – Salz“ werden im Wesentlichen die signifikanten Salzbelastungen in Werra und Weser und die Bewertung des Zustands der Wasserkörper im Grundwasser und in den Oberflächengewässern dargestellt sowie die Zielvorstellungen und vorgesehenen Maßnahmen benannt. Da es sich um eine Bewirtschaftungsfrage handelt, die sich auf Wasserkörper in mehreren Ländern auswirkt, wird auch die in der FGG Weser erfolgte Abstimmung umfassend beschrieben.“^b

In dem auf dem „BWP Salz“ aufbauenden Maßnahmenprogramm sind mit der Maßnahmenkombination „Masterplan Salzreduzierung“ eine Reihe an umzusetzenden, aber auch noch zu prüfenden Maßnahmen zur weiteren Salzabwassermeidung und/oder -entsorgung genannt.

Ebenso werden die für die dritte Bewirtschaftungsperiode (also den Zeitraum ab Ende 2021 bis Ende 2027) gesetzten Zielwerte der zu erreichenden Konzentrationen an Chlorid, Kalium und Magnesium im Rahmen eines flankierenden Monitorings zu überprüfen sein.

^a Detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG, FGG Weser, März 2016

^b Detaillierter Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 83 WHG, FGG Weser, März 2016

Dabei werden sowohl die Umsetzbarkeit bestimmter Maßnahmen, die damit verbundenen Wirkungen, ggf. die Ableitung weiterer Maßnahmen sowie die Überprüfung der Verfahren zur Bewertung im Vordergrund stehen.

„Auf der Grundlage der Ergebnisse werden die endgültigen Zielwerte und das Maßnahmenprogramm für die Bewirtschaftungsperiode 2021 bis 2027 festgelegt.“^c

Damit stehen die im aktuellen Bewirtschaftungsplan für die Bewirtschaftungsperioden ab 2021 genannten Zielwerte für bestimmte Oberflächenwasserkörper von Werra und Weser sowohl maßnahmensseitig als auch in ihren festgelegten Größen unter einem Vorbehalt einer Änderung im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung für die dritte und vierte Bewirtschaftungsperiode. Dieses grundlegende dynamische Element der Maßnahmenumsetzung sowie der Festlegung von zu erreichenden Zielen ist ein Kernelement der WRRL. Dabei sind insbesondere auch Fragen in Bezug auf die Verhältnismäßigkeit, aber auch die mit der Umsetzung von Maßnahmen verbundenen Auswirkungen zu prüfen und zu bewerten.

In Bezug auf die Haldenwasserentsorgung der Halden Hattorf und Wintershall, die einen Großteil der gesamten Salzabwasserentsorgung am Standort darstellt, bedeutet dies, dass diese auch zukünftig im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung und der daraus resultierenden Maßnahmenplanung sicher zu stellen ist. Dies gilt insbesondere auch für die Nachbetriebsphase, wie es im aktuellen „BWP Salz“ dargestellt ist. Welche Ziele in Verbindung mit welchen Maßnahmen in den zukünftigen Bewirtschaftungsperioden erreichbar sind, unterliegt einem Prüfprozess.

Im Rahmen der Vorhabenzulassung sind die Vorgaben des BWP Salz und des MNP Salz nach Maßgabe des Verbesserungsgebotes (§ 27 Abs. 2 Nr. 2 WHG) zu beachten. In diesem Zusammenhang hat das BVerwG in seiner Entscheidung zur Elbvertiefung darauf hingewiesen, dass die Genehmigungsbehörden eindeutig gehalten sind, bei der Vorhabenzulassung angesichts der in der WRRL angelegten Vorrangstellung der wasserwirtschaftlichen Planung nach deren inhaltlichen Vorgaben entscheiden müssen (BVerwG, Urt. v. 09.02.2017, Az. 7 A 2.15, juris, Rn. 586). Sie haben daher grundsätzlich nicht zu prüfen, ob die im Maßnahmenprogramm vorgesehenen Maßnahmen zur Zielerreichung geeignet und ausreichend sind (a.a.O.). Die zur Einhaltung des Verbesserungsgebotes zulässige und gebotene Prüfung im Rahmen der Vorhabenzulassung ist vielmehr darauf beschränkt, ob die in BWP und MNP für das Erreichen eines guten ökologischen Potenzials/Zustands bzw. des bestmöglichen ökologischen Zustands in den OWK vorgesehenen Maßnahmentypen

^c Detaillierter Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG, FGG Weser, März 2016

und Einzelmaßnahmen durch das beantragte Vorhaben ganz oder teilweise behindert bzw. erschwert werden (BVerwG, Urt. v. 09.02.2017, Az. 7 A 2.15, juris, Rn. 584).

2. Gesamtstrategie der K+S KALI GmbH - Werk Werra zum Umgang mit salzhaltigen flüssigen Rückständen

2.1 Bisherige Maßnahmen zur Reduzierung und mögliche Entsorgungswege

Die K+S KALI GmbH hat sich neben wirtschaftlich und sozial verantwortungsvollem Handeln insbesondere auch die Schonung der natürlichen Lebensgrundlagen zum Ziel gesetzt. Die Kaliproduktion ist, wie alle bergbaulichen und industriellen Prozesse, mit Auswirkungen auf die Umwelt verbunden. Die K+S KALI GmbH setzt durch ständige Verbesserungen und Optimierungen sowie die Weiterentwicklung und Umsetzung des Standes der Technik auf nachhaltige und umweltgerechte Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Produktionsprozesse im Sinne dieser Unternehmensleitlinie.

Maßgeblicher Bestandteil einer nachhaltigen Kaliproduktion in den Werken Werra und Neuhof-Ellers ist die langfristige umweltgerechte Entsorgung der nicht vermeidbaren, salzhaltigen, flüssigen Rückstände in Form von Prozessabwasser und Haldenwasser.

Die K+S KALI GmbH verfolgt in diesem Zusammenhang zwei Strategieziele:

- Senkung der Salzabwassermenge,
- Schaffung einer umweltverträglichen, dauerhaften Lösung zur Entsorgung der verbleibenden unvermeidbaren Salzabwassermengen.

Die Senkung der Salzabwassermenge im Sinne einer stofflichen Vermeidung steht im Vordergrund der Betrachtungen, weil hierdurch die durch salzhaltige Abwässer verursachten Umweltauswirkungen weiter verringert werden können. Die K+S KALI GmbH hat in den vergangenen Jahren umfangreiche technische Maßnahmen umgesetzt, um die Salzabwassermenge zu reduzieren.

Die Verminderung der Umweltauswirkungen ist darüber hinaus seit vielen Jahren ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung des Unternehmens. Diese Aufgabe wird auch künftig einen sehr hohen Stellenwert einnehmen.

Am 28. Oktober 2008 hat K+S ein umfangreiches Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz beschlossen und damit den in der Vergangenheit eingeschlagenen Weg einer weiteren

Salzabwasserminimierung konsequent fortgesetzt. Das Maßnahmenpaket ist zwischenzeitlich umgesetzt worden. Das im hessisch-thüringischen Kalirevier anfallende Salzabwasser wurde durch die Umsetzung des Maßnahmenpakets bis Ende 2015 auf durchschnittlich sieben Millionen Kubikmeter im Jahr verringert. Darüber hinaus wird seit Beginn des Jahres 2018 durch die Inbetriebnahme der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage) am Standort Hattorf die Salzabwassermenge um weitere 1,5 Mio. m³/a, auf ca. 5,5 Mio. m³/a reduziert.

Für eine dauerhafte umweltgerechte Entsorgung der dann noch verbleibenden ca. 5,5 Mio. m³ Salzabwasser pro Jahr kommen grundsätzlich die lokale Entsorgung und die überregionale Entsorgung des Salzabwassers infrage.

Im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurden für Maßnahmen des Gewässerschutzes an der Werra und Weser Prüfungen, Bewertungen und Entscheidungen bzgl. der Verhältnismäßigkeit dieser einzelnen und unterschiedlichen Maßnahmen erforderlich. Das Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig führte im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz eine Öko-Effizienz-Analyse (ÖEA) zur Prüfung der Verhältnismäßigkeit unterschiedlicher Maßnahmenoptionen zur Umsetzung des Gewässerschutzes Werra/Weser und zum Erhalt der Kaliproduktion im hessisch-thüringischen Kali-Gebiet durch. Die ÖEA vom 19.09.2014 kommt zu dem Ergebnis, dass

- eine dauerhaft betriebene Nordseepipeline ökonomisch nicht zumutbar ist,
- eine dauerhaft betriebene Oberweserpipeline ökonomisch nicht zumutbar ist,
- eine dauerhafte Einleitung und Versenkung im bisherigen Rahmen am Standort ökologisch nicht zumutbar ist und
- ein Betrieb ohne Versenkung ökonomisch derzeit nicht zumutbar ist, da die Einleitung in die Werra begrenzt ist.

2.2 Konzepte zur dauerhaften Salzabwasser-Entsorgung im Werra-Kalirevier im Kontext des „BWP Salz“

Im März 2016 veröffentlichte die FGG Weser den behördenverbindlichen „BWP Salz“, inklusive des „Masterplans Salzreduzierung“, der in Bezug auf die Salzbelastung in Werra und Weser im dritten und vierten Bewirtschaftungszyklus Zielgrößen vorsieht, die eine weitere Nutzung der Oberflächengewässer zur Entsorgung der Salzabwasser hinsichtlich Konzentrationsbelastung und Frachtbelastung signifikant begrenzt. Grundsätzlich sieht der

„BWP Salz“ eine auch auf sehr lange Sicht mögliche Entsorgung von Haldenwässern in der Werra auch in der Nachbergbauphase vor.

Im „BWP Salz“ sowie im „MNP Salz“ sind eine Reihe von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen entwickelt worden, die es ermöglichen sollen, im Zeitraum nach 2021 sowie im Zeitraum nach 2027 bestimmte Zielwerte in der Werra und Weser zu erreichen. Bei den genannten Maßnahmenkombinationen ergibt sich aus heutiger Sicht noch eine Reihe von Fragen und Bedarf zu weitergehenden Untersuchungen, so dass heute noch keine abschließende Aussage bzgl. einer Zielerreichung bis Ende 2027 gemacht werden kann. Laut detaillierten Maßnahmenprogramm 2015-2021 erfolgt die Festlegung der endgültigen Zielwerte für die Bewirtschaftungsperiode 2021-2027 auf der Grundlage der Ergebnisse des flankierenden Monitorings durch die FGG-Weser. Im Rahmen der Umsetzung des „MNP Salz“ werden bis 2018 weitere Untersuchungen erfolgen, um auf Basis der dann vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse gesichertere Aussagen in Bezug auf die Zielerreichung Ende 2027 machen zu können.

Die geplanten und teilweise bereits in Umsetzung befindlichen Maßnahmen werden im Folgenden erläutert.

Kainit-Kristallisation-Flotations-Anlage (KKF-Anlage)

Am Standort Hattorf hat die K+S KALI GmbH eine Kainit-Kristallisation-Flotations-Anlage (KKF-Anlage) errichtet und am 17. Januar 2018 in Betrieb genommen. Mit dieser technischen Neuentwicklung wird die Menge der Prozessabwässer ab 2018 um durchschnittlich 1,5 Millionen m³ im Jahr verringert werden. Das Maßnahmenprogramm Salz schreibt hierzu:

„Mit dem Bau der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage) (...) und dem Beginn der Einstapelung ab dem Jahr 2021 (...) wird eingeschätzt, dass ab diesem Zeitpunkt keine Produktionsabwässer mehr anfallen, die auf anderem Wege abgeleitet bzw. entsorgt werden müssen.“

Einstapelung von Salzlösungen unter Tage

Die im „Masterplan Salzreduzierung“ genannten ergänzenden Maßnahmen zum Einstapeln und Versatz unter Tage

- Maßnahme A: Einstapeln von Salzlösungen
- Maßnahme B: Einbringen unter Zugabe von Zuschlagstoffen in verfestigter Form
- Maßnahme C: Versatz als Dickstoff /verfestigt mit tragender Wirkung

werden derzeit umfassend geprüft. Fällt die Prüfung der Maßnahmen zum Einstapeln unter Tage positiv aus und gelingt deren Umsetzung, so können Salzlösungen unter Tage entsorgt werden, sofern eine Genehmigung zur Einstapelung unter Tage erfolgt. Die Ergebnisse des entsprechenden Prüfprogramms werden im Jahr 2018 vorliegen.

Die Maßnahme „Einstapelung von Salzlösungen“ stellt dabei keinen Widerspruch zu der im Rahmen der Alternativenprüfung in Band 3.2.6 geprüften und als Entsorgungsalternative verworfenen Einstapelung von Haldenwasser unter Tage dar, da sie sich auf die Entsorgung von Prozesswässern bezieht, die sich hinsichtlich der Höhe der Mineralisation und der Zusammensetzung von Haldenwässern unterscheiden (siehe Band 3.2.6).

Darüber hinaus wird K+S die intensive Forschung nach Möglichkeiten zur weiteren Salzabwasserreduzierung konsequent fortführen, z.B. in Hinblick auf die Maßnahmenvorschläge der K-UTEK AG Salt Technologies.

Fernleitung Oberweser

K+S will zusätzlich zu den umfangreichen Maßnahmen zum Gewässerschutz seit 2008 insbesondere bis 2021 noch einmal rund 400 Millionen Euro investieren. Ein Teil davon soll in die Planung, den Bau und den befristeten Betrieb einer Fernleitung an die Oberweser – den sog. Werra-Bypass – fließen, der Ende 2021 in Betrieb gehen könnte. Der Werra-Bypass soll als Ergänzung zur lokalen Einleitung in die Werra bis zum Ende der Produktionszeit einen Teil der Salzabwässer des Werkes Werra an die Oberweser transportieren. Gemäß „Masterplan Salzreduzierung“ handelt es sich beim Werra-Bypass zur Oberweser um eine optionale Maßnahme über dessen Erfordernis endgültig erst im Jahr 2018 durch den Werra-Rat entschieden wird.

„Bei Bedarf findet Ende 2018 eine Weser-Ministerkonferenz statt“^d.

Aus Vorsorge und Terminsicherungsgründen müssen die Planung, Genehmigungsverfahren, Baugrunduntersuchungen und Vorbereitungen bis zur endgültigen Entscheidung ergebnisoffen aber termingerecht weiter geführt werden, da andernfalls eine Fertigstellung und Inbetriebnahme Ende 2021 ausgeschlossen ist.

Im Zusammenhang mit der optionalen Maßnahme eines Werra-Bypasses wurde im 2015 begonnenen Raumordnungsverfahren die Errichtung von zusätzlichen Speicherbecken an der Oberweser mit einem maximalen Fassungsvermögen von 750.000 m³ beantragt.

^d Detaillierter Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG, FGG Weser, März 2016

Die im „Masterplan Salzreduzierung“ als optionale Maßnahme genannte Produktionsdrosselung stellt sachlich und faktisch die Wirtschaftlichkeit und den Fortbestand des Werkes Werra in Frage und stellt folglich aus Sicht des Unternehmens keine wirtschaftlich vertretbare Option dar.

Haldenabdeckung

Zur langfristigen Verringerung des Haldenwassers werden Verfahren zur Haldenabdeckung erprobt. Der im „Masterplan Salzreduzierung“ dargestellte Zeitplan zur Entwicklung, Beantragung, Vorbereitung und Umsetzung der Haldenabdeckung ist ambitioniert. Danach soll bereits parallel zum 2016 - 2020 geplanten und im März 2016 beantragten, halbtechnischen Versuch Haldenabdeckung (Pilotprojekt zur Haldenabdeckung) im Zeitraum von 2018 - 2021 ein Großversuch zur Haldenabdeckung durchgeführt werden. Ob innerhalb dieser Zeiträume tatsächlich beide Zulassungsverfahren abgeschlossen werden können und die Versuche ausreichende Erkenntnisse für eine Haldenabdeckung im Regelbetrieb liefern werden, lässt sich frühestens im weiteren Verlauf des Jahres 2018 beurteilen.

Aus heutiger Sicht bestehen für die Prognose der Haldenwasserreduzierung infolge der schrittweisen Entwicklung und Skalierung der Haldenabdeckungen Unsicherheiten. K+S wird mit hoher Priorität die entsprechenden Untersuchungen und Versuche bearbeiten und umsetzen, um die Zeitpläne zu erfüllen.

K+S plant, im Zeitraum nach 2021 die Haldenabdeckung beziehungsweise gleichwertig effektive Verfahren zur Verringerung des Haldenwasseranfalls zu beginnen. Dafür werden rechtzeitig entsprechende Genehmigungsverfahren für den operativen Betrieb initiiert.

Inwieweit die Umsetzung des operativen Regelbetriebs der Haldenabdeckung, wie im „Masterplan Salzreduzierung“ dargestellt ist, tatsächlich 2021 beginnen kann, hängt entscheidend vom Fortschritt des vorhergehenden halbtechnischen Versuchs sowie des Großversuchs zur Haldenabdeckung und den diesbezüglichen, zeitlich gestaffelten Genehmigungsverfahren ab. Aus heutiger Sicht des Unternehmens kann der Zeitplan zum Beginn des operativen Regelbetriebs der Haldenabdeckung gehalten werden.

Das Maßnahmenprogramm Salz geht davon aus, dass

„die Abdeckungen der Halden Hattorf und Wintershall spätestens ab Beginn des Regelbetriebes wirksam werden.“^e

^e Detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG, FGG Weser, März 2016

Mit fortschreitender Abdeckung wird das Haldenwasser in Menge und Konzentration abnehmen. Eine Reduzierung in der Betriebsphase ist abhängig von dem Verhältnis des Flächenzuwachses der Erweiterung zur Abdeckung in der jeweiligen Betrachtungsphase (vgl. Band 3.4 „Nachweise zur Realisierbarkeit der Haldenabdeckung“). Aus heutiger Sicht ist zunächst eine Abdeckung der Halden Hattorf und Wintershall prioritär vorgesehen.

Parallel zum Pilotprojekt und zum Großversuch im Werk Werra werden im Werk Neuhoft-Ellers innovative Erosionsschutz-/ Haldenwasserminimierungsmaßnahmen untersucht. Die Haldenwässer der Halde Neuhoft-Ellers sind deutlich geringer mineralisiert als die vergleichbaren Wässer der Halden Hattorf und Wintershall (siehe Tabelle 5-3). Da die Halde Neuhoft-Ellers einen weit höheren Tonanteil und unlösliche Bestandteile enthält, reichern sich diese zum Teil heute schon an der Oberfläche an und verstärken die Verdunstungsleistung auf der Halde. Die Etablierung eines „Innovativen Erosionsschutzes“ soll diesen Prozess noch deutlich verstärken und die Haldenwassermenge weiter minimieren. In welcher Ausprägung der Innovative Erosionsschutz zum Einsatz kommen wird, werden die noch laufenden Versuche zeigen. Die Umsetzung der ersten Maßnahmen, ist unter dem Vorbehalt einer vorliegenden rechtskräftigen Genehmigung, für Ende 2018 geplant.

Unter der Annahme, dass aus heutiger Sicht der Betrieb dieser Rückstandshalde etwa 2035 eingestellt wird, nimmt die Haldenwassermenge nach 2035, auch ohne weitere Maßnahmen, kontinuierlich ab. Auf Grund der dann weiter erfolgenden Anreicherung der Tone und unlöslichen Bestandteile an der Haldenoberfläche, wird die Verdunstungsleistung weiter gesteigert und die Menge sowie die Mineralisation der verbleibenden Haldenwässer reduziert.

Einleitung in Werra und Weser

Ab Ende 2021 soll der Werra-Bypass zur Oberweser in Betrieb genommen werden, für den Fall, dass dessen Erfordernis 2018 festgestellt wird. Parallel dazu wird die Versenkung in den Untergrund dauerhaft beendet. Gleichzeitig ist die Einhaltung der ab Ende 2021 im „BWP Salz“ vorgesehenen Zielwerte in der Werra am Pegel Gerstungen und in der Weser am Pegel Boffzen zu gewährleisten. Die weitgehende Entsorgung der in diesem Zeitraum und unter den genannten Umständen anfallenden Haldenwässer ist unter Einhaltung dieser Zielwerte durch Einleitung in Werra und Weser möglich (siehe unten).

Eine Einleitung von Prozessabwässern ist seitens der FGG Weser ab 2021 nicht mehr vorgesehen, soweit die o.g. Maßnahmen vollständig zur Lösung beitragen. Die Beibehaltung der Zielwerte des 3. Bewirtschaftungszyklus über Ende 2027 hinaus würde eine weitgehende Einleitung der dann anfallenden Haldenwässer ermöglichen.

Sollten die Zielwerte jedoch ab Ende 2027 – wie es der „BWP Salz“ aktuell vorsieht – weiter abgesenkt werden, kann die bereits durch Haldenabdeckung reduzierte Haldenwassermenge nach heutiger Erkenntnis nicht mehr vollständig durch Einleitung in Werra und Weser entsorgt werden.

Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Einhaltung der im „BWP Salz“ als Zielwerte ausgewiesenen Salzkonzentrationen im Oberflächengewässer die Erreichung des guten ökologischen Potentials für alle Wasserkörper der Weser bis 2027 allein nicht garantieren kann, weil weitere Stressoren eine wesentliche Rolle bei der Zielerreichung spielen.

Nachbergbauphase

Voraussichtlich im Jahr 2060 wird mit Erschöpfung der Lagerstätten die Kaliproduktion des Werkes Werra eingestellt. Es entstehen dann keine Prozessabwässer mehr. Die in der Nachbetriebsphase noch zu entsorgenden Haldenwässer der Rückstandshalden des Werkes Werra sowie des Werkes Neuhof-Ellers sollen durch Einleitung in die Werra entsorgt werden.

Dies gelingt, wenn noch ca. 1,5 Mio. m³ Haldenwässer pro Jahr der prognostizierten Zusammensetzung laut Tabelle 2-1 entsorgt werden (siehe auch unsere Stellungnahme vom 28.07.2015^f zum langfristigen Entsorgungskonzept der Haldenwässer). Diese Haldenwassermenge nimmt ebenfalls der „MNP Salz“ für den Beginn der Nachbetriebsphase an.

„Falls erforderlich, wird die Ausleitung auch temporär in der Nachbetriebsphase über 2060 hinaus weiterbetrieben, um eine Verschlechterung des Gewässerzustands zu vermeiden.“^g

In der Nachbergbauphase werden dann die noch nicht abgedeckten Restflächen der Halden ebenfalls abgedeckt und damit die Grundlage für die dauerhafte Entsorgung der Haldenwässer durch die Einleitung in die Werra geschaffen.

Für den Zeitraum der Nachbergbauphase, wenn die Halden in Hattorf und Wintershall vollständig abgedeckt und begrünt sind, wurden auf der Basis der derzeitigen Kenntnisse und

^f Stellungnahme der K+S KALI GmbH vom 28.07.2015 betr. Stn. des Dez. 31.6, Schreiben vom 08.06.2015, AZ: 31.6/HEF-79 f 12 315-002.

^g Detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG, FGG Weser, März 2016

Erfahrungen die in Tabelle 2-1 angegebenen Volumina und Konzentrationen der Hauptbestandteile im Haldenwasser abgeschätzt.

Tabelle 2-1: Prognostizierte Volumina und Zusammensetzungen des Haldenwassers (Hauptbestandteile) in der Nachbergbauphase bei vollständiger Abdeckung der Halden Hattorf und Wintershall

	Haldenwasser (HW) Hattorf (HA)	Haldenwasser (HW) Neuhofer-Eilers (NE)	Haldenwasser (HW) Wintershall (WI)	HW HA + HW NE + HW WI
Volumen [m ³]	ca. 350.000	ca. 800.000	ca. 350.000	ca. 1.500.000
Cl ⁻ [g/l]	32	106	32	72
Mg ²⁺ [g/l]	1	3	1	2
K ⁺ [g/l]	1	2	1	1
SO ₄ ²⁻ [g/l]	2	10	3	7
Na ⁺ [g/l]	20	67	20	45

Für die einzelnen Entsorgungswege werden separate Antragsunterlagen für die notwendigen Erlaubnis- und Genehmigungsverfahren erstellt. Die Inhalte und Laufzeiten orientieren sich dabei am „BWP Salz“.

3. Bestehende wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des Haldenwassers in die Werra – Einleitantrag des Werkes Werra 2012

Für die ordnungsgemäße Entsorgung der durch Haldenrandgräben gefassten und in Stapelbecken gesammelten flüssigen bergbaulichen Abfälle (Haldenwässer) besteht bis zum 31.12.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis des RP Kassel vom 30.11.2012, geändert mit Bescheid vom 30.11.2015 (Az.: 31.1/Hef 79 f 12 - 320/001).

Für den Zeitraum ab dem 01.01.2021 werden rechtzeitig neue wasserrechtliche Erlaubnisse beantragt und darin die Auswirkungen der Salzwassereinleitung auf die Umwelt beschrieben und bewertet.

3.1 Antragsgegenstand des Einleitantrages 2012

Mit den Unterlagen vom 30.11.2011, ergänzt am 27.04.2012 beantragte die K+S KALI GmbH die Einleitung gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG von

- Salzwasser (Produktions- und Haldenwässer) aus dem Werk Werra in die Werra und
- Salzwasser (Produktions- und Haldenwässer) aus dem Werk NeuhoF-Ellers in die Werra, soweit hierfür nicht eine gesonderte Erlaubnis im Planfeststellungs- und Erlaubnisverfahren 34/Hef-79 f 12-03-302-27/198 erteilt wurde

zur Entsorgung des als Folge der Aufbereitung und Verarbeitung von Rohsalzen und Halbfabrikaten zu Produkten anfallenden Salzwassers einschließlich Haldenwasser.

Für den Zeitraum nach der Umsetzung aller bis dahin im Rahmen des Integrierten Maßnahmenprogramms geplanten technischen Maßnahmen bzw. ab ca. 2016 wurde eine maximale Jahreseinleitmenge von

- 8 Mio. m³/a
- 42 kg/s Chlorid,
- 10 kg/s Magnesium
- 6 kg/s Kalium

als maximale Jahresfrachten beantragt. Letztere ergaben sich aus der Summe der Transporte über das gesamte Messjahr. Die momentanen Transporte in kg/s (oder die Momentanfrachten) können in Abhängigkeit von der Wasserführung der Werra deutlich höher liegen. Sie sind durch die Grenzwerte am Pegel Gerstungen beschränkt.

Die Grenzwerte in der Werra am Pegel Gerstungen von 2.500 mg/l Chlorid, 90 °dH Gesamthärte resultieren aus den Calcium- und Magnesiumkonzentrationen. Der Richtwert von 200 mg/l Kalium wurden vor dem Hintergrund der damals zugelassenen Versenkmengen und entsprechend dem geforderten Vorrang des Grundwasserschutzes vor dem Schutz der Oberflächengewässer beantragt. Die Effekte der salzwasserreduzierenden Maßnahmen des Maßnahmenprogramms sollen wesentlich dem Grundwasserschutz zugutekommen.

Mit den Änderungsbescheiden zur Änderung der wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung salzhaltiger Abwässer aus dem Werk Werra in die Werra (Az.: 31.1/Hef - 79 f 12 - 320/001) sowie zur Änderung der wasserrechtlichen Erlaubnis zur Einleitung salzhaltiger Abwässer aus dem Werk NeuhoF-Ellers in die Werra (Az.: 31.1/Hef - 79 f 12 - 220/001) vom 30.11.2015 wurden die 2012 beantragten Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte sowie Grenzwerte von 340 mg/l Magnesium und 200 mg/l Kalium in der Werra am Pegel Gerstungen bis zum 31.12.2020 zugelassen.

Für den beantragten Zeitraum und für diese derzeit geltenden Grenzwerte wurden 2012 auf Basis einer Flussgebietsmodellierung mit Hilfe des Flussgebietsmodells TALSIM NG Umwelt-Auswirkungsprognosen erstellt und im Erläuterungsbericht und den entsprechenden

Anhängen zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von Salzabwasser in die Werra dargestellt.

3.2 Prognosen der anfallenden Salzabwässer inklusive Haldenwasser der Halde Wintershall

Im Werk Werra fallen Salzabwässer in Form von Prozessabwässern sowie Haldenwässern an. Der jährliche Salzabwasseranfall und die Salzabwasserkonzentrationen der einzelnen Salzabwasserströme wurden auf der Grundlage der Produktionsplanung und der voraussichtlichen Rohsalzzusammensetzung prognostiziert. Die für die Erweiterung der Halde Wintershall prognostizierten Haldenwassermengen können dem Band 1.3 „Haldenwasserbilanz“ entnommen werden

Die als Eingangsgrößen im Flussgebietsmodell zugrunde gelegten jährlichen Haldenwasservolumina für ein mittleres hydrologisches Jahr wurden mit Hilfe eines Niederschlags-Abfluss-Modells und modellierten Haldenflächen sowie Niederschlagszeitreihen in eine langjährige Zeitreihe des Haldenwasseranfalls überführt. Sie können sich demzufolge je nach Niederschlag von den prognostizierten mittleren jährlichen Haldenwasservolumina unterscheiden. Für das Flussgebietsmodell wurde außerdem ein typischer Jahresgang der anfallenden Haldenwasservolumina mathematisch beschrieben und am Jahr 2008 kalibriert.

3.3 Entsorgungsmöglichkeiten - Salzlaststeuerung

Die in den Werken Werra und Neuhof-Ellers anfallenden Salzabwässer werden mit Hilfe der standortübergreifenden Salzlaststeuerung so in die Werra eingeleitet, bis ein Grenzwert in der Werra am Pegel Gerstungen erreicht wird. Durch die Salzlaststeuerung werden somit die Grenzwerte im Regelbetrieb sicher eingehalten. Die in die Werra einzuleitenden Salzabwasservolumina und -frachten sind insbesondere abhängig von

- dem jeweils aktuellen Abfluss der Werra,
- den festgelegten Grenzwerten in der Werra am Pegel Gerstungen,
- den jeweiligen Salzkonzentrationen in der Werra und Ulster oberhalb der Salzabwassereinleitungen (Vorbelastung),
- den diffusen Einträgen sowie
- den in der Produktion und an den Halden anfallenden Volumina und Zusammensetzungen der Salzabwässer.

Gemäß den Vorgaben der derzeitigen Erlaubnisse zur Salzabwasserentsorgung, mit denen neben einer Verbesserung der gewässerökologischen Bedingungen in der Werra unter anderem eine Schonung des Versenkraumes (Plattendolomit) verfolgt wird, sind möglichst große Volumina über den Weg der Einleitung in die Werra zu entsorgen.

Ziel der Salzlaststeuerung ist es also, unter Einhaltung der jeweils zugelassenen Grenzwerte am Pegel Gerstungen möglichst große Volumina an Salzabwasser in die Werra einzuleiten, was demzufolge bedeutet, die zugelassenen Grenzwerte, die nachweislich den Status quo des Gewässers nicht verschlechtern, so weit wie möglich auszunutzen.

3.4 Flussgebietsmodellierung mittels Detailmodell für den Einleit Antrag 2012

Das Detailmodell bildet detailliert die derzeitige und die bis Ende 2021 vorgesehene Infrastruktur und Salzlaststeuerung des Werkes Werra ab. Die Grundlagen der Modellierungen mit diesem Modell (Stapelbeckenregime, Stapelbeckengröße und Fließwege) sind im Kap. 5.2 des Antrags vom 27.03.2015 auf Änderung der wasserrechtlichen Erlaubnis vom 30.11.2012 dargestellt.

Das Programm TALSIM NG wurde für den Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis 2012 zur Einleitung von Salzabwasser in die Werra genutzt, um mit diesem Werkzeug ein umfangreiches detailliertes Flussgebietsmodell für die Werra und Weser aufzubauen. Mit diesem wurde u. a. die Salzlaststeuerung des Werkes Werra im Rahmen des Modells nachvollzogen, indem im Modell auf die beantragten Grenzwerte gesteuert wurde.

Ziel des benutzten Flussgebietsmodells war es, „den Konzentrationsverlauf über die Zeit für die berechneten Parameter an jedem Modellknoten ... und damit die Grundlagen für eine Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt und Veränderungen des ökologischen Zustands in den betrachteten Zeiträumen für Werra und Weser zur Verfügung“ zu stellen.

Mit dem Schreiben vom 22.07.2011 hat das HLOG bestätigt, dass das Programm TALSIM NG des Büros SYDRO CONSULT zur Klärung der im Zusammenhang mit der Salzabwassereinleitung der K+S KALI GmbH auftretenden wasserwirtschaftlichen Fragen beitragen kann und es *„als geeignet angesehen werden kann, die Einleitung der Prozessabwässer und Haldenwässer und die sich im Fluss ergebenden Konzentrationsverteilungen darzustellen. Damit können die Auswirkungen im Längsverlauf abgeschätzt und bewertet werden.“*

Die Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung wurden im Kap. 8.2 des Erläuterungsberichtes der Antragstellerin zum Einleit Antrag dargestellt. Darin heißt es u. a.:

- *„Die Wirkung der Einleitungen geht mit zunehmender Entfernung vom Ort der Einleitung kontinuierlich zurück. Mit Beginn der Weser reduziert sich die Wirkung aufgrund des starken Abflusszuwachses sprunghaft. Ab der Einmündung der Aller sind Veränderungen bezüglich der Einleitungen am Standort Werra nur noch rein rechnerisch erkennbar.*
- *Auch in Zeiten ohne Einleitung bleiben die Konzentrationen in der Werra aufgrund der diffusen Einträge und der Vorbelastung auf relativ hohem Niveau. Dies trifft vor allem für das in der Regel abflussarme hydrologische Sommerhalbjahr zu.*
- *Bei lang anhaltenden Trockenwetterbedingungen können allein diffuse Einträge Grenzwertüberschreitungen auslösen, obwohl keine Einleitungen stattfinden.“*

Zusammenfassend wurde festgestellt:

„Die Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung verdeutlichen sowohl für den vollständigen Zeitraum der Langzeitsimulation als auch für den Zeitraum einer Ausuferung in die Aue, dass sich bei allen Parametern in der beantragten Laufzeit durch die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen des Integrierten Maßnahmenpaketes bis zur Phase 3 entweder keine Veränderungen oder Abnahmen der Konzentrationen ergeben.“

3.5 Auswirkungen der Einleitung von Salzabwasser inklusive der Haldenwässer in die Werra auf die Umwelt

Die Auswirkungen auf die umweltrelevanten Sachverhalte wurden auf der Basis der Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung im Erläuterungsbericht zum Einleitantrag vom 27.04.2012 bewertet.

Zur Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen wurden für die Flussgebietsmodellierung 22 Beurteilungspunkte im Flussschlauch von Werra und Weser anhand von inhaltlichen Kriterien ausgewählt. Anhand der Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung erfolgte für die jeweiligen Beurteilungspunkte eine Bewertung der Auswirkungen der Einleitung in die Werra auf die umweltrelevanten Sachverhalte inklusive der Sachverhalte des Naturschutzes gem. BNatSchG.

Anhand ausgewählter statistischer Größen erfolgte eine qualifizierte Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der beantragten Salzabwassereinleitung in die Werra auf die Gewässerökologie. Mit diesen Größen wurden die Auswirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten umfassend dargestellt.

Die Ergebnisse wurden im Kap. 8.3 des Erläuterungsberichtes vom 27.04.2012 wie folgt zusammengefasst:

„Die umfassende Analyse der Daten aus der Flussgebietsmodellierung verdeutlicht, dass für die vier untersuchten Planungseinheiten der Flussgebietseinheit Weser in der beantragten Laufzeit eine Verschlechterung der chemischen Wasserbeschaffenheit sowie salzbedingte Verschlechterungen des biologisch-ökologischen Zustands für alle betrachteten biologischen Teilkomponenten auszuschließen sind, da die Konzentrationen für die untersuchten Parameter im Rahmen der Modellgenauigkeit entweder signifikant abnehmen oder keine signifikanten Veränderungen aufweisen.“

Die Auswirkungen der Salzabwassereinleitung können die Wirkräume Fließgewässer und Auen der Werra und Weser betreffen. Es wurden insgesamt 23 NATURA 2000-Gebiete einer Vorprüfung unterzogen, die als Gebietsbestandteil das Fließgewässer und/oder die Aue umfassen. Die in den Wirkräumen befindlichen und betrachteten FFH-Gebiete einschließlich ihrer Wirkräume waren Gegenstand des Erläuterungsberichts.

Wie dort dargestellt, wurden vorhabenbedingte Verschlechterungen des Erhaltungszustands und erhebliche Beeinträchtigungen der geschützten Lebensraumtypen, der geschützten Arten einschließlich der geschützten Vogelarten für die Lebensräume Fließgewässer und/oder die Aue ausgeschlossen.

Diese grundlegenden Aussagen gelten auch unter Einbeziehung der neueren Untersuchungen zu möglichen Effekten der Salzabwassereinleitung der Werke Werra und Neuhof-Ellers auf den Fischbestand mit Schwerpunkt auf der Fischart Groppe in der Werra zwischen Breitungen und Treffurt unverändert weiter, was der Anh. 2 des Änderungsantrags vom 27.03.2015 belegt.

Vorhabenbedingte Verschlechterungen und erhebliche Beeinträchtigungen sind erst recht für den Fall einer Grenzwertsenkung nach Ende 2021 am Pegel in Gerstungen gemäß BWP Salz für die Werra auszuschließen.

4. Auswirkungen der Einleitung von Haldenwasser in die Werra auf die Umwelt im Zeitraum bis Ende 2020

Die bis Ende 2020, also bis zum Ablauf der geltenden wasserrechtlichen Erlaubnisse zur Einleitung von Salzabwasser inklusive Haldenwasser in die Werra zu erwartenden Haldenwasservolumina der Halde Wintershall liegen innerhalb der Schwankungsbreite der mittels Niederschlags-Abfluss-Modell für die 33-Jahre-Langzeitsimulation niederschlagsabhängig

ermittelten Haldenwasservolumina. Die sich ebenfalls niederschlagsabhängig bzw. in Abhängigkeit vom entsprechenden Abfluss der Werra ergebenden Einleitmöglichkeiten sind demzufolge auch für diese Haldenwasservolumina in der Langzeitsimulation mittels Flussgebietsmodell abgebildet. Daraus folgt, dass die bis Ende 2020 zu erwartenden Umweltauswirkungen in der oben genannten qualifizierten Ermittlung, Beschreibung und Bewertung bereits enthalten sind.

Darüber hinausgehende Umweltauswirkungen durch die zusätzlichen Haldenwässer, die sich aufgrund der Haldenerweiterung im Zeitraum bis Ende 2020 ergeben, sind auszuschließen. Dies bedeutet, dass eine salzbedingte Verschlechterung des biologisch-ökologischen Zustands der Werra und Weser für alle betrachteten biologischen Teilkomponenten bei einer Beibehaltung und Einhaltung der derzeit am Pegel Gerstungen in der Werra geltenden Grenzwerte auszuschließen ist.

Der diffuse Eintrag von Schwermetallen aus der Rückstandshalde Wintershall über den Grundwasserpfad in die Werra wurde geprüft. Wie in Band 2.1 des Rahmenbetriebsplans (Umweltverträglichkeitsstudie) und Band 3.6.6 (Wasserrechtlicher Fachbeitrag) dargestellt, kommt es durch das Vorhaben nicht zu einer messbaren Beeinträchtigung der Oberflächengewässer.

5. Langfristige Entsorgungsmöglichkeiten für die Haldenwässer

5.1 Flussgebietsmodellierung mittels erweitertem Detailmodell auf der Basis von TALSIM NG

Im Zuge der Durchführung unterschiedlicher Projekte, beauftragt vom RUNDEN TISCH Gewässerschutz, der K+S KALI GmbH und der FGG Weser wurden von der Fa. SYDRO Consult GmbH verschiedene Modelle in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung, dem Planungs- bzw. Kenntnisstand, der zur Verfügung stehenden Zeit und auch der Dringlichkeit der Bearbeitung entwickelt, z.B.

- im Auftrag des Runden Tisches (2007 - 2010),
- im Auftrag der K+S KALI GmbH für den Wasserrechtsantrag des Werkes Werra 2010 – 2012,
- im Auftrag der FGG Weser für den BWP (2013),
- im Auftrag der K+S KALI GmbH zur Ableitung des Vier-Phasen-Plans (09/2014),
- im Auftrag der K+S KALI GmbH für die Ökoeffizienzanalyse (ÖEA) 2014,

- im Auftrag der K+S KALI GmbH für die Wasserrechtsanträge (Einleitung Werra und Versenkantrag) des Werkes Werra 2014/2015.

Die Ergebnisse, die aus Modellen mit unterschiedlichem Detailierungsgrad abgeleitet wurden, können daher nicht homogen sein. Die Ziele, Möglichkeiten, Grenzen, Randbedingungen, Aussagen – auch die Frage, was nicht ableitbar ist – sind unterschiedlich.

Sowohl für die geplante Beantragung eines Wasserrechts für den Zeitraum nach 2020 als auch zur Untersuchung der geplanten parallelen Einleitungen/Einleitsteuerungen in die Werra und Weser wurde beginnend im Sommer 2015 ein detailliertes Flussgebietsmodell entwickelt, welches die voneinander abhängigen Salzlast- und Beckensteuerungen an der Werra und Oberweser so genau wie möglich abbildet und die Basis der folgenden Berechnungen darstellt.

Für die in diesem Band vorgelegten Berechnungen wurde die Einleitung in die Oberweser nicht betrachtet. Das neue detaillierte (Gesamt-)Flussgebietsmodell bildet die ab Ende 2021 vorgesehene Infrastruktur und Salzlaststeuerung an der Werra ab.

Die Volumina und die Zusammensetzungen der für ein Jahr prognostizierten anfallenden Salzabwässer stellen neben den aktuellen Regeln für die Salzlaststeuerung (Einleitreihenfolge/Quotenvergabe s.u.) sowie den hydraulischen Verhältnissen (Beckendimensionen, Kapazitäten von Leitungen, usw.) die Eingabeparameter für die Flussgebietsmodellierung dar. Die Simulationen bedienen sich der hydrologischen Daten für den Zeitraum 1978 -2010 und decken damit einen Zeitraum von 33 Jahren ab.

Im Ergebnis der Flussgebietsmodellierungen (Langzeitsimulationen) erhält man:

- Einleitmengen und Frachten,
- Restvolumina („Überhänge“), die unter Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte nicht durch Einleitung in die Werra und Weser entsorgt werden können,
- Konzentrationen an den Einleitstellen sowie
- Konzentrationsverlauf in Werra und Weser.

5.2 Modellbedingte Prognoseunsicherheit

Grundsätzliche methodische Unsicherheiten resultieren aus den systematischen Grundannahmen der Modellierungen an sich, den festgelegten Randbedingungen, Vereinfachungen usw. Darüber hinaus kann sich in der Realität die Betriebsweise der Stapelbecken im Bedarfsfall, vor allem in Abhängigkeit vom Abflussgeschehen der Werra, betriebs- bzw. produktionsbedingt, im Fall von Beckensanierungen, im Havariefall o. ä. ändern. Im Modell

werden solche besonderen Betriebszustände nicht berücksichtigt. Dies bedeutet, dass Situationen, die aufgrund sehr geringer Wasserführung der Werra (im Fall lang anhaltender Trockenwetterperioden) zur Folge haben, dass Stapelbecken anders als im Regelfall genutzt werden, mit dem Modell nicht simuliert werden können. Dem geschuldet ist eine gewisse Prognoseunsicherheit.

In einigen mittels Flussgebietsmodell modellierten Szenarien werden Restvolumina („Überhänge“) ausgewiesen/prognostiziert, die unter Einhaltung gegebener Grenzwerte nicht durch Einleitung in die Werra entsorgt werden können. Diese „Überhänge“ werden erheblich beeinflusst durch:

- die angenommenen Randbedingungen wie z. B. Haldenwassermengen und deren Zusammensetzung, Sicherheitszuschläge zu den Haldenwassermengen (siehe unten), Entwicklung der diffusen Salzeinträge etc.,
- die dem Modell zugrunde liegenden Salzlaststeuerung/vereinfachten Steuerung bzw. die hinterlegten Betriebsregeln,
- die im Modell hinterlegten Abflussdaten der Werra der Jahre 1978 – 2010 (33 Jahre Langzeitsimulation).

Sowohl die Salzlaststeuerung als auch die Abflussdaten können in der Realität/Zukunft von den im Modell hinterlegten Daten abweichen. Die „Überhänge“ lassen sich demzufolge nur mit einer gewissen Unsicherheit vorhersagen.

Wann welches Volumen an Salzabwasser mit welcher Zusammensetzung in die Werra oder bei einer Realisierung des Werra-Bypasses auch in die Weser eingeleitet werden kann, hängt in der Realität von den Volumina und Zusammensetzungen der zu entsorgenden Salzabwässer, der Vorbelastung im Vorfluter, den am jeweiligen Kontrollpegel in der Werra und/oder Weser einzuhaltenden Grenzwerten und der Wasserführung der Werra/Weser und damit vom Wetter ab. Sowohl jährliche Schwankungen als auch Schwankungen innerhalb eines Jahres sowie kurzfristige Ereignisse (z.B. Starkregenereignisse, Wehrbewegungen) spielen dabei eine Rolle.

Um möglichst viele hydrologische Zustände betrachten zu können, wurde eine 33-Jahre-Langzeitsimulation durchgeführt. Mittels Flussgebietsmodell wird abgebildet, wie die für ein (Prognose-)jahr bezüglich Volumina und Zusammensetzung prognostizierten Haldenwässer unter Einhaltung der Grenzwerte eingeleitet werden können, wenn in diesem (Prognose-)jahr identische Abflussverhältnisse auftreten, wie in einem gegebenen Jahr der Langzeitsimulation.

5.3 Szenarienrechnungen zur Ermittlung der Entsorgungsmöglichkeiten

Die folgenden, mit Hilfe des erweiterten Flussgebietsmodells TALSIM NG modellierten Szenarien bilden die Entsorgungsmöglichkeiten für die zwangsläufig anfallenden Haldenwässer der Halden Neuhof-Ellers, Hattorf und Wintershall für verschiedene Prognosejahre, Randbedingungen und Grenzwerte bzw. Zielwerte am Pegel Gerstungen in der Werra ab. Das Flussgebietsmodell wurde dafür an das ab 2021 vorgesehene Stapelbeckenregime inkl. Salzlaststeuerung angepasst. Es wurden in der vorliegenden Unterlage insgesamt fünf Szenarien mit dem Flussgebietsmodell TALSIM NG modelliert:

- drei Szenarien bilden die aufeinanderfolgenden Bewirtschaftungszyklen und die ansteigenden Haldenwassermengen ab (Szenarien 1, 2 und 3),
- in zwei weiteren Szenarien wurde jeweils ein Ende der Aufhaltung in den Jahren 2027 bzw. 2039 unterstellt (Szenarien 4 und 5).

Es ist darauf hinzuweisen, dass die in dieser Unterlage betrachteten Szenarien ab dem Jahr 2022 worst-case Bedingungen darstellen, die aufzeigen sollen, dass bis zum Jahr 2027 keine Fakten geschaffen werden, die eine Überschreitung der Zielwerte des BWP Salz als wahrscheinlich erscheinen lassen.

Die für die einzelnen Szenarien geltenden Randbedingungen können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Szenario 1: Entsorgung der Haldenwässer im Jahr 2021

Mit diesem Szenario wurde die Entsorgung der prognostizierten Haldenwassermengen der Halden Hattorf, Wintershall und Neuhof-Ellers durch Einleitung in die Werra im Jahr 2021 abgebildet. Im prognostizierten Haldenwasseranfall der Halde Hattorf wurden Maßnahmen zur Reduktion des Haldenwasseranfalls, wie die temporäre Abdichtung der Plateaufläche (RBP HA-04/09 in der Fassung der 2. Planänderung nach Maßgabe der Konzeptstudie vom 22.09.2017) eingerechnet.

Die Grenzwerte am Pegel Gerstungen des aktuellen wasserrechtlichen Bescheids wurden bis zum Ende des Jahres 2021 fortgeschrieben. In diesem Szenario wurde die Entsorgung der Kühl- und Sielwässer sowie Prozessabwässer nicht betrachtet und es wurden alle Stapelbecken für die Zwischenspeicherung der Haldenwässer genutzt. Die Entstehung der Prozessabwässer könnte bei einem Entsorgungseingpass durch Einstellung der Produktion gestoppt werden. Alle weiteren Randbedingungen finden sich in Tabelle 5-4.

Szenario 2: Entsorgung der Haldenwässer ab dem Jahr 2022

Mit diesem Szenario wird die Entsorgung der prognostizierten Haldenwassermengen in der 3. Bewirtschaftungsperiode durch Einleitung in die Werra unter den Randbedingungen gezeigt, die der „BWP Salz“ der 2. Bewirtschaftungsperiode unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung für die folgenden Bewirtschaftungsperioden betrachtet.

Die Grenz- und Steuerwerte am Pegel Gerstungen wurden im Modell entsprechend abgesenkt (siehe Tabelle 5-4). Es wurde nur die Entsorgung von Haldenwässern betrachtet, nicht jedoch von Kühl- und Sielwässern sowie von Prozessabwässern. Die Inbetriebnahme der Fernleitung Oberweser und eine Minderungswirkung durch Haldenabdeckung wurden hier ebenfalls nicht betrachtet, so dass es sich insofern um eine worst-case-Betrachtung handelt, die von den Inhalten des BWP Salz sowie des MNP Salz abweicht und daher aus den oben genannten Gründen der Vorhabenzulassung nicht zugrunde gelegt werden kann. Alle weiteren Randbedingungen finden sich in Tabelle 5-4.

Szenario 3: Entsorgung der Haldenwässer ab dem Jahr 2028

Mit diesem Szenario wird die Entsorgung der prognostizierten Haldenwassermengen ab der 4. Bewirtschaftungsperiode durch Einleitung in die Werra unter den Randbedingungen gezeigt, die der „BWP Salz“ der 2. Bewirtschaftungsperiode unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung für die folgenden Bewirtschaftungsperioden vorsieht.

Es wurde nur die Entsorgung von Haldenwässern betrachtet, nicht jedoch die Entsorgung von Kühl- und Sielwässern sowie von Prozessabwässern, die auf anderem Wege als durch Einleitung in die Werra entsorgt werden. Die Inbetriebnahme der Fernleitung Oberweser und eine Minderungswirkung durch Haldenabdeckung wurden hier ebenfalls nicht betrachtet. Alle weiteren Randbedingungen finden sich in Tabelle 5-4.

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

In diesem Szenario wird die vorzeitige Beendigung der Aufhaldung der Halden Hattorf und Wintershall im Jahr 2027 unterstellt. Für Neuhof-Ellers ist die Aufhaldung im Rahmen der erteilten Zulassung dagegen weiterhin möglich. Mit dem Ende der Aufhaldung in 2027 wurde die im Rückstandsalz enthaltene Restfeuchte vom Haldenwasseranfall abgezogen. Rückstandssalze fallen in verschiedenen Verfahrensschritten der Produktion an. Sie enthalten unterschiedliche Restfeuchteanteile und tragen in unterschiedlichen Massenanteilen zum Gesamtrückstand bei. Bei Einstellung der Aufhaldung kann daher die am Rückstand haftende, frei entwässerbare Lösung von der Haldenwassermenge abgezogen werden, denn dann entfällt der Beitrag der Restfeuchte zum Haldenwasser.

Es wurde dabei angenommen, dass die Restfeuchte innerhalb eines Jahres vollständig abfließt. Für das Prognosejahr 2027 beträgt die angenommene Aufhaltungsmenge für die Halde Hattorf rund 6,8 Mio.t/a für die Halde Wintershall rund 7,2 Mio. t/a. Mit einem Restfeuchteanteil von 3,5% für die Halde Hattorf und einem Restfeuchteanteil von 4,2% für die Halde Wintershall, sowie der Dichte des Haldenwassers von 1,25 t/m³ ergibt sich rechnerisch ein Restfeuchtevolumen von 190.400 m³/a für die Halde Hattorf und ein Restfeuchtevolumen von 241.920 m³/a für die Halde Wintershall, die im Falle einer Einstellung der Aufhaltung von den Haldenwassermengen abgezogen wurden (siehe Tabelle 5-1). Zur Abbildung von Prognoseunsicherheiten wurde dann auf den so ermittelten Haldenwasseranfall ein Sicherheitszuschlag (Erläuterung siehe unten) von rund 30% für Wintershall und rund 40% für Hattorf aufgeschlagen.

Tabelle 5-1: Prognose der Haldenwasservolumina 2027 mit und ohne Restfeuchte (RF) sowie mit Sicherheitszuschlag (Angaben gerundet)

Halde	Haldenwassermenge [m ³]	Haldenwassermenge ohne RF [m ³]	Sicherheitszuschlag	Haldenwassermenge inkl. Sicherheitszuschlag [m ³](gerundet)
Hattorf	902.000	711.600	40%	996.000
Wintershall	1.091.000	849.080	30%	1.104.000
Neuhof-Ellers*	1.000.000	1.000.000	-	1.000.000
Summe				3.100.000

* Die Aufhaltung der Halde Neuhof-Ellers ist über 2027 hinaus erlaubt, daher wurde keine Restfeuchte abgezogen. Die Angaben für Neuhof-Ellers entsprechen den Angaben des Planfeststellungsbescheids.

Im Szenario 4 wird die Entsorgung der Haldenwässer ausschließlich durch Einleitung in die Werra unter Einhaltung der im BWP Salz unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung angegebenen Zielwerte der 3. Bewirtschaftungsperiode betrachtet. Eine Reduzierung der Haldenwassermengen durch Haldenabdeckung sowie die Entsorgung über eine Fernleitung zur Oberweser wurden nicht berücksichtigt. Analog zu Szenario 1 bis 3 wird hier ebenfalls die Entsorgung der Prozessabwässer nicht betrachtet, da die Entstehung der Prozessabwässer bei einem Entsorgungseingpass durch Einstellung der Produktion gestoppt werden kann.

Szenario 5: Geplanter Endzustand im Jahr 2039 und Abzug der Restfeuchte

Mit diesem Szenario wird die Entsorgung der prognostizierten Haldenwassermengen für das beantragte Ende der Beschüttung der Halde Hattorf im Jahr 2039 gezeigt. Das Ende der Beschüttung der Halde Wintershall wurde für das Jahr 2029 entsprechend der Reichweite der geplanten Haldenerweiterung angesetzt. Es wurde die Einleitung in die Werra mit den Zielwerten der 4. Bewirtschaftungsperiode nach Ende 2027 betrachtet.

Mit dem Ende der Beschüttung der Halde Wintershall im Jahr 2029 und dem beantragten Ende der Beschüttung der Halde Hattorf im Jahr 2039 wurden jeweils in diesen Jahren die rückstandsbedingten Restfeuchtevolumina abgezogen. Zur Abbildung von Prognoseunsicherheiten wurde dann ein Sicherheitszuschlag (Erläuterung siehe unten) von rund 30% für Wintershall und rund 40% für Hattorf aufgeschlagen.

Der Betrieb der Halde Neuhof-Ellers wird aus heutiger Sicht etwa im Jahr 2035 eingestellt. Obwohl danach die Haldenwassermengen durch Ablaugungsprozesse voraussichtlich kontinuierlich abnehmen werden, wurde im Sinne eines konservativen Ansatzes in diesem Szenario keine Restfeuchte abgezogen. Die Angaben zu den prognostizierten Haldenwasservolumina sind Tabelle 5-2 zu entnehmen.

Tabelle 5-2: Prognose der Haldenwasservolumina 2038* mit und ohne Restfeuchte (RF) sowie mit Sicherheitszuschlägen (Angaben gerundet)

Halde	Haldenwassermenge [m ³]	Haldenwassermenge ohne RF [m ³]	Sicherheitszuschlag	Haldenwassermenge inkl. Sicherheitszuschlag [m ³](gerundet)
Hattorf	1.076.000	885.600	40%	1.240.000
Wintershall	**	845.000	30%	1.099.000
Neuhof-Ellers*	1.100.000	1.100.000	-	1.100.000
Summe				3.439.000

* Durch den geplanten Beginn der Beschüttung der Erweiterungsfläche in Hattorf im Oktober 2018, endet die Reichweite der beantragten Haldenerweiterung (Phase 2) unter Zugrundelegung einer jährlichen Aufhaldungsmenge von 6,8 Mio t/a im Jahr 2039. Die ursprünglich ausgewiesenen und hier für 2038 dargestellten Zahlen zum Haldenwasseranfall im Endzustand der Haldenerweiterung behalten jedoch ihre Gültigkeit.

** Die rückstandsbedingte Restfeuchte der Halde Wintershall läuft mit Beendigung der Aufhaldung im Jahr 2029 bereits ab. Daher erfolgt hier keine Angabe der Haldenwassermenge mit Restfeuchte für das Jahr 2038.

Wie in den Szenarien 1-4 wurde nur die Entsorgung von Haldenwässern betrachtet, nicht jedoch die Entsorgung von Kühl- und Sielwässern sowie von Prozessabwässern, die auf anderem Wege als durch Einleitung in die Werra entsorgt werden. Die Inbetriebnahme der

Fernleitung Oberweser und eine Minderungswirkung durch Haldenabdeckung wurden hier nicht betrachtet. Alle weiteren Randbedingungen finden sich in Tabelle 5-4.

Sicherheitszuschlag zur Haldenwasserprognose

Die prognostizierten Haldenwassermengen für die Halden Hattorf und Wintershall wurden von der upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH erstellt^h. Als Eingangsgröße für die Flussgebietsmodellierung wurde der Haldenwasseranfall der Bestandshalde und der Erweiterungsfläche für das mittlere, hydrologische Jahr (1999) verwendet und im Sinne eines worst-case-Ansatzes in allen Szenarien ein Sicherheitsaufschlag hinzugerechnet.

Die Höhe des Sicherheitszuschlags wurde für den Haldenwasseranfall in Hattorf mit rund 40% und für den Haldenwasseranfall in Wintershall mit rund 30% angesetzt. Die Höhe des Sicherheitszuschlags ergab sich aus einem Vergleich von prognostizierten zu gemessenen Werten des Haldenwasseranfalls für den Zeitraum 2003-2017 (Hattorf) sowie dem Ergebnis der Sensitivitätsanalyse (Wintershall) und entspricht der maximalen Abweichung. Durch den Sicherheitszuschlag wurden in allen Szenarien maximale Unsicherheiten bei der Haldenwasserprognose abgebildet.

Diffuse Einträge in die Oberflächengewässer

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den berechneten Szenarien ab 2022 zu gewährleisten wurden die gleichen Werte für die diffusen Einträge in die Werra ab 2022 angesetzt. Mit der Einstellung der Versenkung ab Ende 2021 ist grundsätzlich eine Verringerung der diffusen Einträge zu erwarten, die mit einer Absenkung der Werte für den diffusen Eintrag von 2021 auf 2022 um 20% berücksichtigt wurde (siehe Tabelle 5-4). Inwieweit die diffusen Einträge zukünftig weiter sinken, müssen die laufenden Überwachungsprogramme zeigen.

Zusammensetzung der Haldenwässer

Neben der Prognose des zukünftig zu erwartenden Haldenwasservolumens ist für die Frage der Haldenwasserentsorgung die Abschätzung der Konzentrationen der im Haldenwasser enthaltenen Salze wichtig. In den durchgeführten Modellierungen wurde angenommen, dass die Konzentrationen für Chlorid, Kalium und Magnesium in allen berechneten Szenarien gleich bleiben. Dies stellt in Verbindung mit der Volumenzunahme einen konservativen Ansatz dar. Insbesondere die Konzentrationen von Kalium und Magnesium werden sich mit fortschreitender Ablaugung der Halden verringern, so dass potentiell höhere Volumina an Haldenwasser in der Zukunft entsorgbar wären. Die Ablaugungseffekte wurden in der hier

^h Datengrundlage Wintershall: upi: Band 1.3 ‚Haldenwasserbilanz, Anlage 13‘ i. d. F. vom 22.01.2018. Datengrundlage Hattorf: upi: Haldenwasseranfall für die Haldenerweiterung Hattorf, Stand 03.02.2018

vorgelegten Unterlage nicht betrachtet, sie können aber z.B. anhand der unterschiedlichen Zusammensetzung der gefassten Wässer in den Haldenbecken Heer- und Zinkesgraben in Wintershall nachvollzogen werden. Entsprechende Ausführungen dazu finden sich in Band 1.1.2 „Art der Abfälle und Salzwässer“.

Die Tabelle 5-3 zeigt die für das Jahr 2021 prognostizierte, typische Zusammensetzung der Haldenwässer (Hauptbestandteile). Die für das Haldenwasser von Neuhoof-Ellers prognostizierte Zusammensetzung entspricht den Angaben des Planfeststellungsbescheids.

Tabelle 5-3: Prognostizierte, typische Zusammensetzung der Haldenwässer 2021 (Hauptbestandteile).

	Hattorf [g/l]	Wintershall [g/l]	Neuhoof-Ellers [g/l]
NaCl	168	173	122
KCl	40	43	36
MgCl ₂	65	67	58
MgSO ₄	85	102	75
Salz	358	385	291
Cl ⁻	169,3	175,3	134,3
Mg ²⁺	33,8	37,7	30,0
K ⁺	21,0	22,6	18,9
SO ₄ ²⁻	67,8	81,4	59,9
Na ⁺	66,1	68,1	48,0

Zusammenfassung der Eingangsdaten für die Flussgebietsmodellierung

Die Randbedingungen der hier betrachteten Szenarien sind in folgender Tabelle zusammengefasst (Tabelle 5-4).

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

		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Jahr		2021	2022	2028	2027	2038
Simulations-ID		2642	2643	2645	2644	2671
Bemerkung		Fortschreibung Grenzwerte bis Ende 2021	abgesenkte Grenzwerte ab 2022	abgesenkte Grenzwerte ab 2028	Ende Aufhaltung 2027 und Abzug Restfeuchte; Grenzwerte ab 2022	Ende Aufhaltung 2038 und Abzug Restfeuchte; Grenzwerte ab 2028
Anfall						
Prozessabwasser	m³/a	0	0	0	0	0
Haldenwasser	m³/a	3.364.000	3.443.000	3.710.000	3.100.000	3.439.000
davon Hattorf	m³/a	1.182.000	1.212.000	1.292.000	996.000	1.240.000
davon Wintershall	m³/a	1.262.000	1.303.000	1.418.000	1.104.000	1.099.000
davon Neuhof	m³/a	920.000	928.000	1.000.000	1.000.000	1.100.000
Konzentration Haldenwasser Hattorf						
Chlorid	g/l	169,3	169,3	169,3	169,3	169,3
Magnesium	g/l	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8
Kalium	g/l	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Konzentration Haldenwasser Wintershall						
Chlorid	g/l	175,3	175,3	175,3	175,3	175,3
Magnesium	g/l	37,7	37,7	37,7	37,7	37,7
Kalium	g/l	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
Konzentration Haldenwasser Neuhof						
Chlorid	g/l	134,3	134,3	134,3	134,3	134,3
Magnesium	g/l	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Kalium	g/l	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9
Stapelbeckenvolumen						
Werra Brutto	m³	697.000	697.000	697.000	697.000	697.000
Werra Netto	m³	585.000	585.000	585.000	585.000	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	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

		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Kühl- und Sielwässer						
Chlorid	kg/s	0	0	0	0	0
Magnesium	kg/s	0	0	0	0	0
Kalium	kg/s	0	0	0	0	0
Optionale Maßnahme						
Werra-Bypass	m ³ /h	0	0	0	0	0

5.4 Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung

Die Ergebnisse der in dieser Unterlage betrachteten Szenarien sind in Tabelle 5-5 zusammengefasst. Die Flussgebietsmodellierung zeigt, dass die für das Jahr 2021 prognostizierten Haldenwassermengen unter Einhaltung der derzeit gültigen Grenzwerte in hydrologisch mittleren und feuchten Jahren vollständig durch Einleitung in die Werra entsorgt werden können (Szenario 1; Abbildung 1). Die mittleren Einleitmengen in die Werra für das Szenario 1 liegen bei 3,28 Mio. m³/a, mit einer möglichen Schwankungsbreite von 1,74 Mio. m³/a in extrem trockenen Jahren bis 4,56 Mio. m³/a in extrem feuchten Jahren (Tabelle 5-5).

In hydrologisch trockenen Zeiträumen können Überhänge verbleiben, die nicht durch Einleitung entsorgt werden können. Sie betragen im Mittel des Betrachtungszeitraums ca. 0,08 Mio. m³/a (Abbildung 2). Nach derzeitigem Sachstand könnten diese Überhänge in stillgelegte und dafür geeignete Grubenbaue entsorgt werden. Temporäre Überhänge können auch durch Zwischenspeicherung in übertägigen Speicherbecken, wie z.B. den Becken Alte Ziegelei, gepuffert werden.

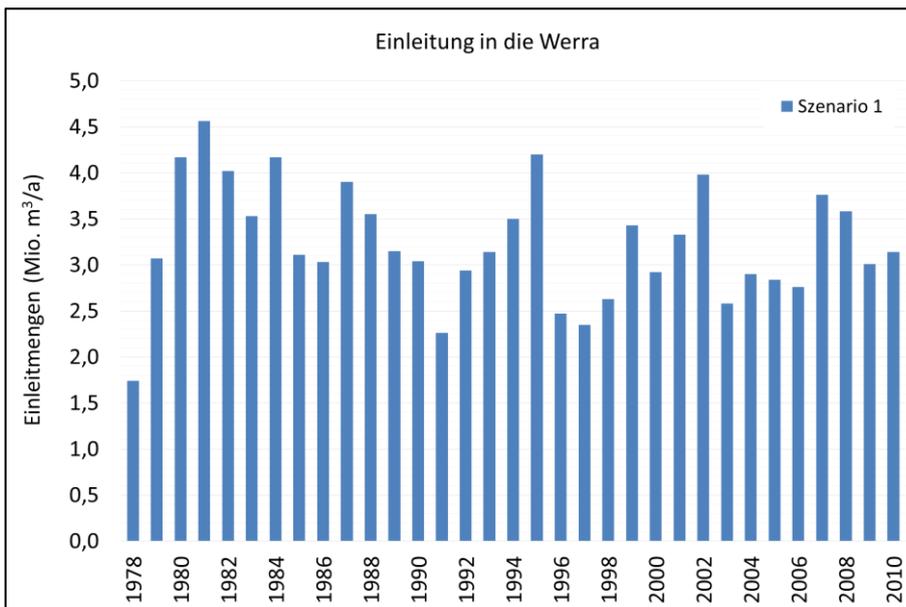


Abbildung 1: Variable Einleitung der Haldenwässer in die Werra (Szenario 1).

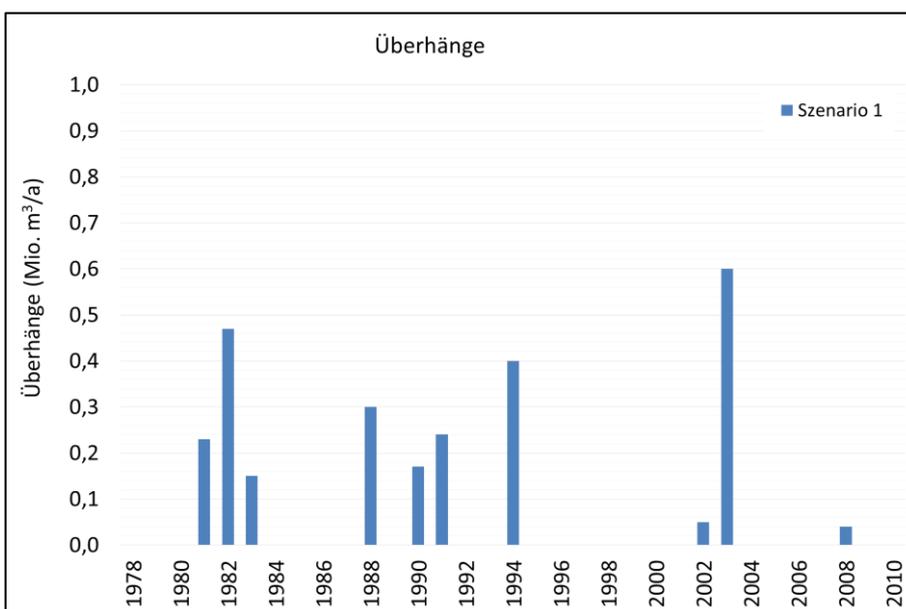


Abbildung 2: Entstehung von Überhängen in hydrologisch trockenen Jahren (Szenario 1). Diese können nicht durch Einleitung entsorgt werden.

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

	Einheit	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Jahr		2021	2022	2028	2027	2039
Bemerkung		Fortschreibung Grenzwerte bis Ende 2021	abgesenkte Grenzwerte ab 2022	abgesenkte Grenzwerte ab 2028	Ende Aufhebung 2027 und Abzug Restfeuchte; Grenzwerte ab 2022	Ende Aufhebung 2039 und Abzug Restfeuchte; Grenzwerte ab 2028
Einleitvolumina Werra (Einleitstellen Hattorf und Wintershall)						
Mittelwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	3,28	3,09	1,20	2,90	1,20
hydrologisch trockenes Jahr ¹	Mio. m ³ /a	2,58	2,04	0,72	1,94	0,71
hydrologisch mittleres Jahr ²	Mio. m ³ /a	3,43	2,96	1,20	2,85	1,21
hydrologisch feuchtes Jahr ³	Mio. m ³ /a	3,90	4,20	1,91	3,77	1,93
Minimalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	1,74	1,63	0,41	1,56	0,42
Maximalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	4,56	4,77	2,08	4,30	2,09
Nicht durch Einleitung entsorgbare Überhänge						
Mittelwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	0,08	0,34	2,46	0,20	2,24
hydrologisch trockenes Jahr ¹	Mio. m ³ /a	0,60	1,18	3,16	0,87	2,81
hydrologisch mittleres Jahr ²	Mio. m ³ /a	0,00	0,41	2,51	0,19	2,17
hydrologisch feuchtes Jahr ³	Mio. m ³ /a	0,00	0,00	2,32	0,00	2,01
Minimalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	0,00	0,00	0,66	0,00	0,51
Maximalwert über 33 Jahre Simulation	Mio. m ³ /a	0,60	1,18	4,04	0,87	3,56
Anzahl der Jahre mit Überhang im Simulationszeitraum	Anzahl	10	24	33	20	33

¹ ein hydrologisch trockenes Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 2003ⁱ

² ein hydrologisch mittleres Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 1999

³ ein hydrologisch feuchtes Jahr entspricht den hydrologischen Bedingungen des Jahres 1987

ⁱ 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.

Die Flussgebietsmodellierung zeigt, dass mit einer Absenkung der Grenzwerte am Pegel Gerstungen in der 3. und 4. Bewirtschaftungsperiode die Einleitmöglichkeiten für die Entsorgung der Haldenwässer signifikant verringert werden. Unter den Randbedingungen, die der aktuelle BWP Salz unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung für die 3. Bewirtschaftungsperiode ab 2022 betrachtet, könnten im Mittel 3,09 Mio. m³/a der Haldenwässer in die Werra eingeleitet werden (Szenario 2). Unter den Randbedingungen, die der aktuelle BWP Salz unter dem Vorbehalt der Überprüfung und Anpassung für die 4. Bewirtschaftungsperiode ab 2028 betrachtet, könnten nur etwa 1,20 Mio. m³/a in die Werra eingeleitet werden (Szenario 3; siehe Tabelle 5-5). Dadurch würden sich die rechnerischen Überhänge erhöhen, die bei durchschnittlich 340.000 m³/a (Szenario 2) beziehungsweise bei 2,46 Mio. m³/a (Szenario 3) lägen. Eine vollständige Entsorgung durch Einleitung in die Werra wäre für den Zeitraum ab 2022 in feuchten Jahren gegeben, ab dem Jahr 2028 jedoch nicht mehr möglich.

Die Ergebnisse der Simulation für das Szenario 4, für das ein Ende der Aufhaltung im Jahr 2027 unterstellt wurde, ergaben vergleichbare Einleitvolumina wie in Szenario 2 (Szenario 2: Mittelwert von 3,09 Mio. m³/a und Szenario 4: Mittelwert von 2,90 Mio. m³/a), jedoch deutlich geringere Überhänge, da der Gesamthaldenwasseranfall aufgrund des Abfließens der Restfeuchte geringer angesetzt wurde. Für das Szenario 5, das ein Ende der Aufhaltung im Jahr 2039 abbildet, konnten im Rahmen der Prognoseunsicherheit die gleichen Einleitmengen errechnet werden, wie in Szenario 3, da die Höhe der Einleitung durch die angenommene Absenkung der Grenzwerte in der 4. Bewirtschaftungsperiode entscheidend begrenzt wird. In Szenario 5 ergaben sich jedoch geringere Überhänge als in Szenario 4 (im Mittel 2,24 Mio. m³/a gegenüber 2,46 Mio. m³/a), da der gesamte Haldenwasseranfall aufgrund des Abfließens der Restfeuchte geringer angesetzt wurde.

5.5 Entsorgungskonzept für die Haldenwässer

Um die Entsorgung der Haldenwässer auch in der Zukunft zu gewährleisten, führt K+S derzeit ein intensives Prüfprogramm zur Entwicklung eines umfassenden Entsorgungskonzeptes durch. Grundsätzlich ist dabei zu unterscheiden zwischen gesicherten Entsorgungswegen und alternativen Entsorgungsoptionen im Prüfprozess.

Gesicherte Entsorgungswege

Als gesicherte Entsorgungsalternative ist die langfristige Einstapelung in untertägigen geeigneten Grubenbauen zu nennen. Bis 2020 steht dafür die Grube in Bergmannsseggenhugo mit einem Volumen von mehreren Mio. m³ zur Verfügung, für die eine Zulassung der

Flutung mit bergbaulich bedingt salzhaltigen Wässern des Werkes Werra und Neuhoft-Ellers vorliegt (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Az. L1.2/L67120/01-03_01/2016-0006/004). Die Einstapelung in weiteren untertägigen Grubenbauen über 2020 hinaus wird derzeit intensiv geprüft (siehe unten).

Nach Ausnutzung der externen Einstapelmöglichkeiten könnten überschüssige Haldenwässer ergänzend unter Produktionseinschränkungen oder Einstellung des Produktionsprozesses Haldenwässer in den Eindampfanlagen an den Standorten Hattorf, Wintershall und Unterbreizbach eingedampft werden. Für das Eindampfen von Haldenwässern stehen seit Beginn des Jahres 2018 die KKF-Anlage am Standort Hattorf, die Vakuumkristallisation in Unterbreizbach sowie mehrere Eindampfstraßen in Wintershall zur Verfügung. Regulär ist die KKF-Anlage für die Eindampfung von Prozesswässern ausgelegt, unter Rückgewinnung von Wertstoffen. Während dieser Betriebsweise ist die Eindampfung von Haldenwässern nicht vorgesehen, da die Rückgewinnung von Wertstoffen dann reduziert wird. Im Falle einer Entsorgungslücke für die Haldenwässer - wie sie im langfristigen Entsorgungskonzept betrachtet wird - könnten unter Reduzierung / Einstellung der Produktion aber Haldenwässer eingedampft werden, jedoch erfolgt dann keinerlei Wertstoffrückgewinnung. Aus den Haldenwässern können beispielsweise Lösungen mit größer 300 g/l $MgCl_2$ erzeugt werden, die untertägig eingestapelt werden können oder in der Dickstoffanlage Unterbreizbach verarbeitet werden.

Die untertägige Einstapelung dieser Restlösungen aus dem Eindampfprozess steht nicht im Widerspruch zu der geprüften und verworfenen Entsorgungsalternative „Einstapelung von Haldenwässern untertage“ aus Band 3.2.6 der Antragsunterlage, da es sich hierbei um hochkonzentrierte Lösungen handelt.

In den Eindampfanlagen können ergänzend bis zu 2,3 Mio. m^3 Haldenwässer reduziert werden. Die Ergebnisse der Flussgebietsmodellierung zeigen, dass damit nach Ende 2027 in 13 von 33 betrachteten Jahren alle rechnerischen Überhänge vermieden werden könnten und eine gesicherte Entsorgung gegeben wäre.

Bei der Eindampfung von Haldenwässern handelt es sich jedoch um eine temporäre Entsorgungsmöglichkeit, die als Notfallszenario nur dann zur Anwendung kommen soll, soweit keine zusätzlichen Entsorgungsmöglichkeiten und -kapazitäten geschaffen werden können. Denn dieser Weg geht mit massiven wirtschaftlichen Abstrichen in der Produktion einher und wäre daher unter dem Gesichtspunkt der – auch im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung zu beachtenden – Verhältnismäßigkeit kritisch zu betrachten. Um dem Rechnung zu tragen, befinden sich weitere Maßnahmen in der Prüfung. Mit jeder weiteren, umgesetzten

Maßnahme wird ein Teil der mit Produktionseinschränkungen verbundenen Eindampfung von Haldenwässern vermieden.

Entsorgungsoptionen im Prüfprozess

Die langfristige Einstapelung von salzhaltigen Abwässern in, in K+S Eigentum befindlichen, untertätigen Grubenbauen (Gruben Sigmundshall und Niedersachsen-Riedel) und externen Grubenbauen (Bischofferode) und Kavernen wird derzeit intensiv geprüft. Dies schließt auch die Möglichkeit der Einstapelung von Haldenwässern ein. Das gesamte, nutzbare Restvolumen in den niedersächsischen Grubenbauen wurde berechnet, im Ergebnis bleibt ein Restflutungsvolumen von ca. 29 Mio. m³, wenn die gesamten anfallenden Wässer der niedersächsischen Halden zur Flutung eingesetzt werden. Dieses Restvolumen von ca. 29 Mio. m³ steht für zusätzliche Haldenwässer aus dem Werk Werra zur Verfügung. Die salzhaltigen Abwässer könnten per Bahntransport oder LKW-Verladung zu diesen Grubenbauen transportiert werden, was jedoch eine sehr kostenintensive Entsorgungsoption darstellt.

K+S plant weiterhin eine Fernleitung zum Transport salzhaltiger Abwässer aus der Kaliproduktion vom Werk Werra und Werk NeuhoF an die Oberweser und die Einleitung der Salzabwässer in die Oberweser. Damit erfüllt die K+S den Prüfauftrag der Option „Werra-Bypass“ des BWP Salz. Für das Vorhaben wurde im Dezember 2015 ein Raumordnungsverfahren (ROV) eingeleitet und im März 2018 der Erörterungstermin zum Raumordnungsverfahren durchgeführt. Das Verfahren ist derzeit noch laufend.

Zur langfristigen und dauerhaften Verringerung der Haldenwassermengen werden an den Standorten Hattorf und Wintershall Verfahren zur Haldenabdeckung erprobt sowie in NeuhoF-Ellers innovative Maßnahmen zum Erosionsschutz und zur Haldenwasserminimierung untersucht. Damit erfüllt die K+S den Prüfauftrag des BWP Salz.

Die in der Nachbetriebsphase, nach vollständiger Haldenabdeckung noch zu entsorgenden Haldenwässer der Rückstandshalden des Werkes Werra sowie des Werkes NeuhoF-Ellers sollen über ein entsprechend ausgelegtes Stapelbeckenregime durch Einleitung in die Werra entsorgt werden.

Abschließend ist mit Blick auf die im MNP Salz zur Zielerreichung vorgesehenen Maßnahmen darauf hinzuweisen, dass das Vorhaben der Haldenerweiterung die im MNP Salz vorgesehenen Maßnahmentypen und die ergänzend vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen weder ganz noch teilweise behindert oder erschwert, so dass das Zielerreichungsgebot des § 27 Abs. 2 Nr. 2 WHG dem Vorhaben auch in seiner angepassten Form nicht entgegengehalten werden kann.

5.6 Entwicklung der Gewässerqualität von Werra und Weser

Die sich im Ergebnis der Modellierungen in Werra und Weser ergebenden Konzentrationen an Chlorid, Kalium und Magnesium (90-Perzentile) können für verschiedene (Bewertungs-) Pegel im Fluss dargestellt werden (Tabelle 5-7). Die Einordnung der Konzentrationsbereiche entspricht der 5-stufigen Klassifizierung des BWP Salz (Tabelle 5-6).

Die Einleitung der Salzabwässer erfolgt an der Werra in den Oberflächenwasserkörper DEHE_41.4 „Werra/Philippsthal“ und wird hier am Bewertungspegel „Gerstungen“ beurteilt. Es ergeben sich in der Flussgebietsmodellierung 90-Perzentilwerte für den Parameter Chlorid von 2109 mg/l, für Kalium 175 mg/l und für Magnesium 296 mg/l (Szenario 1) bei Beibehaltung der aktuell zugelassenen Grenzwerte (siehe Tabelle 5-7). Bei einer Absenkung der Zielwerte nach Ende 2021 bzw. Ende 2027 sind die modellierten Konzentrationen in dieser Gewässerstrecke entsprechend geringer. Nach Ende 2027 würde ab dem Bewertungspegel Hemeln ein guter Gewässerzustand in Bezug auf die Parameter Chlorid und Kalium erreicht werden, für den Parameter Magnesium unterhalb der Einmündung der Diemel in die Weser (Szenarien 3 und 5).

Tabelle 5-6: 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 5-7: Modellierte Konzentrationen (90-Perzentile) an verschiedenen Bewertungspegeln in Werra und Weser (mg/l)

Bewertungspegel	Chlorid				
	Szenario 1 2021	Szenario 2 2022	Szenario 3 2028	Szenario 4 2027	Szenario 5 2038
Vacha	519	431	431	431	431
Gerstungen	2109	1490	1012	1509	1013
Witzenhausen	1181	851	543	848	544
Letzer Heller	1152	832	529	828	530
Hemeln	536	420	272	416	273
uh Diemelmündung	440	347	230	343	230
Boffzen	423	334	222	330	223
Hess. Oldendorf	381	301	203	298	203
Porta	375	302	217	301	217
Drakenburg	360	291	212	290	212
Hemelingen	269	227	180	226	180

Kalium					
Bewertungspegel	Szenario 1 2021	Szenario 2 2022	Szenario 3 2028	Szenario 4 2027	Szenario 5 2038
Vacha	16	14	14	14	14
Gerstungen	175	123	42	120	42
Witzenhausen	100	74	27	71	27
Letzer Heller	97	72	26	70	26
Hemeln	46	37	16	36	16
uh Diemelmündung	37	30	13	29	13
Boffzen	36	29	13	28	13
Hess. Oldendorf	32	25	12	25	12
Porta	30	24	12	24	12
Drakenburg	28	23	11	22	11
Hemeligen	29	25	19	25	19

Magnesium					
Bewertungspegel	Szenario 1 2021	Szenario 2 2022	Szenario 3 2028	Szenario 4 2027	Szenario 5 2038
Vacha	50	43	43	43	43
Gerstungen	296	209	78	206	78
Witzenhausen	168	127	50	123	50
Letzer Heller	165	125	49	120	49
Hemeln	84	68	34	66	34
uh Diemelmündung	67	54	27	53	27
Boffzen	64	52	26	50	26
Hess. Oldendorf	57	46	23	45	23
Porta	55	44	24	43	24
Drakenburg	51	41	23	40	23
Hemeligen	44	38	28	38	28

6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Unterlage wird die Entsorgungskonzeption für die anfallenden Haldenwässer der Halden Hattorf und Wintershall inklusive der derzeit in Planung befindlichen Haldenerweiterungen an beiden Standorten anhand verschiedener Szenarien und Zeitschnitte vorgestellt.

Die Unterlage ist inhaltlich identisch für beide Haldenerweiterungsverfahren und orientiert sich in ihrer Betrachtung an den Vorgaben des Bewirtschaftungsplans.

Ausgangspunkt für die Betrachtungen bilden die Haldenwasserbilanzen – als Eingangsgröße für den Haldenwasseranfall wurde der errechnete Wert für die Bestandshalde und der jeweiligen Erweiterungsfläche für ein mittleres hydrologisches Jahr verwendet und jeweils mit einem Sicherheitszuschlag versehen. Durch den Sicherheitszuschlag wurden maximale Unsicherheiten bei der Haldenwasserprognose abgebildet. Die Betrachtung zur dauerhaften Haldenwasserentsorgung erfolgte dann mit Hilfe des Flussgebietsmodells TALSIM NG der SYDRO Consult GmbH. Auf Basis von Niederschlagszeitreihen (DWD) wurde mit den prognostizierten Anfalldaten über eine N/A-Modellierung eine jährliche Ganglinie des Haldenwasseranfalls generiert. Die Flussgebietsmodellierung errechnet potentielle Einleit-

mengen in die Vorflut unter Berücksichtigung der durch den BWP Salz vorgegebenen Zielwerte sowie die sich ergebenden Konzentrationsverteilungen im Gewässer. Diese Ergebnisse wurden den weiteren Betrachtungen zu Entsorgungsoptionen zu Grunde gelegt.

Für die ordnungsgemäße Entsorgung der Haldenwässer bis Ende 2020, inklusive der zusätzlich anfallenden Haldenwässer aus den geplanten Haldenerweiterungen Hattorf und Wintershall, besteht bis zum 31.12.2020 eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung in die Werra. Eine Verschlechterung der chemischen Wasserbeschaffenheit sowie salzbedingte Verschlechterungen des biologisch-ökologischen Zustands der Werra und Weser sind bei den derzeit am Pegel Gerstungen in der Werra geltenden Grenzwerten von 2.500 mg/l Chlorid, 340 mg/l Magnesium, 90 °dH Gesamthärte und 200 mg/l Kalium auszuschließen.

Eine Fortsetzung der Aufhaldung bis zum Jahr 2021 führt nur zu einer vergleichsweise geringen Erhöhung der zu entsorgenden Salzfrachten. Eine vollständige Entsorgung durch Einleitung in die Werra ist bei Einhaltung der o. g. Grenzwerte möglich.

Wenn die Maßnahmen des „MNP Salz“ in der 3. Bewirtschaftungsperiode erfolgreich umgesetzt werden, können die bis Ende 2027 anfallenden Haldenwässer durch Einleitung in Werra und Weser unter Einhaltung der im „BWP Salz“ für die 3. Bewirtschaftungsperiode vorgeschlagenen Zielwerte vollständig entsorgt werden.

Eine Beibehaltung der Zielwerte über Ende 2027 hinaus würde eine vollständige Einleitung der dann anfallenden Haldenwässer weiterhin zulassen. Sollten die Zielwerte jedoch ab Ende 2027 – wie es der „BWP Salz“ derzeit vorsieht – weiter abgesenkt werden, könnten die nicht durch Einleitung in Werra und Weser entsorgbaren Haldenwassermengen über alternative Wege entsorgt werden. Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, überschüssige Haldenwässer im Notfall einzudampfen, um die Entsorgung auch über 2027 hinaus zu gewährleisten. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen, wie die untertägige Einstapelung von Salzlösungen, in der Prüfung.

Die Entsorgung der anfallenden Haldenwässer ist damit für den gesamten Aufhaldungszeitraum der Erweiterung und bis in die Nachbetriebsphase hinein gewährleistet.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass bis Ende 2027 durch die bis dahin erfolgte Aufhaldung von festen Rückständen keine Fakten geschaffen werden, die einer langfristigen Entsorgung der Haldenwässer entgegenstehen würden. Für den Fall, dass das dem „BWP Salz“ sowie dem „MNP Salz“ zugrunde liegende Entsorgungskonzept bis zu diesem Zeitpunkt überarbeitet werden muss und kein Konsens zur künftigen Entsorgung gefunden

werden kann, könnte das Regierungspräsidium Kassel im Rahmen der Betriebsplanzulassung schon jetzt durch einen Widerrufsvorbehalt, gegebenenfalls in Kombination mit einem Entscheidungsvorbehalt, Abhilfe schaffen.