



EG-Wasserrahmenrichtlinie

**Statusbericht zum aktuellen Umsetzungs-
stand des Maßnahmenprogramms 2015 bis
2021 und zur aktuellen Gewässergüte bzgl.
der Salzbelastung von Werra und Weser**

Berichtsjahr 2017



Impressum

Herausgeber:

Flussgebietsgemeinschaft Weser

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen
(Vorsitz der Flussgebietsgemeinschaft)
Contrescarpe 72, 28195 Bremen

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
Archivstraße 2, 30169 Hannover

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3, 40476 Düsseldorf

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt
Leipziger Straße 58, 39112 Magdeburg

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz
Beethovenstraße 3, 99096 Erfurt

Bearbeitung:

Arbeitsgruppe Salzreduzierung der FGG Weser

Geschäftsstelle Weser
An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim
Telefon: 05121 509712
Telefax: 05121 509711
E-Mail: info@fgg-weser.de

Bildquellen Umschlag:

Kalihalde Wintershall - FGG Weser

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Hintergründe	5
1.2	Besonderheiten des Jahres 2017 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen	6
2	Stand der Umsetzung des Maßnahmenprogramms	8
2.1	Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)	9
2.2	Haldenabdeckung	10
2.3	Einstapeln und Versatz	11
2.4	F+E-Vorhaben	14
2.5	Flankierendes Monitoring	16
2.6	Beendigung der Versenkung	17
2.7	Risikomanagement	19
2.8	Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung	20
3	Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2017	23
3.1	Hydrologie	24
3.1.1	Abflussverhältnisse Werra	24
3.1.2	Abflussverhältnisse Weser	25
3.2	Rohsalzverarbeitung	26
3.3	Entsorgung der festen Rückstände	26
3.4	Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung	27
3.4.1	Salzabwassermengen	27
3.4.2	Entwicklung des spezifischen Salzabwasseranfalls	28
3.4.3	Chlorid-, Kalium- und Magnesiumbilanzen	29
3.5	Salzfrachten und -konzentrationen 2017	31
3.5.1	Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Gerstungen 2017	32
3.5.2	Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2017	35
3.5.3	Monatliche Frachten an den Messstellen an Werra und Ulster	39
3.6	Grundwassermonitoring	42
4	Zusammenfassung und Ausblick	43
5	Glossar	44
6	Abkürzungsverzeichnis	46
7	Tabellenverzeichnis	47
8	Abbildungsverzeichnis:	47
9	Literatur	49
10	Anhang	50
10.1	Sachstandsbericht 2017 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S KALI GmbH	50
10.2	F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2017 der Firma K+S KALI GmbH	51
10.3	Risikoübersicht der Firma K+S GmbH	52
10.4	Zielwertkonzept der FGG Weser	53

1 Einleitung

1.1 Hintergründe

Seit mehr als 100 Jahren werden im Wesereinzugsgebiet Kalisalze zur Düngemittelproduktion industriell abgebaut, bei deren Aufbereitung große Mengen von Abfallsalzen und Salzabwasser anfallen, die auf Halden abgelagert bzw. in die Werra eingeleitet oder in den tieferen Untergrund (Plattendolomit) versenkt werden. Trotz deutlicher Verbesserungen u. a. der Produktionsverfahren und der Salzlaststeuerung stellt die Salzabwassereinleitung insbesondere für Werra und Oberweser immer noch eine wesentliche Belastung der Gewässergüte dar. Deren weiträumige und länderübergreifende Auswirkungen entlang der Werra und Weser machen die Bedeutung dieser Belastung für die Flussgebietseinheit Weser aus und beeinträchtigen die Gewässerflora und -fauna erheblich. Die Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser) hat die „Salzbelastung der Werra und Weser durch den heutigen und ehemaligen Kalibergbau“ daher als wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung festgestellt (FGG Weser, 2014).

Für die Beurteilung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung wurden für die Flussgebietseinheit Weser die **Richtwerte** 300 mg/l Chlorid, 20 mg/l Kalium und 30 mg/l Magnesium als maximal zulässige Konzentrationen (90-Perzentile) festgelegt (FGG Weser, 2016a). Insgesamt 10 Oberflächenwasserkörper in Werra und Weser mit einer Gesamtlänge von ca. 630 km erreichen die Richtwerte bezüglich der Belastung mit Salzionen nicht. Für die Zustandsbewertung der Grundwasserkörper mussten für das Werra-Kaligebiet ebenfalls gesonderte Kriterien entwickelt werden, um eine Beeinflussung durch die Salzabwasserversenkung erkennen zu können. Eine ausführliche Darstellung hierzu erfolgt in Kap. 3.4. Nach diesen Kriterien wurden 7 Grundwasserkörper mit einer Fläche von insgesamt ca. 1.280 km² als salzbelastet eingestuft.

Als Basis für die Reduzierung der Salzbelastung in Werra und Weser in den kommenden Bewirtschaftungsperioden hat sich die Flussgebietsgemeinschaft Weser im **„Detaillierten Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gem. § 83 Abs. 3 WHG“ (kurz: BWP Salz)** (FGG Weser, 2016a) auf das sog. **„Zielwertkonzept“** verständigt. Hierzu wurden für den Pegel Gerstungen (Pegel an der Werra, der die Salzeinleitungen des Werkes „Werra“ überwacht) sowie für den Pegel Boffzen (Pegel an der Weser) für die nächsten Bewirtschaftungsperioden zu erreichende Zielwerte als 90-Perzentile für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium vorgegeben, mit denen der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential in den Wasserkörpern der Weser bzw. der bestmögliche ökologische Zustand in den Wasserkörpern der Werra erreicht wird (s. Anhang 10.1).

Die Maßnahmen zur Erreichung dieser Zielwerte sind im **„Detaillierten Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG“ (kurz MNP Salz)** (FGG Weser, 2016b) ausführlich beschrieben. Deren Umsetzung hat innerhalb eines festgelegten Zeitplans zu erfolgen, der Planung, Genehmigung und bauliche Umsetzung der einzelnen Maßnahmen umfasst.

Zur engen Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen des Masterplans Salzreduzierung und des Dialogs mit dem Unternehmen K+S KALI GmbH (K+S) wurde die **Arbeitsgruppe Salzreduzierung** eingerichtet. Die Arbeitsgruppe setzt sich aus Vertretern der Länder, der Geschäftsstelle der FGG Weser und des Unternehmens K+S zusammen.

Die Aufgaben der Arbeitsgruppe Salzreduzierung umfassen:

- die Begleitung und Controlling des Umsetzungsprozesses und Erfassung der Prozessfortschritte des MNP Salz;
- das Aufzeigen von Problempunkten bei der Umsetzung der Maßnahmen;
- die Dokumentation des Umsetzungsstands und Diskussion der weiteren Umsetzungsschritte;
- die Erfassung von Prozessfortschritten bei der Entwicklung weiterer Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F+E-Vorhaben) und der besten verfügbaren Technik (BVT);
- die kontinuierliche Kommunikation der FGG Weser mit dem Unternehmen K+S;

- die Information des Weserrates über den aktuellen Fortschritt durch Sachstandsberichte und ggf. Beschlussvorschläge.

Einmal im Jahr erstellt die Arbeitsgruppe auf Basis der Sachstandsberichte von K+S einen Statusbericht zum aktuellen Stand der Umsetzung der Maßnahmen des MNP Salz sowie zur aktuellen Gewässergüte bezüglich der Salzbelastung von Werra und Weser. Die Ergebnisse werden dem Weserrat vorgestellt. Der hier vorliegende Statusbericht umfasst das Berichtsjahr 2017.

1.2 Besonderheiten des Jahres 2017 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen

Im Vergleich zum Berichtsjahr 2016 änderten sich in Bezug auf die Möglichkeit der Salzabwasserentsorgung zwei wesentliche Rahmenbedingungen. Es handelt sich dabei um die Einleitung von Prozessabwasser in den Plattendolomit (Versenkung) sowie die Möglichkeit für Transporte von Salzabwasser per LKW und Bahn zu geeigneten Entsorgungsmöglichkeiten, wie leerstehenden Gruben oder Gaskavernen.

Von Dezember 2015 bis Ende November 2016 war eine maximale Versenkmenge von 725.000 m³ zugelassen. Durch die vom Regierungspräsidium Kassel am 23. Dezember 2016 erteilte Erlaubnis zur Einleitung von Prozessabwasser in den Plattendolomit (Versenkung) änderte sich diese Menge auf einen maximalen Wert von 1,5 Mio. m³/a bezogen auf das Kalenderjahr bis Ende 2021. Die bisher zulässige maximale Tagesversenkmenge wurde dagegen auf einen Wert von 5.000 m³/d herabgesetzt.

Im Rahmen der Umsetzung der zeitlich begrenzten Sofortmaßnahmen standen im Jahr 2017, im Gegensatz zum Jahr 2016, vermehrt Transportmöglichkeiten für Haldenwässer und Prozessabwässer per LKW und Bahn zu leerstehenden Gruben oder Gaskavernen zur Verfügung.

Auf Grund der eingeschränkten Entsorgungsmöglichkeiten im Jahr 2016 und den daraus resultierenden längeren Stillstandszeiten, insbesondere am Standort Hattorf, war das Jahr 2016 kein Jahr mit einer regulären Produktion. Vergleiche mit den Jahr 2017, aus denen ggf. weitere Einsparungen bzgl. der Prozessabwassermenge oder bei den Haldenwässern ableitbar wären, sind daher nicht belastbar. Aus diesem Grund erfolgt ein Vergleich mit den jeweiligen Daten aus dem Jahr 2015.

Um zukünftig Produktionseinschränkungen bei einer länger anhaltenden niedrigen Wasserführung der Werra zu vermeiden bzw. zu minimieren, werden von K+S seit Ende 2016 verschiedene **zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen** verfolgt. Diese umfassen die (auch teilw. temporäre) Einstapelung in oder Flutung von stillgelegten Bergwerken oder Gaskavernen, die Verringerung/Verwertung der Salzabwässer und eine Erhöhung der Flexibilität des Abwassermanagements durch den Bau zusätzlicher Stapelbecken am Werk Werra.

Seit November 2016 wurden zunächst ca. 1.500 m³/d Haldenabwasser per LKW zur dauerhaften Entsorgung in die **Grube Bergmannsseggen-Hugo** (Region Hannover) gebracht. Zwischenzeitlich wurde auch die Einstapelung von Produktionswasser genehmigt. Seit Mai 2017 erfolgt die Anlieferung von Salzabwässern per Bahn einhergehend mit einer Erhöhung der Menge auf bis zu 3.000 m³/d. Die genannten Tagesmengen beziehen sich dabei auf Werkstage, da eine Verladung und ein Transport nur an diesen Tagen zugelassen sind. In 2017 sind insgesamt ca. 400.000 m³ in der Grube eingestapelt worden. Die Flutung der Grube soll 2020 abgeschlossen sein.

Für die Entsorgung von Salzabwässern in die **Grube Bischofferode** sind nach bisherigen Planungen zwei Einleitstellen vorgesehen, eine bereits vorhandene Einleitstelle in Großbodungen und eine noch einzurichtende Bohrung auf dem Werksgelände. Zurzeit (Stand Ende 2017) läuft die Risikoanalyse und es werden Haftungsfragen mit dem Bergwerksbetreiber (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, LMBV) geklärt. Obwohl Bischofferode (bis zur Tiefe von -240 m NHN) eine Gesamtkapazität von 5 bis 7 Mio. m³ hat, sollen davon im ersten Schritt nur 1,2 bis 1,5 Mio. m³ genutzt werden, weil hier keine zusätzlichen Risiken erwartet werden. LMBV erarbeitet die notwendige Ergänzung des Abschlussbetriebsplanes. Ein ebenfalls zu erstellender Betriebsplan zur LKW-Entladung befindet sich in Abstimmung. Voraussichtlich im Mai 2018 wird sich der Aufsichtsrat der LMBV mit dem Thema befassen. Die entsprechenden Pachtverträge sind abgeschlossen. Es wird davon ausgegangen, dass es einerseits für K+S keine Andienungspflicht und andererseits für die LMBV keine Verpflichtung zur Flutung gibt.

Ein begrenztes Areal in der **Grube Springen** (Wartburgkreis, Thüringen) mit einer Kapazität von 200.000 m³ dient seit Mitte 2016 als temporärer Speicher. Die dort zwischengestapelten Prozesswässer der Kalifabrik Unterbreizbach werden der Fabrik am Standort Wintershall über den Salzlösungsverbund zugeführt, wenn der Durchfluss in der Werra eine Einleitung von größeren Salzlösungsmengen und damit den vollen Betrieb der dortigen Aufbereitungsanlagen erlaubt. Bisher wurden ca. 70.000 m³ wieder ausgestapelt, der Füllstand beträgt im Berichtszeitraum ca. 60.000 m³ (Stand Ende 2017).

Zur Erhöhung der Flexibilität wurden zwei weitere **Stapelbecken am Werk Werra** gebaut und Anfang 2017 in Betrieb genommen, Becken 9 mit knapp 80.000 m³ und Becken 10 mit knapp 50.000 m³. Ein weiteres Becken ist geplant. Diese dienen der besseren Anpassung an den stark variierenden Abfluss der Werra. Weiterhin ist mit dem Ausbau der Verladekapazität begonnen worden. Ende 2017 verfügt das Werk Werra über Transportkapazitäten für Salzabwässer von 3.500 m³/d per Bahn sowie 4.000 m³/d per LKW.

Im Raum **Bernburg** (Saale, Sachsen-Anhalt) werden seit Februar 2017 abständige Gaskavernen der VNG Gasspeicher GmbH mit Produktionsabwasser geflutet. Der Transport des Salzabwassers erfolgt per Bahn und Umladung auf LKW. Die erste Kaverne (Nr. 113) wurde am 13.09.2017 mit 222.000 m³ vollständig gefüllt. Für die zweite Kaverne (Nr. 116) mit einer Kapazität von ca. 230.000 m³ konnte inzwischen nach Zulassung des Sonderbetriebsplans mit der Flutung begonnen werden. Im Regelbetrieb können mittlerweile 6 Züge Salzwässer pro Woche angeliefert werden, insgesamt sind bisher 53.000 m³ dort entsorgt worden.

In Niedersachsen können vermutlich weitere stillgelegte Bergwerke geflutet werden. Für die **Grube Sigmundshall** am Werk Wunstorf gibt es in 2017 einen Stilllegungsbeschluss für Ende 2018. Deshalb wird hier (ebenso wie in der Grube Niedersachsen-Riedel) eine Einstapelung von salzhaltigen Wässern des Werkes Werra geprüft.

Im Rahmen einer Kooperation mit der DEUSA International GmbH liefert K+S Teillösungen (Q- und KVZ-Lösung), deren Eignung zur Gewinnung von KCl geprüft werden soll. Die DEUSA International GmbH ist an der dauerhaften Lieferung einer wertstoffreichen Lösung interessiert. Anfallendes MgCl₂ ist auch weiterhin von DEUSA zu entsorgen. Da sich durch die Inbetriebnahme der Kainit-Kristallisation-Flotation die Lösungszusammensetzung verändert, muss noch geprüft werden, welche Auswirkungen dies auf die weiteren Aufbereitungsprozesse hat.

Durch die gute Wasserführung der Werra in 2017 sowie durch die bereits umgesetzten zeitlich gegrenzten Sofortmaßnahmen konnte die Produktionssicherheit deutlich erhöht werden (lediglich zu Beginn des Jahres 2017 gab es kurzzeitige Stillstände). Durch die hinzugewonnene Flexibilität ist auch mittelfristig bei normaler Wasserführung der Werra mit keinen abwasserbedingten Stillstandszeiten zu rechnen. Die Sofortmaßnahmen sind jedoch aufgrund der begrenzt nutzbaren Hohlraumvolumen, des sehr hohen logistischen Aufwands und den daraus resultierenden Kosten nur eine Ergänzung zu den derzeitigen Entsorgungswegen. Sie sind somit als Dauerlösung nicht geeignet.

2 Stand der Umsetzung des Maßnahmenprogramms

Im Maßnahmenprogramm wurde unter dem Namen „**Masterplan Salzreduzierung**“ eine Maßnahmenkombination festgelegt, mit der die Einhaltung der Zielwerte des Zielwertkonzeptes im Oberflächen- und Grundwasser gesichert sowie die Einhaltung des Verschlechterungsgebotes im Grund- und Oberflächenwasser gewährleistet wird und eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers nicht gegeben ist. Zuständig für die Erteilung der erforderlichen Genehmigungen ist das jeweils zuständige Bundesland. Verantwortlich für die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung der Salzbelastung ist das den Bergbau und die Kali-Produktion betreibende Unternehmen.

Die **drei zentralen Maßnahmen** dieser Maßnahmenkombination sind:

1. Bau und Inbetriebnahme einer **Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)** mit dem Ziel, die Salzabwassermenge um 1,5 Mio. m³/a zu reduzieren
2. **Einstapeln und Versatz** zur Verbringung von Produktionsabwasser nach Untertage
3. **Haldenabdeckung** der bestehenden und der künftigen Halden zur Reduzierung und Vermeidung von Haldenabwässern

Zusätzlich umfasst der Masterplan folgende Maßnahmen:

- F+E-Vorhaben
- Flankierendes Monitoring

Zur Absicherung vorhandener Unsicherheiten bzgl. der Erreichung der vorgegebenen Zielwerte wurden erforderlichenfalls **weitere optionale Maßnahmen** in das Maßnahmenprogramm aufgenommen:

- Produktionsdrosselung (nach Überprüfung des Erfordernisses)
- Bau und Betrieb eines temporären Werra-Bypasses (nach Überprüfung des Erfordernisses)

Um die Bewirtschaftungsziele im Grundwasser erreichen zu können, ist die Einstellung/Reduzierung der Versenkung erforderlich. Die **Einstellung der Versenkung** ist die einzige Maßnahme, die den Zustand im Grundwasser dauerhaft verbessert. Daher wird die Versenkung innerhalb des zweiten Bewirtschaftungszeitraums (bis Ende 2021) vollständig und dauerhaft eingestellt.

Seitens der Länder wird grundsätzlich angestrebt, die Zielwerte ohne die optionalen Maßnahmen zu erreichen, um negative Auswirkungen auf Betroffene (z. B. Kommunen) und das Unternehmen bzw. dessen Beschäftigte zu vermeiden. Die für den Pegel Boffzen (Weser) vorgegebenen Zielwerte für Chlorid von 295 mg/l, Kalium von 20 mg/l und Magnesium von 30 mg/l müssen sicher eingehalten werden und die Erreichung eines guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potentials in den Wasserkörpern in der Weser zum Ende des Jahres 2027 darf nicht gefährdet werden.

Hierzu wird durch den Weserrat bis Herbst 2018 unter Berücksichtigung des flankierenden Monitorings, des Umsetzungsstandes der Maßnahmen Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage, Einstapeln und Versatz unter Tage und Haldenabdeckung sowie der F+E-Vorhaben ein gemeinsamer Bericht einschließlich einer Handlungsempfehlung erstellt. Dabei wird auch die alternative Möglichkeit weiterer Vermeidungsmaßnahmen vor Ort, z. B. einer Produktionsdrosselung, abgewogen. Der Untersuchung ist zugrunde zu legen, dass die für Gerstungen und Boffzen festgelegten Zielwerte nicht überschritten werden. Bei Bedarf findet Ende 2018 eine Weser-Ministerkonferenz statt.

Im Folgenden wird der Stand der sich aktuell in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen auf Grundlage des Sachstandsberichts von K+S (Anhang 10.1) und weiteren Informationen aus den Ländern zusammenfassend dargestellt. Die optionalen Maßnahmen „Werra-Bypass“ und „Produktionsdrosselung“ werden ggf. nach Feststellung des Erfordernisses ab 2018 ergänzt.

In den Tabellen wird der Stand unterschieden nach

- Maßnahme abgeschlossen (✓),
- Maßnahme im Zeitplan der FGG Weser (grün),
- Maßnahme verzögert ohne Gefährdung des Enddatums (gelb),
- Maßnahme verzögert mit Gefährdung des geplanten Enddatums (rot).

Bei Verzögerungen sind Begründungen und das geplante neue Enddatum angegeben.

2.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)

Mit der KKF-Anlage wird das Ziel verfolgt, die Salzabwassermenge aus der Produktion um 1,5 Mio. m³/a zu reduzieren. Zugleich ermöglicht die KKF-Anlage die Rückgewinnung von Wertstoffen aus dem Salzabwasser. Es werden an zusätzlich verkaufsfähigen Produkten ca. 130 Tt KCl/a und ca. 130 Tt MgSO₄/a erwartet.

Das Gebäude der KKF-Anlage wurde in 2017 fertiggestellt und die Bautätigkeiten im Außenbereich wurden forciert. Die AwSV-Flächen (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) wurden ebenfalls fertiggestellt. Die Montagearbeiten der Anlagenteile Kühlturmanlage, Hochbehälter, Rohrbrücken, Umbauarbeiten im Kraftwerk und Umfahrung Hattorf wurden termingerecht beendet. Der Anlagenteil Eindampfanlage wurde mechanisch fertiggestellt, der Funktionstest sowie die Wasserfahrt der Anlagenteile Eindampfanlage, Kühlturmanlage, Hochbehälter und Umfahrung Hattorf wurde erfolgreich durchgeführt und somit die Voraussetzung für den Probebetrieb ab 02.01.2018 geschaffen. Die Montagearbeiten im Anlagenteil Flotation sowie EMSR (Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) verlaufen planmäßig, Funktionstests haben begonnen. Die Gesamtinbetriebnahme erfolgt planmäßig, die Inbetriebnahme der Flotationsanlage erfolgt aufgrund der Insolvenz eines Auftragnehmers erst 8 Wochen nach der Eindampfanlage.

Der Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmenschritte ist Tab. 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Stand der Umsetzung der KKF-Anlage (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)

KKF-Anlage		Durchführungs- zeitraum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung gemäß Sach- standsbericht K+S (Anhang 10.1)		Stand
			Beginn	Ende	
1.1	Planung	2013 – 2015			✓
1.2	Genehmigung	06.2015 – 08.2015			✓
1.3	Bau	11.2015 – 10.2017	20.10.14	22.12.17	✓
1.3.1	Neubau Schalthaus 2 Fabrik (SH2F)		20.10.14	30.11.16	✓
1.3.2	Rohrbrücken (Sanierung, Erweiterung u. Neu- belegung Bestandsrohrbrücken, Neubau Rohrbrücken sowie Kabelbrücken)		16.03.15	12.10.17	✓
1.3.3	Neubau Kühlturmanlage und Hochbehälter		20.10.14	30.10.17	✓
1.3.4	Umbau Kraftwerk		20.10.14	30.10.17	✓
1.3.5	KKF-Anlage		20.10.14	22.12.17	✓
1.4	Inbetriebnahme	11.2017	01.08.17	30.06.18	
1.4.1	Funktionstests - Loop check		01.08.17	24.01.18	
1.4.2	Wasserfahrt		27.11.17	22.12.17	✓
1.4.3	Probebetrieb		02.01.18	30.06.18	
1.4.4	Gesamtfertigstellung			30.06.18	



abgeschlossen



Im Zeitplan



Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden



Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

2.2 Haldenabdeckung

Im Rahmen der Haldenabdeckung sollen die aktuell beschütteten Rückstandshalden sowie die geplanten Haldenerweiterungen am Werk Werra abgedeckt werden. Die Abdeckung soll während der Produktionsphase beginnen und in der Nachbetriebsphase abgeschlossen werden.

Im Vordergrund der Aktivitäten im Jahr 2017 standen mehrere Behördengespräche zur Haldenabdeckung Wintershall und Hattorf. Dabei wurden die technischen und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen vor allem zum Pilotprojekt (Halbtechnischer Versuch) in Hattorf erörtert. Das hierfür notwendige Sonderbetriebsplanverfahren zur Durchführung des Versuches konnte in 2017 noch nicht abgeschlossen werden. Die Bauarbeiten zur Einrichtung der Infrastruktur für den Halbtechnischen Versuch wurden begonnen. Mit dem Bescheid zur Zulassung des Sonderbetriebsplans zur Errichtung und Durchführung des Halbtechnischen Versuchs Haldenabdeckung (HVVH) zur dünnsschichtigen Abdeckung und Begrünung der Rückstandshalde Hattorf durch das Regierungspräsidium Kassel wird bis Mitte 2018 gerechnet.

Nach Rückbau des Lysimeterversuches an der Halde Wintershall erfolgte im Jahr 2017 die Analyse der im Zuge des Rückbaus gewonnenen Proben sowie die Auswertung der erlangten Erkenntnisse. Es erfolgten weitere Behördengespräche zu technischen und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen, auch im Rahmen des Großversuchs (Betriebsversuches). Die Planungen für den Großversuch (Betriebsversuch) an der Halde Wintershall wurden und werden fortgeführt.

Für die Halde Neuhoof-Ellers erfolgte die Beobachtung und Auswertung der unterschiedlichen Versuchsansätze zur Verringerung der Erosionserscheinungen unter Berücksichtigung der standortspezifischen Randbedingungen. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse laufen die weiteren Planungen zur Anpassung und Umsetzung des „innovativen Erosionsschutzes“.

Der Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmenschritte ist Tab. 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 10.1)		Stand
			Beginn	Ende	
2.1	Lysimeterversuche		2011	2017	✓
2.1.1/2.1.2	Planung/Genehmigung	2013 - 06.2016	2011	2013	✓
2.1.3	Bau	12.2016 - 10.2017	2013	2013	✓
2.1.4.	Betrieb	Ab 11.2017	2013	2017	✓
2.2	Pilotprojekte (Halbtechnischer Versuch)	2016 - 2020	2014	2020 ff.	✓
2.2.1	Prüfung der Materialverfügbarkeit		2015	2016	✓
2.2.2	Chemische Analyse möglicher Ausgangsstoffe		2015	2017	✓
2.2.3	Analysen der Stoffgemische		2015	2017	✓
2.2.4	Technische Entwicklungen		2015	2017	✓
2.2.5	Versuche zur Schwermetallfällung Fällung der Schwermetalle aus dem Haldenwasser im AFZ		2015	2017	✓
2.2.6	Einreichung der Antragsunterlagen ⁴⁾ 1) Rodungsantrag, 2) SBP Flächenvorbereitung 3) SBP Beschüttung		1) 01/2015 2) 02/2016 3a) 12/2015 3b) 03/2016 3c) 07/2016 3d) 08/2017	1) 2015 2) 08/2017-05/2018 3) Q2/2018 ¹⁾	
2.2.7	Beschüttung ⁴⁾		2018	2018	
2.2.8	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch		2018	2020 ff.	
2.3	Großversuch	2018 - 2021	2016	2021 ff.	

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbe- richt K+S (Anhang 10.1)		Stand
			Beginn	Ende	
2.3.1	Erarbeitung der Antragsunterlagen (Versuchsort Halde Wintershall)		2016	2018 ²⁾	
2.3.2	Einreichen der Antragsunterlagen (Ver- suchsort Halde Wintershall)		2018	2019	
2.3.3	Genehmigungsverfahren (Versuchsort Halde Wintershall)		2018	2019	
2.3.4	Beschüttung (Versuchsort Halde Win- tershall)		2019 ff.		
2.3.5	Monitoring der Stoffflüsse (Versuchsort Halde Wintershall)		2019 ff.		
2.3.6	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch (Versuchsort Halde Wintershall)		2019 ff.		
2.4	Regelbetrieb (Betriebsphase)	2021 - 2075	2021	2075	
2.4.1	Plateaubabdeckung mit Polderbau		2021		
2.4.2	Flankenabdeckung		2024		
2.5	Erosionsschutz-Pilotprojekte, Halden- wasserbewirtschaftung (Halde Neuhof)	2016 – 2018	2016	2018	
2.6	Umsetzung der Erosionsschutz- und Haldenwasserbewirtschaftungskon- zepte (Halde Neuhof)	2018	2018 ³⁾		



abgeschlossen



Im Zeitplan

Verzögerung, Enddatum kann gehalten wer-
den

Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

- 1) Genehmigung bzw. Vollständigkeitserklärung liegt K+S nicht vor.
- 2) Fertigstellung noch offen, da Pilotversuch noch nicht genehmigt/begonnen.
- 3) Keine Berücksichtigung der Genehmigungsphase im MNP Salz.
- 4) SBP-Verfahren dauert mittlerweile über 2 Jahre an.

2.3 Einstapeln und Versatz

Im Hinblick auf die Produktionsabwässer ist eine Verbringung nach Untertage als Lösung oder durch Zugabe von Zuschlagstoffen in verfestigter Form vorgesehen. Infolge der in der neuen KKF-Anlage stattfindenden Reduzierung der Produktionsabwässer um 1,5 Mio. m³/a verbleibt eine Restmenge in einer Größenordnung von ca. 3,1 Mio. m³/a, die zu entsorgen ist (FGG Weser, 2016b).

Es werden folgende Maßnahmenvarianten untersucht:

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

Für diese drei Maßnahmenvarianten sind folgende weitere Umsetzungsschritte vorgesehen:

- 2016 – 2020: Untersuchung ergänzender Maßnahmen zur Entsorgung von Produktionsabwässern in Grubengebäuden in der Region
- Ab 2021: Umsetzung der ergänzenden Maßnahmen zur Entsorgung von Produktionsabwässern in ausgewählten Grubengebäuden

Die für die Umsetzung erforderlichen Untersuchungen wurden in 11 Arbeitspakete unterteilt, von denen 8 Pakete begonnen und z.T. auch schon abgeschlossen wurden (Arbeitspakete 1-2).

Arbeitspaket 1 - Grundlagenrecherche

Das Unternehmen K+S hat zunächst als Grundlage eine eigene Recherche, ergänzt durch einen externen Auftrag, zum Stand der Technik bzw. der Wissenschaft zum Thema Einstapeln unter Tage vorgenommen:

Interne Ergebnisse der Grundlagenrecherche:

Maßnahme A – Das Einstapeln von geeigneten Medien (Salzlösungen oder Wasser) in Gruben der flachen Lagerung zur Verringerung der zu entsorgenden Produktionsabwässer insbesondere im Hinblick auf die Standsicherheit ist weder Stand der Wissenschaft noch Stand der Technik.

Maßnahme B – Der Einsatz von Zuschlagstoffen zur Bindung und Veränderung der physikalischen bzw. chemischen Stoffeigenschaften der salzhaltigen Prozessabwässer ist Stand der Wissenschaft, aber nicht Stand der Technik.

Maßnahme C – Die Entsorgung von Abfallstoffen unter Verwertung einer konzentrierten Magnesiumchloridlösung in zugelassenen Grubenhöhlräumen ist Stand der Wissenschaft und Stand der Technik.

Externe Ergebnisse der Grundlagenrecherche:

Maßnahme A - Nur bedingt Stand der Technik: Lediglich die Einstapelung NaCl-reicher Lösungen in Kalibergwerke der steilen Lagerung und sylvinitischer Ausbildung der Kalisalze ist unter den Bedingungen eines standsicher dimensioniertem Pfeilertragsystems Stand der Technik. Für alle anderen Kalibergwerke mit carnallitischer und sulfatischer Ausbildung der Kalisalze, wie dies für das Werk Werra der Fall ist, trifft dies nicht zu.

Maßnahme B - Stand der Wissenschaft: Das Einbringen von mineralisierten Lösungen unter Zugabe von Zuschlagstoffen in verfestigter Form – wird derzeit lediglich in einem Standort in Südostasien praktiziert. Konkrete Ergebnisse zum Verlauf und dauerhaften Erfolg dieser Einstapelung sowie weitere Beispiele aus dem Kalisalzbergbau konnten nicht aufgefunden werden.

Arbeitspaket 2 - Geologie

Das Arbeitspaket umfasst die Bewertung der CO₂-Führung geologischer Formationen hinsichtlich potentieller Einstapelbereiche in Unterbreizbach, Hattorf-Wintershall sowie Neuhoof-Ellers anhand der Anzahl der CO₂-Ausbrüche im Zeitraum von 2011 bis 2013. Die Auswertung der Statistik erfolgte nach Menge des Ausbruchshaufwerkes und der anstehenden Salzart. Die aus geologischer Sicht potentiellen Einstapelbereiche im Werk Werra und Neuhoof-Ellers liegen vor.

Arbeitspaket 3 - Umlösepotential

Zur Bestimmung der Lösekinetik von Kieserit (und Langbeinit) erfolgten Untersuchungen durch das IBZ – Salzchemie GmbH & Co.KG Freiberg mit dem Ziel, eine Aussage zur Pfeilerauslösung über einen Zeitraum von 30 Jahren (perspektivisch langfristig) durch Kombination aus Rührversuchen (Ableitung des Lösungsverlaufes worst case) und „Standversuchen“ (Abschätzung einer Zeitskala) für kieserit- und langbeinitführende Schichten zu erhalten.

Die Ergebnisse der „Standversuche“ zeigen, dass bei hohen MgCl₂-Gehalten innerhalb von 56 Tagen insgesamt nur geringe Löseprozesse zu verzeichnen sind. Die Löseraten nehmen mit der Zeit ab. Der jährliche Salzabtrag an einem Pfeiler wird von dessen Mineralbestand bestimmt und liegt bei hohen MgCl₂-Gehalten im Bereich von wenigen Zentimetern pro Jahr.

Arbeitspaket 4 - Konditionierung

Maßnahme A: Eindampfen der Prozesswässer

Hinsichtlich der Entwicklung und Auswahl geeigneter verfahrenstechnischer Varianten zur Erzeugung einer Lösung aus Prozesswässern (PW) ist für das Werk Werra ein möglichst geringes An- bzw. Um-lösepotential zur Verbringung im Grubenraum Neuhoof-Ellers erforderlich.

Maßnahme B: Verfestigung bei maximaler Flüssigkeitsbindung

Für die Maßnahme B sind unterschiedlich mineralisierte $MgCl_2$ - Lösungen mit ausgewählten Zement-Bypass- Stäuben so zu vermischen, dass zunächst eine temporär pumpbare Suspension entsteht, die nach dem Verbringen in Untertagebereiche stichfest verfestigt. Das verfestigte Material soll ein Höchstmaß an Flüssigkeitsbindung aufweisen. Vor diesem Hintergrund werden Vergleiche zu bereits vorliegenden Untersuchungsergebnissen vorgenommen.

Des Weiteren werden Versuche durchgeführt, um Produktionsabwässer mit drei verschiedenen $MgCl_2$ -Konzentrationen soweit zu verfestigen, dass mindestens stichfeste Massen entstehen, aus denen bei geringer Druckbelastung keine Flüssigkeit austritt.

Außerdem werden Mischungen mit dem Ziel hergestellt, die Kriterien für den Dickstoffversatz zu erfüllen. Während der Versuche werden die Parameter Vicatnadeltest, Ödometerversuch mit Auspresstest bei 200 kPa Auflast sowie einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen Aushärtung für alle Mischungen bestimmt.

Arbeitspaket 5 - Gebirgsmechanik

Die Einstapelung von Lösungen in bestehende Grubenhohlräume stellt eine besondere Herausforderung für die Nachweisführungen dar. Hier muss im Abbauhorizont konkret berücksichtigt werden, dass das Konvergenz- und Gebirgsverhalten nicht nur durch die abbaubedingt verursachten Spannungsveränderungen, sondern auch durch zusätzliche einstapelbedingte Wirkungen der Gebirgsdurchfeuchtung und des Substanzverzehr durch Auflösung beeinflusst werden. Für die gebirgsmechanische Bewertung potentieller Einstapelbereiche wird in Zusammenarbeit mit dem IfG GmbH Institut für Gesundheit und Management Leipzig ein gebirgsmechanisches Modell entwickelt, welches aus zwei Schritten besteht.

Im 1. Schritt wurden die im Abbauhorizont bzw. am Pfeiler durch die Lösungseinstapelung verursachten Prozesse, die neben der abbaubedingten Ausbildung einer aufgelockerten Zone auch deren Durchfeuchtung und die Auflösung von Pfeilersubstanz beinhalten, beschrieben und in ihrer mechanischen Wirkung modelliert. Anhand zwei charakteristischer Abbau- und Pfeilerkonfigurationen (Hartsalz- und Carnallitpfeiler), die für zwei Teufenstufen (700 m und 1100 m) standsicher dimensioniert worden, wurden die lösungsinduzierten Prozesse in ihrer Wirkung untersucht.

Eine realitätsnähere Abschätzung der Konvergenzraten innerhalb eines Baufeldes kann erst im 2. Schritt, der Entwicklung eines Modellansatzes für eine Baufeldbewertung erreicht werden. Deshalb wird der so entwickelte, gebirgsmechanische Modellansatz zur Erfassung des lösungsinduzierten Gebirgsverhaltens auf eine Baufeldsituation übertragen.

Beispielhaft wird für diese Untersuchung der nördliche Bereich des Nordfeldes des Werkes Neuhoof-Ellers ausgewählt. Auf Basis eines repräsentativen Schnittes durch dieses Baufeld wird ein geologisches Modell vom Subsalinar bis zur Tagesoberfläche als Grundlage für ein gebirgsmechanisches Modell entwickelt. Mit diesen Untersuchungen soll gezeigt werden, dass auch in einem so großen Modell eines Baufeldes das durch die Lösungseinstapelung induzierte Gebirgsverhalten erfasst, die Auswirkungen auf die Schutzschichtintegrität und die Senkungen an der Tagesoberfläche bewertet und somit die Voraussetzungen für eine Antragsunterlage zur Beurteilung der Zulässigkeit erarbeitet werden können.

Arbeitspaket 8 - Verschlussbauwerke

Bestehende Konzepte für das Errichten von horizontalen und vertikalen Dammbauwerken wurden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit / Übertragbarkeit geprüft. Eine ortskonkrete Betrachtung möglicher Dammstandorte erfolgt in Verbindung mit den Einstapelbereichen.

Der Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmenschritte ist Tab. 3 zu entnehmen.

Aufgrund einer repräsentativen Versuchsdauer bzgl. der Umlösepotentiale (AP 3) sowie die aufwendige Entwicklung eines neuen Werkzeuges für die gebirgsmechanische Modellierung (AP 5) sind Verzögerungen hinsichtlich der abschließenden Ergebnisse zu erwarten.

Weitere Informationen zu den nicht genannten Arbeitspaketen werden bis zum Beginn des 2. Quartals 2018 in einem Abschlussbericht zusammengefasst.

Tab. 3: Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)

Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 10.1)		Stand
			Beginn	Ende	
3.1	Untersuchung	2016 – 2020			
3.1.1	AP 1 - Grundlagenrecherche			Q.4 / 2017	✓
3.1.2	AP 2 - Geologie			Q.4 / 2017	✓
3.1.3	AP 3 - Umlösepotenzial			Q.3 / 2018	
3.1.4	AP 4 - Konditionierung			Q.2 / 2018	
3.1.5	AP 5 - Gebirgsmechanik			Q.3 / 2018	
3.1.6	AP 6 - Infrastruktur			Q.4 / 2017	
3.1.7	AP 7 - Genehmigungsfähigkeit			Q.2 / 2018	
3.1.6	AP 8 - Verschlussbauwerke			Q.1 / 2018	
3.1.8	AP 9 - Wirtschaftlichkeitsabschätzung			Q.2 / 2018	
3.1.9	AP 10 – Einstapelung in neu aufgefahrenen Grubenhohlräumen			Q.1 / 2018	
3.1.10	AP 11 – Einstapelung im Grubenfeld Merkers/Springen			Q.1 / 2018	
3.2	Planung und Genehmigung	2019 – 2020			
3.3	Umsetzung	2021 – 2060			



abgeschlossen



Im Zeitplan



Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden



Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

2.4 F+E-Vorhaben

Zur Weiterentwicklung von alternativen Maßnahmen sind von K+S Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F+E-Vorhaben) vorgesehen, die auf einen nachhaltigen Gewässerschutz und eine wissenschaftliche Begründung angestrebter Zielsetzungen abzielen. In einer jährlich vom Unternehmen erstellten Dokumentation wird der Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres verdeutlicht, die kontinuierliche Kommunikation im Bereich F+E zwischen dem Unternehmen und der Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser) sichergestellt sowie der behördlich geforderten Berichtspflicht Rechnung getragen (Anhang 10.1). Tab. 4 gibt eine Übersicht der aktuell in Planung oder Umsetzung befindlichen F+E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum.

Tab. 4: Stand der in Planung oder Umsetzung befindlichen F+E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum (gem. Sachstandsbericht K+S, Anhang 10.1)

Laufende und geplante F+E-Vorhaben		Geplantes Ende der aktuellen Forschung*) gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 10.1)	Planungsstand
1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens		
1.1	ESTA Freifallscheider verbessern		
1.2	Neukonzept 'Staub'ESTA		
1.3	Steinsalzvorbrennung u.T.		
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.1	Flotationshilfsmittel in der Kainit- Kristallisations-Flotationsanlage (KKF) am Standort Hattorf		
2.2	Klassierverfahren in der KKF		
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf	Ende 2017	
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		
3.1	Beauftragung der K-UTEC mit Konzept- und Machbarkeitsstudie	Ende 2017	
3.2	Eindampfversuche im Rahmen von Einstapelung von Salzabwässern (Korngrößenfraktion)	Ende 2017	
4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung		
4.1	Schütttechnikversuche Werk Neuhoof-Ellers		
4.2	Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung		
5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren		
5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb		Pause
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Nanofiltration	Ende 2017	
6.2	Membrandestillation		
7	Optimierung der Fest-/Flüssigtrennung		
7.1	Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall	Q2 / 2017	✓
7.2	Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall	Q2 / 2017	✓
8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra/Lysimeterversuch/HVH		
8.2	SELMA-Ton für Erosionsschutz Halde Neuhoof		
8.3	Althaldenbegrünung mit Geotex Halde Neuhoof		
9	Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung		
9.1	Optimierung der Kieseritausbeute bei der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf (Filtertuch)	Q1 / 2018	
9.2	Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Verdrängung von Haftlösung)	Q4 / 2017	
9.3	Prozessanalytik, Prozessanalysetechnik (PAT)		
9.3.1	KKF-Anlage: Machbarkeitsstudie zur automatisierten Sondenmessung	Q2 / 2018	
9.3.2	Fabrikbetrieb Wintershall: K ₂ O-Bestimmung in der GK-Anlage	Q4 / 2017	

Laufende und geplante F+E-Vorhaben		Geplantes Ende der aktuellen Forschung*) gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 10.1)	Planungsstand
9.4	Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf	Q2 / 2017	✓
9.5	Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall		
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.1	KKF Kainit substituiert Kieserit, Versuch in der Sulfatanlage HA	Q1 / 2018	
10.2	Verwendung von Langbeinit aus EDA für die Sulfatherstellung WI (Machbarkeitsstudie zur Nassklassierung mittels Zyklon)	Q2 / 2018	
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		
11.1	Baustoff Sorelzement		Pause
11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung	Ende 2017	
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems für PAT	Q4 / 2017	
12.2	ICP-Messraum, Teilprojekt Redundanz zur Störfallabsicherung durch Einbindung des 2. ICP-OES	Q1 / 2018	
13	Sonstiges		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden		
13.2	Versuche zur Abbindung von Salzabwässern mit Zuschlagsstoffen	Ende 2017	



abgeschlossen



Im Zeitplan



Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden



Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

*) Forschungsvorhaben ohne Enddatum sind laufende Forschungen, deren Ende noch nicht absehbar ist.

2.5 Flankierendes Monitoring

Da die aufgeführten Maßnahmen hinsichtlich der Zielerreichung mit Prognoseunsicherheiten behaftet sind, ist ein flankierendes Monitoring eingerichtet worden. Die Prognosesicherheit wird sich jedoch mit der schrittweisen Umsetzung der Maßnahmen zunehmend verbessern.

K+S hat für das flankierende Monitoring ein Konzept vorgelegt, das ein Werksmonitoring (Salz und Produktionswässer) und ein Gewässermonitoring des Grundwassers (Chemie) sowie der Oberflächengewässer (chem.-physikal. Daten, Biologie, Auenmonitoring) in der Region Werra umfasst.

Das Werksmonitoring beinhaltet im Wesentlichen Daten der Werke Neuhoof-Ellers und Werra zum Betrieb und zu den Umweltauswirkungen im Rahmen der Entsorgung der festen und flüssigen Rückstände und den durchgeführten Maßnahmen, das Gewässermonitoring umfasst neben den erfassten Daten ebenfalls die fortlaufende Validierung des ökologischen Bewertungsmaßstabes und der tatsächlichen Entwicklung der Einträge. Die Daten werden periodisch vom Unternehmen K+S erfasst, dokumentiert und den zuständigen Behörden berichtet. Die entsprechende Überprüfung wird in Verbindung mit den Planungen für die Bewirtschaftungsperiode 2021 bis 2027 erfolgen.

Mit dem vorgelegten Konzept werden die Vorgaben des MNP Salz zum flankierenden Monitoring berücksichtigt, die Erfassung und Dokumentation der Kosten werden im Rahmen der vom Land Hessen beauftragten die Ökoeffizienzanalyse erhoben. Erste Datenauswertungen werden im Statusbericht 2018 dargestellt.

2.6 Beendigung der Versenkung

Um die Bewirtschaftungsziele im Grundwasser erreichen zu können und den diffusen Eintrag in die Werra hinreichend zu reduzieren, ist die Einstellung der Versenkung erforderlich. Die Beendigung der Versenkung ist die einzige Maßnahme, die den Zustand im Grundwasser nachhaltig und dauerhaft verbessert. Infolgedessen wurde die Maßnahme „Einstellung der Versenkung“ in das Maßnahmenprogramm Salz 2015 – 2021 aufgenommen.

Das Unternehmen K+S hat am 30. April 2015 beim Regierungspräsidium Kassel einen Antrag auf Verlängerung der Versenkung von durchschnittlich 2 Mio. m³/a (max. 3,9 Mio. m³) Salzlauge pro Jahr bis Ende 2021 gestellt. Am 23. Dezember 2016 hat das Regierungspräsidium Kassel eine bis zum 31. Dezember 2021 befristete Versenkerlaubnis erteilt (Az. 31.6/Hef 79 f 12 – 330/001). Die Genehmigung wurde auf 1,5 Mio. m³/a und maximal 5.000 m³/d begrenzt. Durch die gegenüber der Übergangserlaubnis deutlich reduzierte tägliche Versenkmenge werden extreme Druckspitzen vermieden. Dies stützt sich u. a. auf die Ergebnisse der Modellierung unterschiedlicher Szenarien mit dem kalibrierten 3D-Grundwassermodell sowie des Monitorings der Übergangserlaubnis. Weiterhin wurde ein intensives Monitoring, insbesondere an den Trinkwassergewinnungsanlagen Ulstertal und Meiselsgraben verankert. Dort sind monatlich die Hauptinhaltsstoffe (Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Hydrogencarbonat, Sulfat, Chlorid und Nitrat) sowie auf Bromid zu beproben. Die Versenkung ist einzustellen, wenn das Grundwassermonitoring an den Trinkwassergewinnungsanlagen Ulstertal oder Meiselsgraben an drei aufeinanderfolgenden Monats-Messungen eine Chloridkonzentration ≥ 145 mg/l aufzeigt.

Eine weitere Versenkerlaubnis zur Fortführung der Versenkung nach dem 31.12.2021 wird gemäß dem Bescheid des RP Kassel nicht erteilt werden. Ergänzend hierzu wurden im Jahr 2017 von K+S im Rahmen des sogenannten „Umweltfriedens“ zur Beendigung der Rechtsstreitigkeiten außergerichtliche Vergleichsvereinbarungen mit der Gemeinde Gerstungen sowie dem BUND geschlossen. In der Vergleichsvereinbarung mit dem BUND hat sich das Unternehmen verpflichtet, auch nach Auslaufen der bis Ende 2021 geltenden Genehmigung keinen neuen Versenkantrag mehr zu stellen und verzichtet – eine normale Wasserführung der Werra vorausgesetzt – auf bis zu 1 Mio. m³/a des für die Jahre 2018 bis 2021 genehmigten Versenkvolumens (Tab. 5).

Tab. 5: Geplante Reduzierung der Versenkmengen von 2018 bis 2021

Jahr	Reduzierung um	Geplante Versenkmenge
2018	0,1 Mio. m ³ /a	1,4 Mio. m ³ /a
2019	0,2 Mio. m ³ /a	1,3 Mio. m ³ /a
2020	0,3 Mio. m ³ /a	1,2 Mio. m ³ /a
2021	0,4 Mio. m ³ /a	1,1 Mio. m ³ /a

Die vorstehenden Mengen orientieren sich an einem mittleren jährlichen Abfluss (MQ) der Werra am Pegel Gerstungen von 31,4 m³/s.

Die beiden Trinkwassergewinnungsanlagen Ulstertal und Meiselsgraben wurden gemäß der Nebenbestimmung 1 der Versenkerlaubnis des Regierungspräsidiums Kassel vom 23. Dezember 2016 intensiv überwacht. Bei den monatlich durchgeführten Analysen wurden die in der wasserrechtlichen Erlaubnis festgesetzten Konzentrationen von 145 mg/l Chlorid im Rohwasser im Jahr 2017 nicht überschritten. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Überwachung des Jahres 2017 für die Parameter Kalium, Magnesium und Chlorid dargestellt (Abb. 1 und Abb. 2).

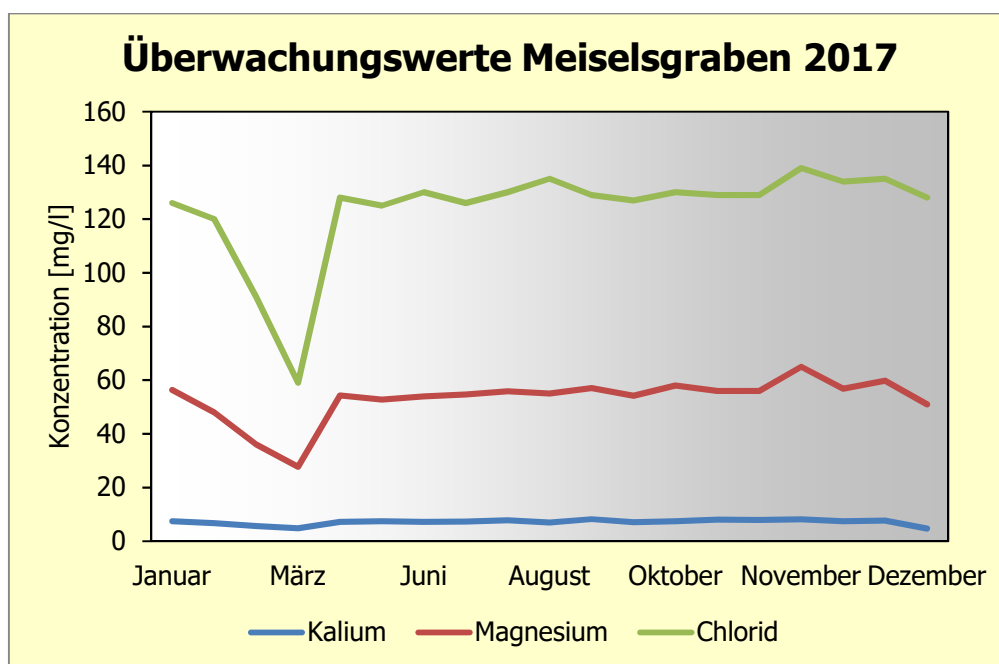


Abb. 1: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben im Jahr 2017

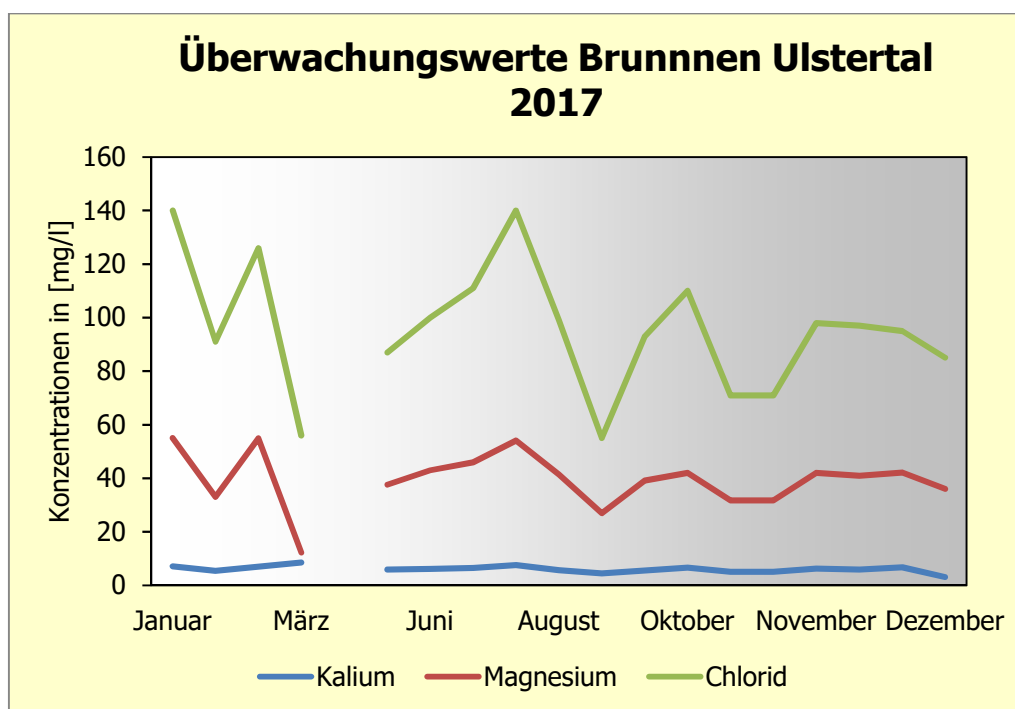


Abb. 2: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal im Jahr 2017

Im Hinblick auf die Entwicklung der diffusen Einträge im Umfeld der Versenkstandorte lässt sich folgendes feststellen:

2016 betrug die Versenkmenge in Hattorf 683.080 m³ und 2017 1.190.130 m³. Die mittlere Versenkmenge im Zeitraum 2013 bis 2015 betrug in Hattorf ca. 2,4 Mio. m³ sowie in Wintershall 1,1 Mio. m³ (Gesamtversenkmenge ca. 3,5 Mio. m³). Durch den Rückgang der Versenkmengen in Hattorf im Vergleich zur mittleren jährlichen Versenkmenge im Zeitraum 2013 bis 2015 und der Einstellung der Versenkung in Wintershall haben die diffusen Einträge an den relevanten Pegeln (Merkers, Vacha, Widdershausen und Gerstungen) weiter abgenommen.

2.7 Risikomanagement

In Kapitel 2.2 und 2.3 ist beschrieben, dass die festgesetzten Maßnahmen zum Teil noch nicht Stand der Technik sind bzw. sich noch im Versuchsstadium befinden. Daher können Risiken bei der Umsetzung z. B. im Hinblick auf technische Umsetzbarkeit, Materialverfügbarkeit oder Genehmigungsfähigkeit bestehen. Aus diesem Grund wurde in der Arbeitsgruppe Salzreduzierung vereinbart, ein Risikomanagement einzuführen, mit dem Ziel, bereits frühzeitig geeignete Gegenmaßnahmen oder Alternativstrategien zu entwickeln. Das Risikomanagement umfasst die Schritte Identifikation (welche Meilensteine sind zeitlich oder inhaltlich risikobehaftet), Analyse und Bewertung (wo liegen technische, ökonomische oder andere Risiken) und Handhabung bzw. Bewältigung (wie wird frühzeitig auf die Risiken seitens K+S reagiert).

Das Unternehmen hat daraufhin eine Übersicht der operativen und regulatorischen Risiken bei der Umsetzung des MNP Salz erstellt und geeignete Steuerungsmöglichkeiten zum Umgang mit dem jeweiligen Risiko benannt. Dazu wurden in einem ersten Schritt die Risiken mit konkretem Bezug zu den einzelnen Meilensteinen identifiziert. Dann erfolgte eine Bewertung des jeweiligen Risikos sowie die Darstellung frühzeitiger Maßnahmen zur Risikobewältigung z. B. durch noch einzuleitende oder bereits eingeleitete F+E-Vorhaben, eigene Entwicklungen seitens K+S oder die Einschaltung externer Dienstleister.

Diese Risikoübersicht wird regelmäßig fortgeschrieben und die Arbeitsgruppe Salzreduzierung über Änderungen informiert. Die Risikoübersicht ist in Anhang 10.2 dargestellt.

Nach aktueller Auffassung des Unternehmens ist die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt der im Einzelnen genannten Risiken bei der Haldenabdeckung und der Einstapelung unter Tage gering. Aufgrund der Inbetriebnahme der KKF-Anlage im Frühjahr 2018 bestehen hier keine Risiken mehr.

2.8 Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung

Tab. 6 gibt einen Überblick über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung bis Ende 2017 und vergleicht den Umsetzungsstand mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan.

Tab. 6: Vergleich des Umsetzungsstands mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan (FGG Weser, 2016b)

1. KKF-Anlage	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
	vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
1.1 Planung										
1.2 Genehmigung										
1.3 Bau										
1.4 Betrieb										
2. Haldenabdeckung	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
	vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
2.1 Lysimeterversuche										
2.2 Pilotprojekte										
2.3 Großversuch										
2.4 Regelbetrieb										

Umsetzungszeitraum gem. MNP Salz
 abgeschlossen ✓

fortlaufend nach 2027

im Zeitplan

Verzögert, Enddatum kann nicht gehalten werden

Verzögert ohne Gefahr des Enddatums
 ggf.

3. Einstapeln und Versatz		Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
		vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
3.1	Untersuchungen										
3.2	Planung und Genehmigung										
3.3	Umsetzung										
6. Einstellung der Versenkung		Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
		vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
6.1	Rechtliche fachliche Prüfung										
6.2	Versagung/Genehmigung der Übergangsregelung										
7. Einrichtung Arbeitsgruppe Umsetzungsprozess		Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
		vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
Umsetzungszeitraum gem. MNP Salz											
abgeschossen											
fortlaufend nach 2027											
im Zeitplan											
Verzögert, Enddatum kann nicht gehalten werden											
Verzögert ohne Gefahr des Enddatums											
ggf.											

8. F+E-Vorhaben	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
	vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
9. Monitoring	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
	vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027

Umsetzungszeitraum gem. MNP Salz		fortlaufend nach 2027		im Zeitplan		Verzögert ohne Gefahr des Enddatums	
abgeschossen	✓			Verzögert, Enddatum kann nicht gehalten werden		ggf.	

3 Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2017

Im Zielwertkonzept der FGG Weser (Anhang 10.4) wurden für die Pegel Gerstungen (Pegel an der Werra, der die Salzeinleitungen des Werkes „Werra“ überwacht) sowie für den Pegel Boffzen (Pegel an der Weser) für die nächsten Bewirtschaftungsperioden zu erreichende Zielwerte als 90-Perzentile für die Parameter Chlorid, Kalium und Magnesium vorgegeben, mit denen bzgl. der Salzbelastung der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potential in den Wasserkörpern der Weser bzw. der bestmögliche ökologische Zustand in den Wasserkörpern der Werra erreicht wird.



Abb. 3: Messstellen zur Überwachung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung. Die Farben markieren Wasserkörper im Verlauf von Werra und Weser

Mit der bis zum 31.12.2020 befristeten Erlaubnis zur Einleitung salzhaltiger Abwässer aus dem Werk Werra über die Einleitstelle am Standort Hattorf und die Einleitstelle am Standort Wintershall wurden am Pegel Gerstungen (Bescheid des Regierungspräsidiums Kassel vom 30.11.2015, Az. 31.1/Hef – 79 f 12 – 320/001) folgende Grenzwerte als Maximalwerte festgelegt:

- 90 °dH Gesamthärte
- 2.500 mg/l Chlorid
- 200 mg/l Kalium
- 340 mg/l Magnesium.

Die Einleitung der von der Erlaubnis umfassten Salzabwässer ist nach Menge und Konzentration so vorzunehmen, dass unter Berücksichtigung der Vorbelastung, der diffusen Einträge sowie der erlaubten Einleitung des Werks Neuhoof-Ellers die Grenzwerte nicht überschritten werden (24 h-Mischprobe).

Im Folgenden werden insbesondere die Pegel Gerstungen und Boffzen betrachtet. Die Messstation Gerstungen an der Werra liegt bei Fluss-km 137,8 und war von 1994 bis 2004 fester Bestandteil im Programm zur Qualitätsüberwachung Weser. Seit 2005 werden in Gerstungen nur noch die täglichen Überwachungen im Rahmen des Messprogramm Werra/Ulster auf die Salzparameter Chlorid, Magnesium, Kalium, Sulfat, Gesamthärte, Natrium und Calcium und die Untersuchungen gemäß Thüringer Monitoringprogramm (durch die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)) durchgeführt. Die für die Ermittlung von Stofftransporten benötigten Abflussdaten werden am Pegel Gerstungen ermittelt. Die vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) betriebene Messstation Boffzen an der Oberweser liegt bei Fluss-km 68,8. An dieser Stelle bestand bereits von 1982 bis 1997 eine Messstation, die zwischenzeitlich zu einer operativen Messstelle zurückgebaut wurde. Mitte 2016 wurde die Station neu eingerichtet und ist seit Oktober 2016 im Regelbetrieb. Die automatisch genommenen Proben werden hauptsächlich im Labor der Betriebsstelle Hannover-Hildesheim des NLWKN analysiert. Die für die Ermittlung von Stofftransporten benötigten Abflussdaten werden am Pegel Höxter ermittelt.

Zur Bewertung der Auswirkung der in Kapitel 2 beschriebenen Maßnahmen werden Salzabwassermengen, Frachten, Abflüsse und Salzkonzentrationen an ausgewählten Messstationen in den Oberflächengewässern (Abb. 3) ausgewertet. Im Folgenden werden exemplarisch die Auswertungen der Daten an den Pegeln Gerstungen und Boffzen (als Kontrollmessstellen) mit den Vorgaben des Zielwertkonzeptes verglichen, bei den unterhalb von Boffzen liegenden Messstellen sind die Salzkonzentrationen aufgrund des höheren Abflusses niedriger.

3.1 Hydrologie

3.1.1 Abflussverhältnisse Werra

Die Abflussdaten des Pegels Gerstungen werden im Rahmen des „Werra/Ulster-Messprogramms“ von der zuständigen hessischen Behörde zur Verfügung gestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um vorläufige Daten handelt, die noch einer nachträglichen Prüfung und Korrektur unterzogen werden. Die endgültigen Daten werden in der Regel 3 Jahre später u. a. im Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch veröffentlicht.

Das Abflussgeschehen der Werra ist geprägt von abflussarmen Sommer- und Herbstperioden sowie von Hochwässern, die zum dominierenden Teil aus der Schneeschmelze resultieren. Hochwässer aus sommerlichen Starkregenereignissen treten oftmals nur sehr lokal begrenzt auf. Am Pegel Gerstungen lag nach zwei sehr trockenen Jahren 2015 und 2016 die Abflusssumme 2017 erneut deutlich unter dem langjährigen Mittel (2000 bis 2015), obwohl im Jahr mehrere Hochwassersituationen eintraten.

Im gesamten 2. Halbjahr 2017 lagen dagegen die monatlichen Abflüsse deutlich, z. T. etwa um das Doppelte (Hochwasser im Juli und August und im Dezember) über dem langjährigen Mittel (Abb. 4). In 2016 wurde das langjährige Mittel nur im Februar deutlich (Hochwasser), sowie im Juni und Juli wenig überschritten.

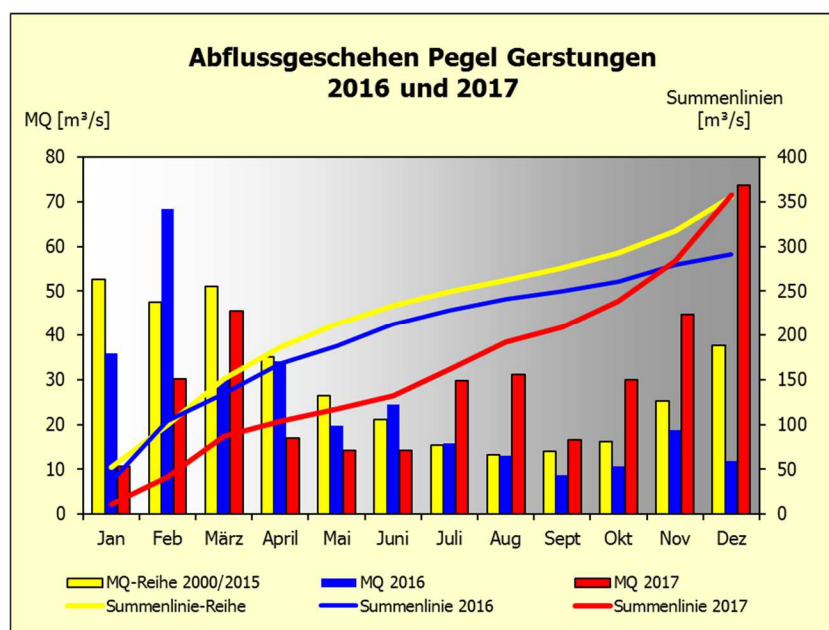


Abb. 4: Vergleich der mittleren Abflüsse 2016 und 2017 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Gerstungen/Werra

3.1.2 Abflussverhältnisse Weser

Die Abflussdaten des Weserpegels Hörter werden vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden zur Verfügung gestellt. Die Abflussdaten von Boffzen werden mit einem entsprechenden Faktor aus den Abflussdaten des Pegels Hörter abgeleitet.

Das Abflussgeschehen in der Weser ist in den meisten Jahren durch hohe Abflüsse im Winter und eine Niedrigwasserperiode von Juni bis Oktober gekennzeichnet. Dies zeigen auch die Abflusswerte des Pegels Boffzen (Abb. 5). Ebenso wie die Werra zeigte die Weser in der Summe für das Jahr 2017 geringere Abflüsse als im langjährigen Mittel (2000 bis 2015).

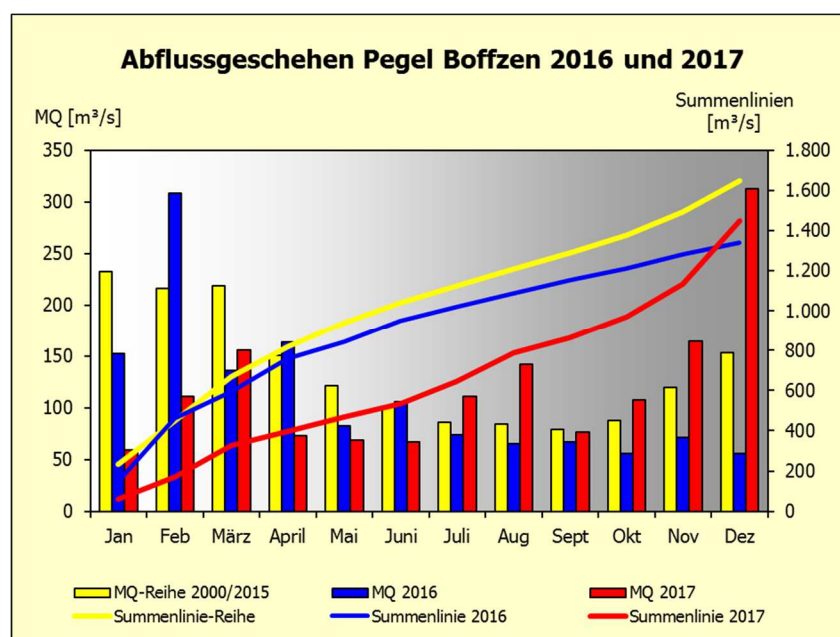


Abb. 5: Vergleich der mittleren Abflüsse 2016 und 2017 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Hörter

3.2 Rohsalzverarbeitung

Im Werk Werra und im Werk Neuhoof-Ellers wurden im Jahr 2017 in Summe rund 22,2 Mio. t Rohsalz in den Fabrikbetrieben verarbeitet. Diese Menge liegt rund 22 % über der Verarbeitungsmenge des Jahres 2016, in dem aufgrund der eingeschränkten Möglichkeit der Salzabwasserentsorgung nur rund 17,6 Mio. t Rohsalz verarbeitet werden konnten. Die Verarbeitungsmenge im Jahr 2017 erreicht damit fast den Wert aus dem Jahr 2015, liegt aber aufgrund von Stillständen der Fabrik Hattorf im Februar, bedingt durch eine sehr geringe Wasserführung der Werra zu Beginn des Jahres 2017, leicht darunter.

Bei der Rohsalzzusammensetzung bzgl. Kaliumchlorid (KCl), Magnesiumchlorid ($MgCl_2$), Magnesiumsulfat ($MgSO_4$) und Natriumchlorid (NaCl) traten geringfügige Änderungen ein. So gingen die Wertstoffgehalte an KCl und $MgSO_4$ leicht zurück und die nicht weiter verwertbaren Bestandteile NaCl und $MgCl_2$ nahmen entsprechend zu. In der Tab. 7 sind die Verarbeitungsmenge sowie die Zusammensetzung dargestellt.

Tab. 7: Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 - 2017

		2015	2016	2017
Menge	t	22.940.600	17.571.600	22.157.820
Kaliumchlorid	%	15,3	15,7	15,0
Magnesiumchlorid	%	1,2	1,0	1,3
Magnesiumsulfat	%	11,2	12,1	11,7
Natriumchlorid	%	67,8	66,6	67,8

3.3 Entsorgung der festen Rückstände

Aufgrund der im Jahr 2017 wieder deutlich erhöhten Rohsalzverarbeitung stiegen die im Jahr 2017 zu entsorgenden Mengen an festen Rückstandssalzen ebenfalls an. Wurden im Jahr 2016 rund 13,6 Mio. t feste Rückstände unter Tage versetzt bzw. über Tage aufgehaldet, so waren es im Jahr 2017 rund 17,5 Mio. t. Dies entspricht in etwa der Menge aus dem Jahr 2015. Die Zusammensetzung der Rückstände änderte sich dagegen kaum. Für beide Jahre liegt der Anteil der festen Rückstände am Gesamtrückstand, also auch bezogen auf die im Salzabwasser gelöste Salzmenge, mit rund 88 % sehr hoch und verdeutlicht, dass die überwiegende Menge der Rückstände als feste Rückstände entsorgt wird und nicht mehr, wie in früheren Jahrzehnten überwiegend in Form von Salzabwasser.

Die Zusammensetzung des Gesamtrückstands ist im Vergleich mit dem Jahr 2016 praktisch unverändert und zeigt, dass der überwiegende Anteil mit mehr als 85 % des Rückstandssalzes aus Natriumchlorid besteht. In der Tab. 8 sind die Gesamtrückstandsmenge sowie die Salzzusammensetzung der Jahre 2015, 2016 und 2017 gegenübergestellt.

Tab. 8: Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 - 2017

		2015	2016	2017
Menge ¹	t	17.742.700	13.597.500	17.471.000
Kaliumchlorid	%	1,6	1,6	1,6
Magnesiumchlorid	%	0,3	0,3	0,3
Magnesiumsulfat	%	5,0	5,3	5,1
Natriumchlorid	%	85,6	85,2	85,6

¹ Ohne die Menge an SELMA-Ton in Neuhoof-Ellers

3.4 Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung

3.4.1 Salzabwassermengen

Im Jahr 2017 fielen in Summe rund 6,3 Mio. m³ an Salzabwasser (Prozessabwasser und Haldenwasser) an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2016 mit einer Salzabwassermenge von 5,2 Mio. m³ rund 1,1 Mio. m³ mehr. Die Erhöhung der Salzabwassermenge im Vergleich zum Jahr 2016 resultiert aus den vermiedenen Stillständen der Fabriken Hattorf und Unterbreizbach sowie der sich daraus ergebenden höheren Rohsalzverarbeitung. Die Menge an Haldenwasser lag im Jahr 2017 etwa auf dem Niveau des Jahres 2016.

Vergleicht man die Prozessabwassermenge des Jahres 2017 mit der Prozessabwassermenge des Jahres 2015, in dem von einer regulären Rohsalzverarbeitung ausgegangen werden kann, so wird deutlich, dass im 2017 rund 0,8 Mio. m³ Prozessabwasser weniger angefallen sind. Dies liegt zum überwiegenden Teil am Wirksamwerden der Prozessabwassereinsparung durch die Flotation in Wintershall und im geringeren Umfang am Stillstand der Fabrik Hattorf im Februar 2017.

In der Tab. 9 sind zudem die sogenannten Überhänge in den Becken ausgewiesen. Im Jahr 2016 konnten nicht die gesamten Mengen an Prozessabwasser und Haldenwasser über die Einleitung in die Werra und die Versenkung entsorgt werden. Am Ende des Jahres 2016 befanden sich daher noch rund 0,192 Mio. m³ in den Becken. Diese Menge konnte dann im Jahr 2017 neben den anfallenden Salzabwässern in die Werra eingeleitet werden.

Tab. 9: Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser

		2015	2016	2017
Haldenwasser	Mio. m ³	2,181	2,318	2,255
Prozessabwasser	Mio. m ³	4,802	2,885	4,039
Summe	Mio. m ³	6,983	5,203	6,294
Beckenüberhang aus dem Vorjahr	Mio. m ³	0	0	0,192
Entsorgte Menge	Mio. m ³	6,983	5,011	6,486

In den Zahlen der Tab. 9 sind die Mengen an Prozesslösungen von rund 129.000 m³, die vom Standort Unterbreizbach in die Grube Springen eingebracht wurden, nicht mit enthalten. Bei diesen Mengen handelt es sich um keine Salzabwässer, die einer Entsorgung zugeführt wurden.

Für die Entsorgung der Salzabwässer wurden in den Jahren 2015 und 2016 die Einleitung in die Werra sowie die Versenkung in den Plattendolomit genutzt. Im Jahr 2015 konnten Anteile der Haldenwässer von Hattorf und Wintershall noch versenkt werden. Eine Versenkung von Haldenwässern ist im Rahmen der aktuellen Versenkerlaubnis nicht beantragt und somit auch nicht zugelassen worden.

Aufgrund des höheren mittleren Jahresdurchflusses der Werra am Pegel Gerstungen im Jahr 2017 mit 29,6 m³/s (MQ) konnten im Vergleich zum Jahr 2016 bei einem mittleren Jahresdurchfluss von 24,1 m³/s (MQ) etwas mehr als 230.000 m³ in die Werra eingeleitet werden. In beiden Jahren lag aber der Durchfluss der Werra am Pegel Gerstungen deutlich unterhalb des Wertes für das langjährige Mittel, das bei 30,8 m³/s liegt.

Im Jahr 2017 wurden im Rahmen der zeitlich begrenzten Sofortmaßnahmen in Summe rund 736.000 m³ Salzabwasser per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben und Gaskavernen transportiert. Der Anteil an transportiertem Haldenwasser lag bei ca. 30 %.

In der Tab. 10 sind die Einleitmengen in die Werra, die Versenkmengen in den Plattendolomit sowie die zu leeren Gruben oder Gaskavernen transportierten Salzabwassermengen für die Jahre 2015, 2016 und 2017 dargestellt.

Tab. 10: In die Werra eingeleitete sowie versenkte Salzabwassermengen

		2015	2016	2017
Einleitung Werra	Mio. m ³	3,508	4,328	4,560
Versenkung	Mio. m ³	3,475	0,683	1,190
Transport	Mio. m ³	0	0	0,736
Summe	Mio. m ³	6,983	5,011	6,486

In Tab. 11 und Tab. 12 sind die Salzfrachten und deren Zusammensetzung, die in den Jahren 2015 bis 2017 entsorgt worden sind, zusammengestellt.

Tab. 11: In die Werra eingeleitete Salzfrachten und deren Zusammensetzung

		2015	2016	2017
Menge	t	1.195.300	1.454.500	1.505.300
Kaliumchlorid	%	14,4	14,1	15,4
Magnesiumchlorid	%	23,4	22,7	23,8
Magnesiumsulfat	%	23,1	22,9	22,2
Natriumchlorid	%	38,7	40,3	38,6

Tab. 12: Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung

		2015	2016	2017
Menge	t	1.289.300	283.330	454.410
Kaliumchlorid	%	17,9	19,4	19,6
Magnesiumchlorid	%	33,7	34,0	38,9
Magnesiumsulfat	%	20,8	19,2	19,7
Natriumchlorid	%	27,7	27,5	21,8

Ein Vergleich der Zusammensetzungen der in die Werra eingeleiteten und in den Plattendolomit versenkten Salzabwässer zeigt, dass es insbesondere beim Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid und Natriumchlorid erkennbare Unterschiede gibt. Der höhere Anteil an Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid in den versenkten Salzabwässern im Vergleich zu den eingeleiteten Salzabwässern resultiert aus dem Umstand, dass vornehmlich Prozessabwässer versenkt statt eingeleitet werden und diese im Vergleich zu den Haldenwässern höhere Gehalte an Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid aufweisen.

3.4.2 Entwicklung des spezifischen Salzabwasseranfalls

Die Abb. 6 stellt die Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, der Einleitungsmengen in die Werra, der Versenkmengen und des spezifischen Salzabwasseranfalls seit dem Jahr 2000 dar. Durch die Umsetzung eines umfangreichen Maßnahmenpaketes konnte der spezifische (Produktions-) Abwasseranfall reduziert werden und hat sich von rund 0,6 m³/t Rohsalzförderung im Jahr 2000 auf < 0,3 m³/t Rohsalzförderung im Jahr 2017 verringert.

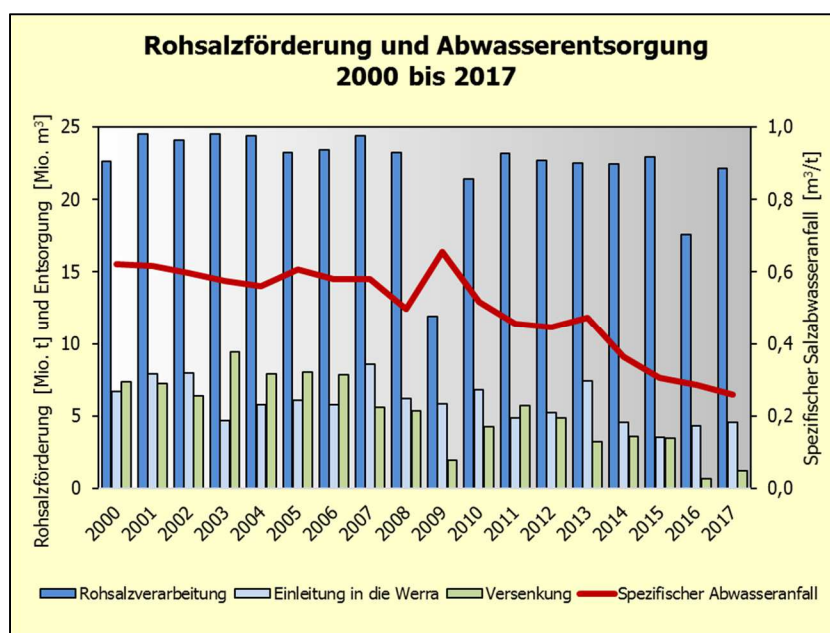


Abb. 6: Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung und des spezifischen Salzabwasseranfalls

3.4.3 Chlorid-, Kalium- und Magnesiumbilanzen

Insgesamt unterscheidet man folgende unterschiedliche Salzabwassereinleitungen:

- produktionsbedingte Siel- und Kühlwässer,
- Prozessabwässer,
- Haldenwässer,
- Grubenwasser,
- Salzwasserrückförderungen aus dem Plattendolomit und
- oberflächennahe Grundwasserhaltung.

Dabei tragen Prozessabwässer und Haldenwässer hauptsächlich zur Gesamtmineralisierung der Werra am Pegel Gerstungen bei. Die Siel- und Kühlwässer, die beim Betrieb der Aufbereitungsanlagen anfallen, das Grubenwasser der Grube Springen, die Salzwasserrückförderung aus dem Plattendolomit, die seit 2011 nicht mehr stattfindet, sowie die oberflächennahe Grundwasserhaltung zur Entgegenwirkung der oberflächennahen Versalzung von Wiesen und Gärten spielen eine vernachlässigbare Rolle.

Anhand einer Bilanzierung auf Basis der Jahresdaten von Konzentrationen und Abflüssen können die diffusen Einträge abgeschätzt werden. Dazu werden von den ermittelten Frachten am Pegel Gerstungen alle Einleitungen, außer denen der oberflächennahen Grundwasserhaltung, abgezogen. Diese Einleitung wird den diffusen Einträgen zugerechnet, weil sie auch ohne das gezielte Fassen und Einleiten in die Werra eintreten würde.

Die Chloridfracht am Pegel Gerstungen lag im Jahr 2017 um rund 40.000 t über der des Vorjahres (

Tab. 13). Dies war eine Folge der etwas höheren Wasserführung der Werra im Jahr 2017. Zusammen mit den eingeleiteten Kühl- und Sielwässern machen die eingeleiteten Chloridfrachten, bestehend aus Halden- und Prozessabwasser, rund 73 % der gesamten Chloridfracht am Pegel Gerstungen aus.

Den zweitgrößten Anteil haben die so genannten diffusen Chlorideinträge. Im Vergleich zum Jahr 2016 sind die diffusen Chlorideinträge in 2017 um rund 7.000 t zurückgegangen.

Die Vorlast von Werra (Messstelle Unterrohn) und Ulster (Messstelle Räsa), sowie die Einleitung des Grubenwassers Springen haben zusammen einen Anteil von rund 5% an der Chloridfracht am Pegel Gerstungen.

Tab. 13: Chloridbilanz für den Pegel Gerstungen

	2016		2017	
	Menge [t]	Anteil, ger. [%]	Menge [t]	Anteil, ger. [%]
Gerstungen	1.057.859	100	1.095.537	100
Kühl- und Sielwasser	53.691	5,1	64.186	5,9
Salzabwasser	699.357	66,1	729.210	66,6
Grubenwasser	19.888	1,9	16.694	1,5
Vorlast Unterrohn	39.737	3,8	46.683	4,3
Vorlast Räsa	2.314	0,2	2.525	0,2
Diffuse Einträge	242.872	23,0	236.239	21,6

Bei der Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen zeigt sich ein etwas anderes Bild (Tab. 14). Rund 95 % der Kaliumfracht am Pegel Gerstungen resultiert aus den Einleitungen der Salzabwässer und der Kühl- und Sielwässer. Die anderen Eintragspfade spielen dagegen keine signifikante Rolle. Dies gilt auch für den diffusen Kaliumeintrag, der mit rund 3 % deutlich unter dem Anteil des diffusen Chlorideintrags liegt.

Tab. 14: Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen

	2016		2017	
	Menge [t]	Anteil, ger. [%]	Menge [t]	Anteil, ger. [%]
Gerstungen	124.376	100	141.726	100
Kühl- und Sielwasser	10.131	8,1	12.698	9,0
Salzabwasser	107.756	86,6	121.482	85,7
Grubenwasser	650	0,5	546	0,4
Vorlast Unterrohn	1.907	1,5	2.557	1,8
Vorlast Räsa	303	0,2	410	0,3
Diffuse Einträge	3.629	2,9	4.033	2,8

Der Anteil der Magnesiumfracht, der durch die Siel- und Kühlwasser sowie die Salzabwassereinleitungen hervorgerufen wird, liegt mit 89% nicht so hoch wie bei der Kaliumfracht (Tab. 15). Aber auch bei der Magnesiumfracht ist erkennbar, dass es neben der Salzabwassereinleitung keine größeren Anteile durch andere Eintragspfade gibt. Die diffusen Einträge machen im Vergleich zum diffusen Chloridanteil nur etwa ein Drittel von dessen Wert aus.

Tab. 15: Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen

	2016		2017	
	Menge [t]	Anteil, ger. [%]	Menge [t]	Anteil, ger. [%]
Gerstungen	185.531	100	194.282	100
Kühl- und Sielwasser	11.972	6,5	14.345	7,4
Salzabwasser	151.481	81,6	159.155	81,9
Grubenwasser	194	0,1	163	0,1
Vorlast Unterrohn	6.080	3,3	6.887	3,5
Vorlast Räsa	1.771	1,0	1.964	1,0
Diffuse Einträge	14.033	7,6	11.771	6,1

3.5 Salzfrachten und -konzentrationen 2017

Wie bereits dargestellt, setzt sich die Salzfracht der Werra und Weser aus den direkten Einleitungen von Salzabwässern und diffusen Einträgen zusammen. Da die direkten Salzeinleitungen unter Einhaltung der festgelegten Grenzwerte abflussabhängig erfolgt, zeigt sich sowohl am Pegel Gerstungen als auch am Pegel Boffzen ein deutlicher Zusammenhang zwischen den täglichen Frachten und der Abflussganglinie.

3.5.1 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Gerstungen 2017

Die hier dargestellten Ergebnisse der behördlichen Überwachung unterscheiden sich teilweise von den Messdaten aus der Eigenüberwachung von K+S. Das Regierungspräsidium Kassel und K+S haben 2017 die Vorgehensweise bei der Analytik der Salzabwässer überprüft. Daher werden die Ergebnisse ab dem Jahr 2018 besser übereinstimmen.

Chlorid

Die täglichen Frachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2017 von minimal 139 t/d bis maximal 11.471 t/d (Abb. 7). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 1,1 Mio. t Chlorid.

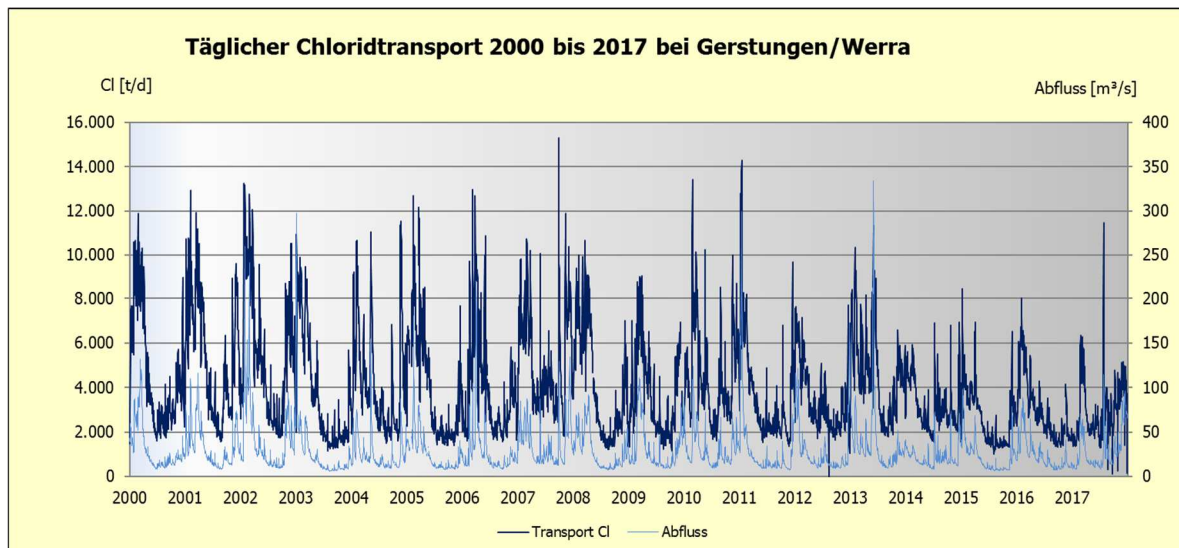


Abb. 7: Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017

Die Tagesmittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 29 mg/l und maximal 2.280 mg/l. (Abb. 8). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Chlorid von 1.910 mg/l. Somit wird, wie auch schon in den Jahren 2015 und 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 2.310 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 2.500 mg/l wurde in 2017 nicht überschritten und wird, mit einer Ausnahme, seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) eingehalten. Dabei ist zu beachten, dass es in der Vergangenheit in Zeiten geringer Durchflüsse am Pegel Gerstungen allein schon durch die diffusen Einträge zum Erreichen oder Überschreiten des Chlorid-Grenzwertes kam.

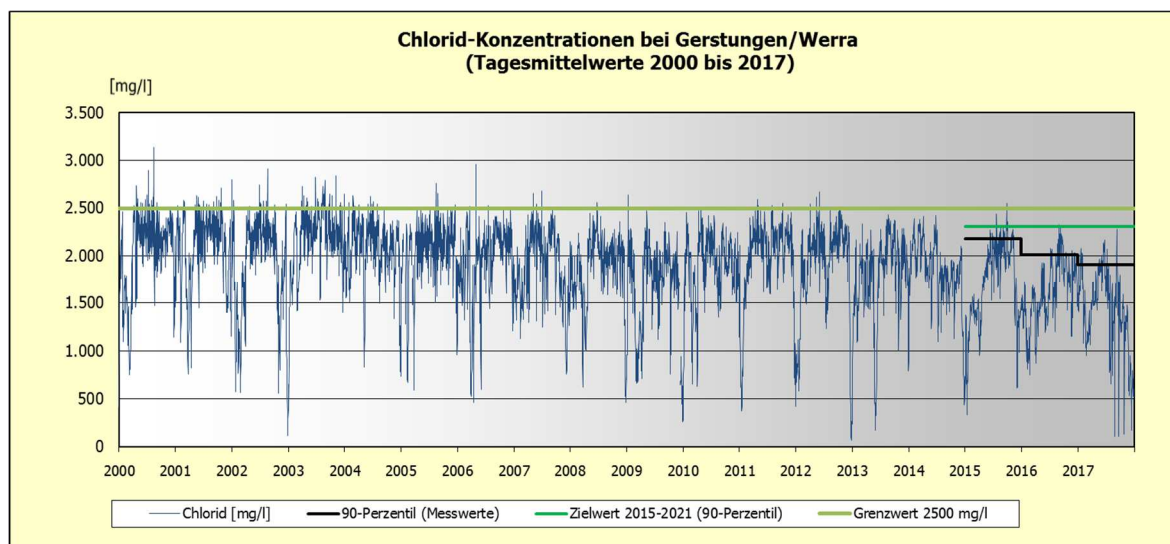


Abb. 8: Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017

Magnesium

Die täglichen Magnesiumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2017 von minimal 181 t/d bis maximal 2.240 t/d (Abb. 9). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,2 Mio. t Magnesium.

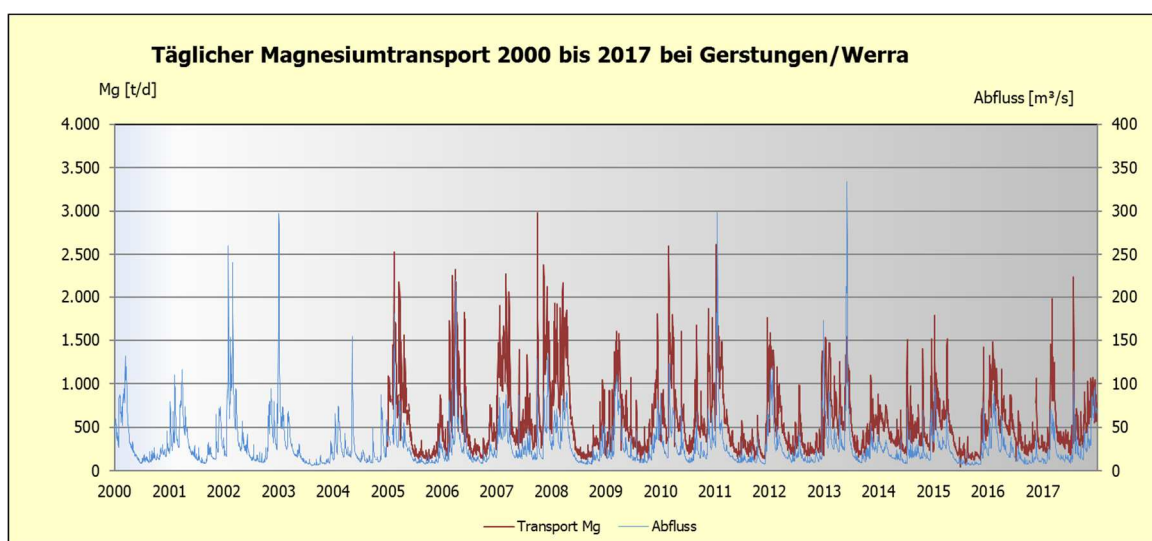


Abb. 9: Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017

Die Tagesmittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 72 mg/l und maximal 520 mg/l. (Abb. 10). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Magnesium von 294 mg/l. Somit wird, wie auch schon 2015, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 310 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 340 mg/l wurde in 2017 nur einmal überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) zu einigen wenigen Überschreitungen.

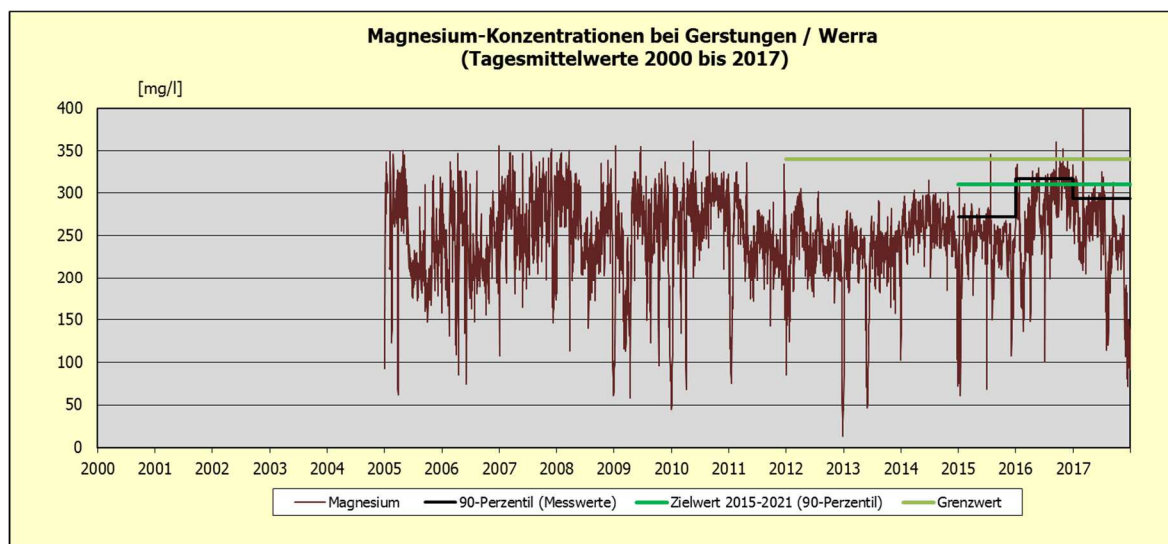


Abb. 10: Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017

Kalium

Die täglichen Kaliumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2017 von minimal 99 t/d bis maximal 1.704 t/d (Abb. 11). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,14 Mio. t Kalium.

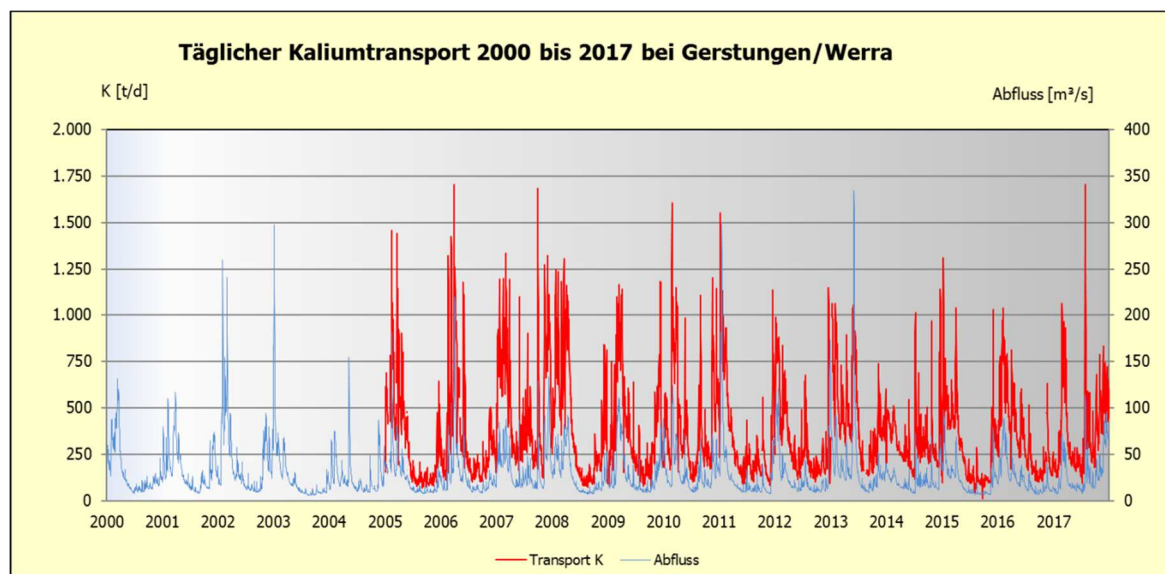


Abb. 11: Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017

Die Tagesmittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 48 mg/l und maximal 218 mg/l. (Abb. 12). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Kalium von 187 mg/l. Somit wird, wie auch schon 2015, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 195 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 200 mg/l wurde in 2017 einmal überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) häufiger zu Überschreitungen, mit abnehmender Tendenz.

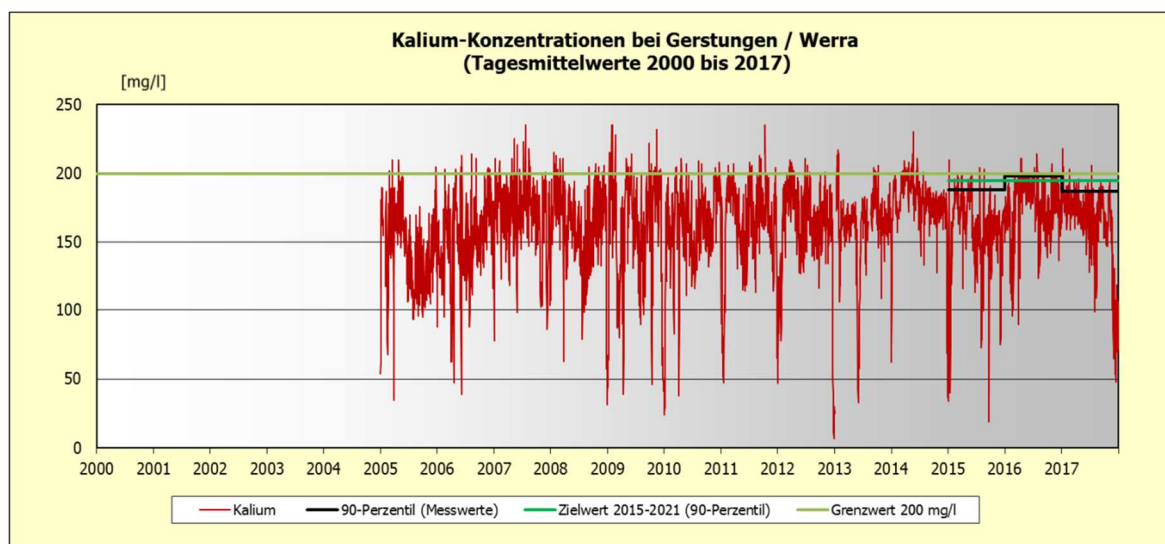


Abb. 12: Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017

3.5.2 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2017

Das Programm zur **Qualitätsüberwachung Weser** umfasst neben Chlorid auch die Ionen Sulfat, Kalium, Natrium, Magnesium und Calcium. Gemessen werden die Ionen in den 14-Tages-Mischproben an ausgewählten Messstellen.

Grafische Darstellungen, analog der Abb. 7 bis Abb. 12 für den Pegel Gerstungen, sind aufgrund einer abweichenden Datenlage für den Pegel Boffzen für das Berichtsjahr 2017 nicht möglich. Boffzen wurde erst im Laufe des Jahres 2016 wieder als automatische Messstation in Betrieb genommen (s. Kap. 3). Deshalb konnten die 14-Tagesmittelwerte für Chlorid, Kalium und Magnesium erst ab Mai 2016 erhoben werden. Tageswerte werden voraussichtlich erst ab Mitte 2018 erhoben. Daten für die Jahre 2000 bis 2015 stehen nur als monatliche Einzelwerte zur Verfügung. Daher wurden die Grafiken zu den Salzkonzentrationen und –frachten auf Basis von 14-Tagesmittelwerten erstellt. Auf eine Darstellung der 90-Perzentile wurde verzichtet.

Chlorid

Die 14-tägigen Chloridfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2017 von minimal 1.947 t/d bis maximal 6.378 t/d und lagen damit insgesamt höher als 2016, bedingt durch mehrere Abflussspitzen im Verlauf des Jahres (Abb. 13).

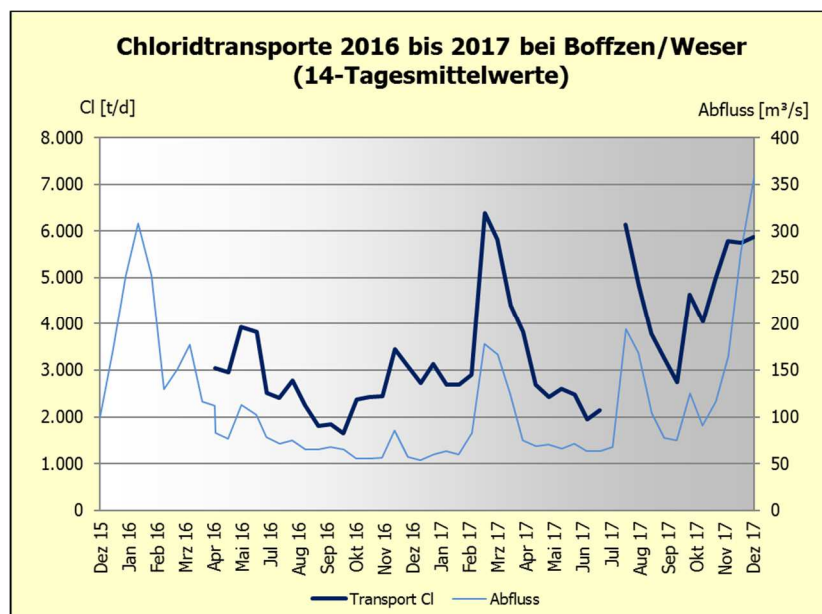


Abb. 13: 14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2017

Die 14-Tages-Mittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 190 mg/l und maximal 607 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 424 mg/l leicht über dem Mittelwert von 397 mg/l des Vorjahres (Abb. 14).

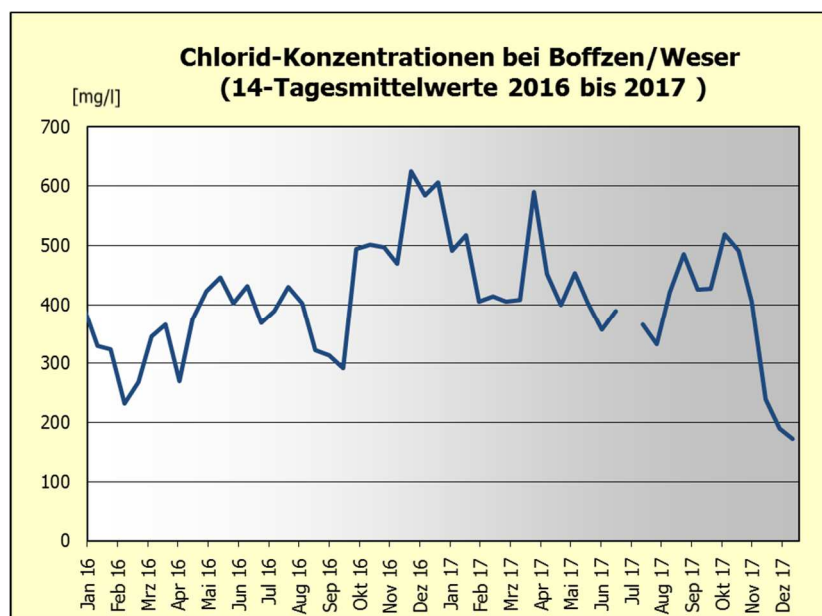


Abb. 14: Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte für das Jahr 2016 bis 2017

Magnesium

Die 14-tägigen Magnesiumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2017 von minimal 316 t/d bis maximal 1.297 t/d und lagen damit insgesamt höher als 2016, bedingt durch mehrere Abflussspitzen im Verlauf des Jahres (Abb. 15).

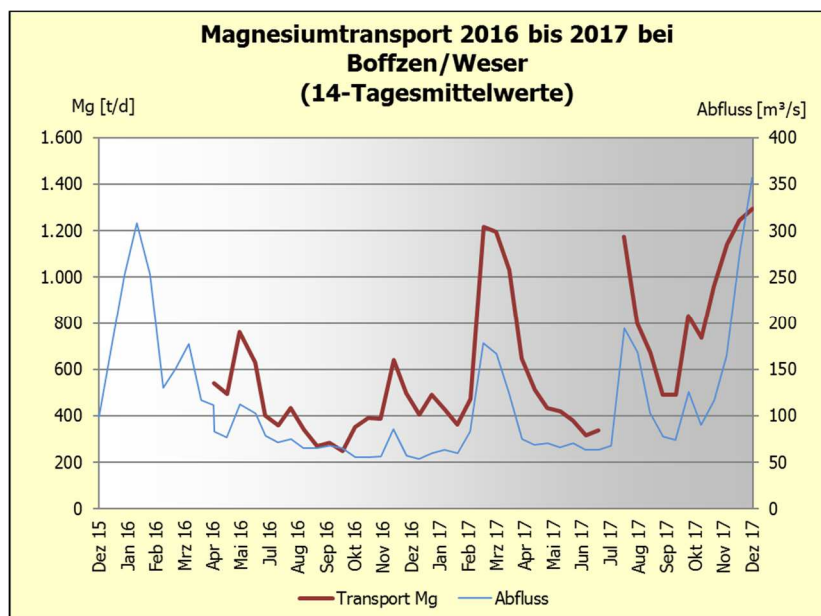


Abb. 15: 14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2017

Die 14-Tages-Mittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 42 mg/l und maximal 100 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 72 mg/l leicht über dem Mittelwert von 68 mg/l des Vorjahres (Abb. 16).

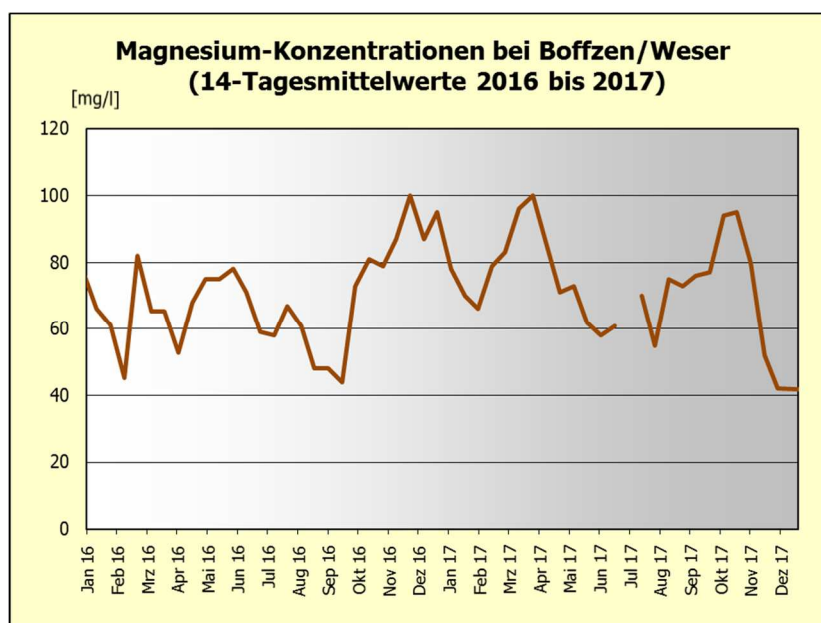


Abb. 16: Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte 2016 bis 2017

Kalium

Die 14-tägigen Kaliumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2017 von minimal 169 t/d bis maximal 938 t/d und lagen damit insgesamt höher als 2016, bedingt durch mehrere Abflussspitzen im Verlauf des Jahres (Abb. 17).

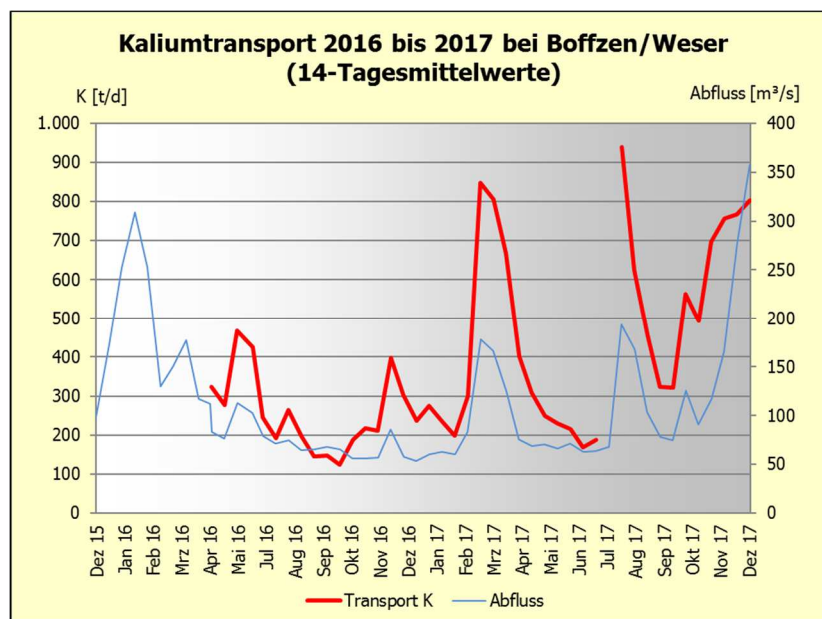


Abb. 17: Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2017

Die 14-Tages-Mittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2017 zwischen minimal 26 mg/l und maximal 69 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 47 mg/l leicht über dem Mittelwert von 40 mg/l des Vorjahres (Abb. 18).

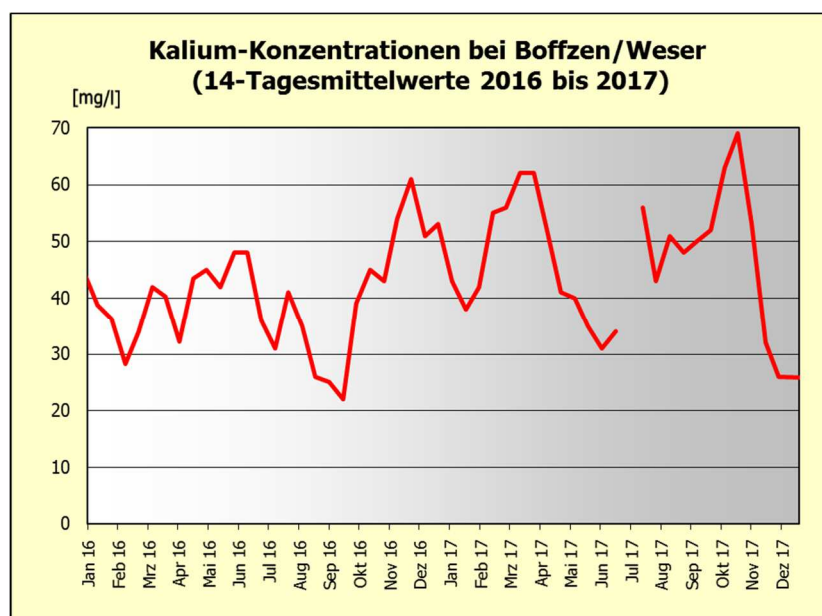


Abb. 18: Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte 2016 bis 2017

3.5.3 Monatliche Frachten an den Messstellen an Werra und Ulster

Seit Ende 2005 erfolgt die Überwachung der Auswirkungen der Salzabwassereinleitungen in Werra und Ulster an 7 festgelegten Kontroll- und Messstellen, fünf an der Werra und zwei an der Ulster, auf Grund behördlicher Auflagen im Rahmen der **Eigenüberwachung von K+S** (ehemals Werra/Ulster-Messprogramm) (Abb. 19).

An den Messstellen Unterbreizbach und Unterrohn erfolgt eine tägliche Stichprobe, an den anderen Messstellen wird jeweils eine tägliche 24-h-Mischprobe entnommen. Besondere Bedeutung kommt der Messstelle Gerstungen zu. Bis dort sind alle Abwässer der Kaliindustrie eingeleitet und im Wasserkörper der Werra vollständig durchmischt. Auch die diffusen Einträge von stark salzhaltigem Wasser, überwiegend eine Folge der Versenkung von Produktionsabwässern in den Untergrund, sind an dieser Messstelle zum größten Teil enthalten. Es werden die Kenngrößen Chlorid, Calcium, Härte, Magnesium, Kalium, Natrium und Sulfat untersucht. Die Durchflussdaten von Unterbreizbach, Philippsthal, Vacha und Gerstungen werden von den zuständigen Behörden in Hessen und Thüringen ermittelt und zur Verfügung gestellt. Die Durchflüsse der übrigen Messstellen werden über entsprechende Faktoren aus den gemessenen Durchflüssen in Vacha und Gerstungen abgeleitet.

In den Abb. 20 bis 22 sind die monatlichen Transporte der Salzionen für den Zeitraum 2000 bis 2017 an ausgewählten Messstellen an Werra und Ulster dargestellt. Die Ermittlung von Transporten und Frachten an den dargestellten Messstellen an Werra und Ulster ist auf Grund der verwendeten vorläufigen Durchflussdaten und der errechneten Durchflussdaten bei Messstellen ohne direkte Messung, mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Die Abbildungen zeigen deutlich den Unterschied zwischen den von Salzabwassereinleitungen unbeeinflussten, nur geogen belasteten Messstellen Räsa, Unterrohn und Merkers und den Messstellen Widershausen und Gerstungen, an denen die Transporte, beeinflusst durch die industriellen Einleitungen der Kaliwerke und die diffusen Einträge (größtenteils anthropogenen Ursprungs), deutlich höher liegen und entsprechend den Abflussmengen stark schwanken. Seit Ende 2012 werden in Thüringen keine Salzabwässer mehr in Oberflächenwasser eingeleitet. Somit ist auch die Messstelle Vacha seit Ende 2012 nur noch geogen belastet.

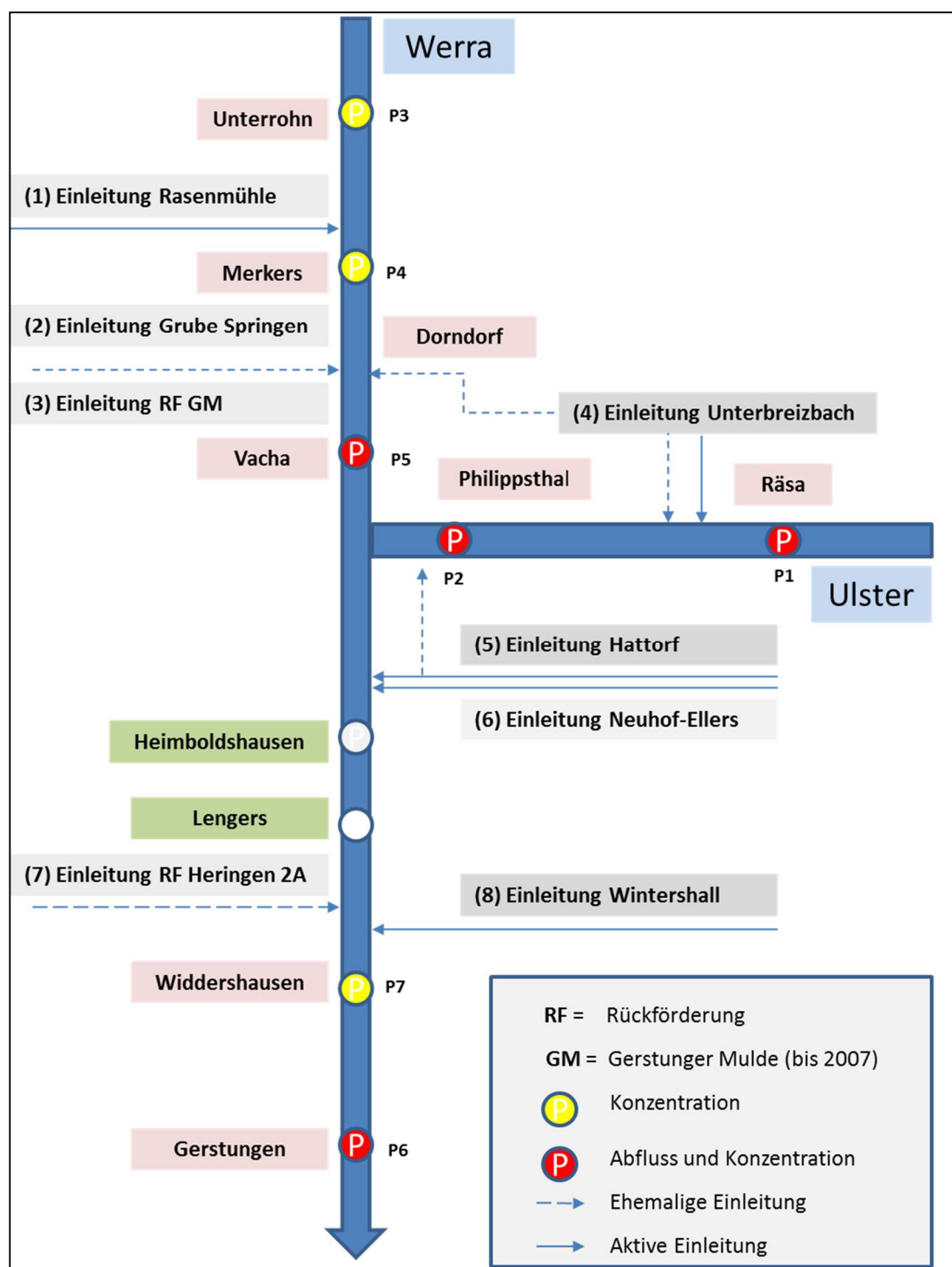


Abb. 19: Schema der Eigenkontrollstellen der K+S

Durch die Maßnahmen des Investitionsprogramms von K+S ist die Einleitung der flüssigen Rückstände aus der Kaliproduktion an allen Standorten im Werrarevier bis 2015 gegenüber 2006 schrittweise halbiert worden. Dieser Rückgang zeigt sich bei den Transporten aller drei Salzkomponenten Chlorid, Magnesium und Kalium.

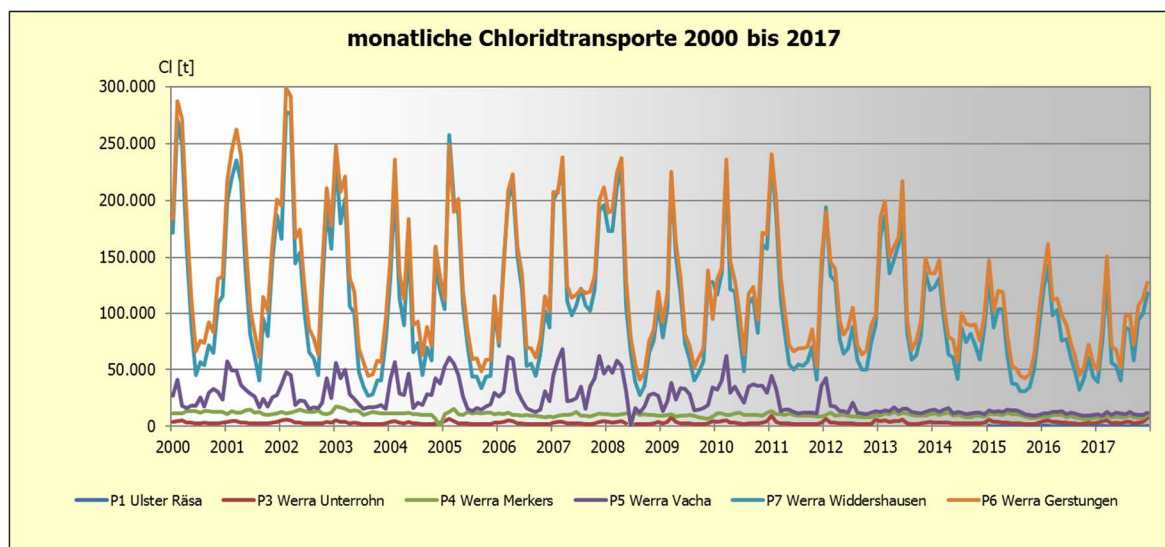


Abb. 20: Chloridtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

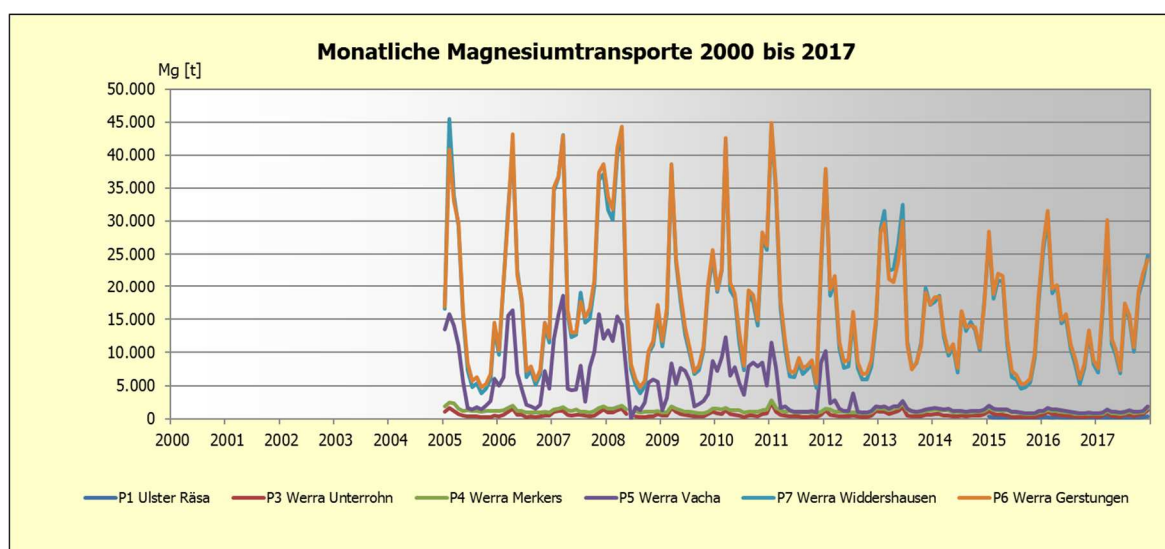


Abb. 21: Magnesiumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

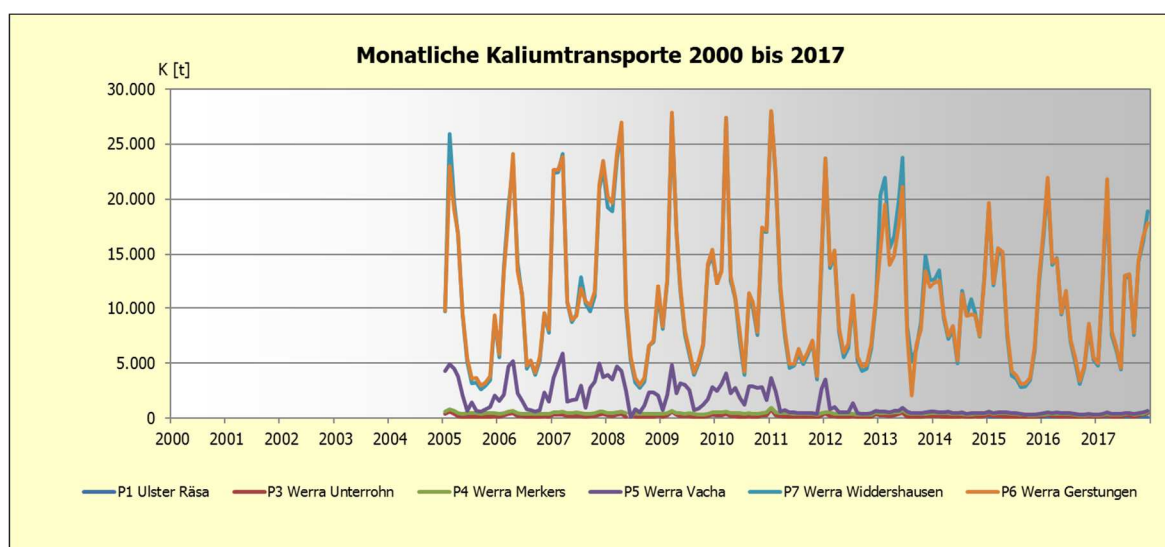


Abb. 22: Kaliumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

3.6 Grundwassermonitoring

Der für den chemischen Zustand des Grundwassers bezüglich der Salzbelastung national festgelegte Schwellenwert von 250 mg/l Chlorid (Grundwasserverordnung, aus dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung abgeleitet) kommt infolge der im gesamten Werra-Kaligebiet deutlich erhöhten geogenen Hintergrundwerte für Chlorid und für die übrigen kaliabwasserrelevanten Stoffe nicht zur Einstufung des chemischen Zustands zur Anwendung. Da infolge der komplexen Hydrogeologie und einer extrem hohen räumlichen Variabilität der geogenen Hintergrundwerte die Einstufung des chemischen Zustandes mittels eines auf die Höhe des geogenen Hintergrunds erhöhten Schwellenwertes (§ 5 Abs. 2 der Grundwasserverordnung (GrwV) in der Fassung vom 09. November 2010, BGBl. I S. 1513) auch nicht möglich ist, wird die „anthropogene Belastung“ zum Maß genommen (vgl. § 1 Nr. 2 GrwV bzgl. der Begriffsbestimmung „Hintergrundwert“). Eine solche anthropogene Beeinflussung des Grundwassers im jeweiligen Grundwasserkörper durch die Salzabwasserversenkung liegt dann vor, wenn folgendes gilt:

1. Unterschreitung des Ionenverhältnisses von $\text{Ca/Mg} \leq 1:0,61$ (aus mg/l berechnet) und gleichzeitig der Magnesiumwerte $> 50 \text{ mg/l}$, zeigt eine direkte Einmischung von Versenkabwässern in den Grundwasserkörper an,
2. ansteigende Trends der Ionen Kalium, Magnesium, Sulfat und Chlorid ab Konzentrationen von Kalium $> 9 \text{ mg/l}$, Magnesium $> 37,5 \text{ mg/l}$, Sulfat $> 180 \text{ mg/l}$ und Chlorid $> 187,5 \text{ mg/l}$.

Das hier aufgeführte Bewertungsschema wurde für jede ausgewählte Grundwassermessstelle einzeln angewandt. Ein Grundwasserkörper verfehlt den guten chemischen Zustand, wenn mehr als 25 km² des Grundwasserkörpers eines der oben genannten Kriterien überschreiten. Bei Grundwasserkörpern $< 250 \text{ km}^2$ wird der gute chemische Zustand verfehlt, wenn 10 % der Grundwasserkörperfläche eines der oben genannten Kriterien überschreiten.

Nach diesen Kriterien werden 7 Grundwasserkörper mit einer Fläche von insgesamt ca. 1.280 km² als salzbelastet eingestuft (Tab. 16).

Tab. 16: Salzbelastete Grundwasserkörper

GWK	Chemischer Zustand	Grund für Verfehlung
DETH_4_0010	schlecht	Salzbelastung/ Nichteinhaltung von Schwellenwerten
DETH_4_0012	schlecht	Salzbelastung/ Nichteinhaltung von Schwellenwerten
DETH_4_0013	schlecht	Salzbelastung/ Nichteinhaltung von Schwellenwerten
DEHE_4_0016	schlecht	Salzbelastung
DETH_4_0017	schlecht	Salzbelastung/ Nichteinhaltung von Schwellenwerten
DEHE_4_1012_BY	schlecht	Salzbelastung
DEHE_4_1044	schlecht	Salzbelastung

Das Grundwassermonitoring ist Bestandteil des Konzepts zum flankierenden Monitoring (Kapitel 2.5). Erste Ergebnisse sind bereits im Kapitel 2.6 im Rahmen der Versenkerlaubnis dargestellt. Weitere Ergebnisse werden im Statusbericht 2018 zusammengefasst werden. Eine neue Bewertung des Zustands der Grundwasserkörper erfolgt im Rahmen der Bestandsaufnahme nach EG-WRRL 2019 und im Bewirtschaftungsplan 2021.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Zur engen Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen des Masterplans Salzreduzierung und des Dialogs mit dem Unternehmen K+S KALI GmbH (K+S) wurde die **Arbeitsgruppe Salzreduzierung** eingerichtet. Einmal im Jahr erstellt die Arbeitsgruppe einen Statusbericht zum aktuellen Stand der Umsetzung der Maßnahmen des MNP Salz sowie zur aktuellen Gewässergüte bezüglich der Salzbelastung von Werra und Weser.

Dieser zweite Statusbericht umfasst das **Berichtsjahr 2017**. Der Stand der sich aktuell in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen wird auf Grundlage eines Sachstandsberichts von K+S (Anhang 10.1) und weiteren Informationen aus den Ländern zusammenfassend dargestellt.

Zum Ende des 4. Quartals 2017 liegt der **Fortschritt der Maßnahmenumsetzung** im Zeitplan des Maßnahmenprogramms Salz 2015 bis 2021.

Die **Abflüsse von Werra und Weser** lagen im Jahr 2017 erneut unterhalb der langjährigen Mittel, obwohl im Jahr mehrere Hochwassersituationen eintraten. Abflussabhängig konnten ca. 4,6 Mio. m³ Salzabwasser direkt in die Werra eingeleitet werden, ca. 1,2 Mio. m³ wurden entsprechend der in 2017 gültigen Übergangserlaubnis am Standort Hattorf in den Untergrund versenkt und die restlichen 0,7 Mio. m³ wurden per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben und Gaskavernen transportiert.

Im Jahr 2017 lag die von K+S geförderte und verarbeitete **Rohsalzmenge** mit 22,2 Mio. t nur rund 3 % unter dem Durchschnitt der vergangenen Jahre (ohne 2016). Dies ging insbesondere auf Stillstandszeiten der Fabrik Hattorf im Februar, bedingt durch eine sehr geringe Wasserführung der Werra zu Beginn des Jahres 2017, zurück. Aufgrund der im Vergleich zum langjährigen Mittel geringeren Abflussmengen der Werra kam es zu einem Entsorgungseingpass für die Produktionsabwässer des Werks Werra. 2016 lag die Verarbeitungsmenge, bedingt durch die stark eingeschränkte Möglichkeit der Salzwasserentsorgung, nur bei rund 17,6 Mio. t.

In Summe fielen 2017 rund 6,3 Mio. m³ an **Salzabwasser** an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2016 mit einer Salzabwassermenge von 5,2 Mio. m³ rund 1,1 Mio. m³ mehr. Diese höhere Salzabwassermenge resultiert aus den ab März 2017 vermiedenen Stillständen der Fabriken Hattorf und Unterbreizbach sowie der sich daraus ergebenden höheren Rohsalzverarbeitung.

Für das Jahr 2017 ergaben sich am Pegel Gerstungen **Jahresfrachten** von ca. 1,1 Mio. t Chlorid, ca. 0,2 Mio. t Magnesium und ca. 0,14 Mio. t Kalium. Damit liegen die Frachten für Chlorid und Kalium im Vergleich zu 2016 minimal höher, für Magnesium sind sie konstant geblieben.

Für das Jahr **2018** ist vorgesehen, die Inbetriebnahme der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage abzuschließen und den Regelbetrieb aufzunehmen. Im Rahmen des Pilotprojekts (Halbtechnischer Versuch) zur Haldenabdeckung ist die Beschüttung einer Haldenflanke geplant. Weiterhin werden die Genehmigungsverfahren zum Großversuch (Betriebsversuch) vorangetrieben. Zur Maßnahme Einstapeln und Versatz unter Tage werden die Erkenntnisse zu den einzelnen Arbeitspaketen Ende 2018 vollständig vorliegen und damit eine belastbare Einschätzung zum Reduktionspotenzial möglich.

K+S hat ein Konzept für ein flankierendes Monitoring vorgelegt. Das Konzept umfasst ein Werksmonitoring (Salz und Produktionswässer), sowie ein Gewässermonitoring des Grundwassers (Chemie) sowie der Oberflächengewässer (chem.-physikal. Daten, Biologie, Auenmonitoring) in der Region Werra. Die Vorgaben des MNP Salz zum flankierenden Monitoring werden damit berücksichtigt. Die Erfassung und Dokumentation der Kosten werden im Rahmen der vom Land Hessen beauftragten Ökoeffizienzanalyse erhoben. Erste Ergebnisse des flankierenden Monitorings werden im Statusbericht 2018 zusammengestellt.

5 Glossar

Andienungspflicht	Entweder eine gesetzliche Vorschrift oder eine privatrechtliche Verpflichtung.
anthropogen	Vom Menschen bewirkt.
Belastung	Einwirkung, gezielt oder ungezielt, auf ein Gewässer, die das Gewässer in biologischer, chemischer, physikalischer, hydromorphologischer und mengenmäßiger Hinsicht nachteilig verändert.
Bewirtschaftungsziel	In Wasserkörpern zu erreichende ökologische und chemische, bei Grundwasserkörpern chemische und mengenmäßige Ziele nach den §§ 27, 44 und 47 des Wasserhaushaltsgesetzes, entspricht dem Umweltziel nach Art. 4 der EG-Wasserrahmenrichtlinie.
Bewirtschaftungsplan	Für jede Flussgebietseinheit erstmalig zum 22.12.2009 aufzustellender Plan zur wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftung der Gewässer, der die in Anhang VII EG-WRRL genannten Informationen enthält. Er wird alle 6 Jahre aktualisiert.
Chemischer Zustand	Der gute chemische Zustand wird von der EG-WRRL für Grundwasserkörper und Oberflächenwasserkörper unterschiedlich definiert. Grundsätzlich lässt sich aber sagen, dass ein Wasserkörper die in der EG-WRRL und in anderen Richtlinien festgesetzten Schwellenwerte in Bezug auf die Konzentration von Schadstoffen nicht überschreiten darf. Sonst befindet er sich nicht im "guten chemischen Zustand". Eine Definition ist in Art. 2 EG-WRRL zu finden.
Emission	Austrag fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe in die Umwelt.
ESTA (Elektro-Statistische Aufbereitung)	Dieses trockene Trennverfahren zur Aufbereitung von Kalirohsalzen kommt ohne Salzlösungen und hohen Energieaufwand zur Trocknung der Produkte aus.
Evapotranspirationsleistung	Die Summe aus direkter Verdunstung (Evaporation) von Wasser von Boden- und Wasseroberflächen hauptsächlich durch Sonneneinstrahlung und Wind sowie der Wasserabgabe durch Pflanzen und Tiere (Transpiration).
Flussgebietseinheit	Haupteinheit für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten festgelegtes Land- oder Meeresgebiet, das aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten und den ihnen zugeordneten Grundwässern und Küstengewässern besteht.
Fracht	Fracht bezeichnet die mit der fließenden Welle transportierte Menge eines bestimmten Stoffes (z. B. Salzionen). Die Fracht wird mit der Einheit g oder kg angegeben. Häufig wird die Fracht in Bezug zu einem Zeitintervall gesetzt, z. B. Jahresfracht.
Gesamthärte	Die Gesamthärte bezeichnet die Konzentration an Ionen von Erdalkalimetallen (insbesondere Kalzium und Magnesium), die im Wasser gelöst sind.
Grundwasserkörper	Ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter.
Kainit	Ein selten vorkommendes Mineral aus der Mineralklasse der Sulfate.
Konzentration	Die in einem bestimmten Volumen gelöste Stoffmenge. Die Konzentration wird mit der Einheit g/l oder kg/m ³ angegeben.

Lysimeter	Gerät zur Ermittlung von Bodenwasserhaushaltsgrößen (Versickerungsrate, Verdunstung) und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen.
Maßnahme	Geplantes Vorhaben zur Minderung/Beseitigung von Belastungen oder Defiziten gegenüber den Umweltzielen; dazu gehören im weiteren Sinne z. B. auch Rechtsinstrumente, administrative Instrumente oder wirtschaftliche Instrumente.
Monitoring	Untersuchungs-/Überwachungsprogramm
Summenlinie	Kurve, die aus der Aufsummierung zeitlich aufeinanderfolgender Werte einer Variablen resultiert.
Wasserkörper	Kleinste nach EG-WRRL zu bewirtschaftende Einheit; Nachweisraum für die Umweltziele der EG-WRRL. Es werden Oberflächenwasserkörper (natürliche, künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper) und Grundwasserkörper unterschieden.

6 Abkürzungsverzeichnis

AFZ	Analytik- und Forschungszentrum
AG	Arbeitsgruppe
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BGBI	Bundesgesetzblatt
BUND	Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland
BVT	Beste verfügbare Technik
BWP	Bewirtschaftungsplan
Ca	Calcium
CO ₂	Kohlendioxid
EDA	Eindampfanlage
EMSR	Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
ESTA	Elektro-Statistische Aufbereitung
F+E	Forschung und Entwicklung
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
GrwV	Grundwasserverordnung
HA	Standort Hattorf
HVH	Halbtechnischer Versuch Haldenabdeckung
ICP-OES	optische Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppelten Plasmas (inductively coupled plasma optical emission spectrometry)
KCl	Kaliumchlorid
KKF	Kainit-Kristallisation-Flotation
KVZ	Kalte Vorzersetzung
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbauverwaltungs-gesellschaft
Mg	Magnesium
MgCl ₂	Magnesiumchlorid
MgSO ₄	Magnesiumsulfat
MNP	Maßnahmenprogramm
MQ	Mittlerer Abfluss
NaCl	Natriumchlorid
NHN	Normalhöhen-Null
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
PAT	Prozessanalysetechnik
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

7 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Stand der Umsetzung der KKF-Anlage (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)	9
Tab. 2:	Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)	10
Tab. 3:	Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2017, Anhang 10.1)	14
Tab. 4:	Stand der in Planung oder Umsetzung befindlichen F+E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum (gem. Sachstandsbericht K+S , Anhang 10.1)	15
Tab. 5:	Geplante Reduzierung der Versenkmengen von 2018 bis 2021	17
Tab. 6:	Vergleich des Umsetzungsstands mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan (FGG Weser, 2016b)	20
Tab. 7:	Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 - 2017	26
Tab. 8:	Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 - 2017	26
Tab. 9:	Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser.....	27
Tab. 10:	In die Werra eingeleitete sowie versenkte Salzabwassermengen	28
Tab. 11:	In die Werra eingeleitete Salzfrachten und deren Zusammensetzung	28
Tab. 12:	Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung	28
Tab. 13:	Chloridbilanz für den Pegel Gerstungen	31
Tab. 14:	Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen	31
Tab. 15:	Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen.....	31
Tab. 16:	Salzbelastete Grundwasserkörper	42

8 Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben im Jahr 2017	18
Abb. 2:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal im Jahr 2017	18
Abb. 3:	Messstellen zur Überwachung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung. Die Farben markieren Wasserkörper im Verlauf von Werra und Weser.....	23
Abb. 4:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2016 und 2017 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Gerstungen/Werra	25
Abb. 5:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2016 und 2017 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Höxter.....	25
Abb. 6:	Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung und des spezifischen Salzabwasseranfalls	29
Abb. 7:	Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017	32
Abb. 8:	Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017 ..	33
Abb. 9:	Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017	33
Abb. 10:	Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017	34
Abb. 11:	Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2000 bis 2017	34
Abb. 12:	Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2000 bis 2017 ..	35

Abb. 13: 14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2017	36
Abb. 14: Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte für das Jahr 2016 bis 2017	36
Abb. 15: 14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2017	37
Abb. 16: Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte 2016 bis 2017	37
Abb. 17: Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2017	38
Abb. 18: Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen als 14-Tagesmittelwerte 2016 bis 2017	38
Abb. 19: Schema der Eigenkontrollstellen der K+S	40
Abb. 20: Chloridtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	41
Abb. 21: Magnesiumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	41
Abb. 22: Kaliumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	41

9 Literatur

- FGG Weser. (2014). *Die wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung in der Flussgebietseinheit Weser*. Hildesheim: Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser).
- FGG Weser. (2016a). *Detaillierter Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 83 Abs. 3 WHG in Ergänzung zum Bewirtschaftungsplan 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 83 WHG*. Hildesheim: Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser).
- FGG Weser. (2016b). *Detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG in Ergänzung zum Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 82 WHG*. Hildesheim: Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser).
- LAWA. (2012). *Ableitung überregionaler Bewirtschaftungsziele in den Flussgebietseinheiten mit deutscher Federführung*. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- Runder Tisch Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion. (2010). *Empfehlung des Runden Tisches*. Von www.runder-tisch-werra.de abgerufen
- Universität Leipzig, & Ing.Büro Cooperative Umwelt und Infrastruktur. (2015). *Gutachten zur Öko-Effizienz-Analyse (ÖEA) zur Prüfung der Verhältnismäßigkeit unterschiedlicher Maßnahmenoptionen zur Umsetzung des Gewässerschutzes Werra/Weser zum Erhalt der Kaliproduktion im hessisch-thüringischen Kali-Gebiet*. Leipzig, Reinheim (im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz).

10 Anhang

10.1 Sachstandsbericht 2017 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S KALI GmbH

Sachstandsbericht

zum Stand der Umsetzung des Maßnahmenprogramms Salz
2015 bis 2021
für den Zeitraum Oktober bis Dezember 2017

vorgelegt von der K+S KALI GmbH
am 16.01.2018



Gliederung

Vorbemerkungen

1. Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Salz
 - 1.1 KKF-Anlage
 - 1.2 Haldenabdeckung
 - 1.3 Einstapelung
2. Laufende / geplante F&E-Vorhaben
3. Zusammenfassung / Fazit

Vorbemerkungen

Der folgende Quartalsbericht gibt einen Überblick über den aktuellen Umsetzungsstand des detaillierten Maßnahmenprogramms „Salz“ und wird vierteljährlich fortgeschrieben.

Der Quartalsbericht wird jeweils im Vorfeld der Sitzungen der Arbeitsgruppe Salzreduzierung durch K+S zur Verfügung gestellt und dient in der Sitzung der Arbeitsgruppe als Diskussionsgrundlage für die weitere Vorgehensweise sowie zur Information des Weserrats. Die Quartalsberichte eines Jahres bilden neben den Ergebnissen des Gewässermonitorings die Grundlage für den jährlichen Statusbericht.

Für jede der festgelegten Maßnahme des Maßnahmenprogramms „Salz“ ist eine Datentabelle angelegt. Die Untergliederung der Maßnahmen in Einzelmaßnahmen bzw. in Umsetzungsschritte erfolgt nach Angaben des Unternehmens. Die optionalen Maßnahmen „Werra-Bypass“ und „Produktionsdrosselung“ werden ggf. nach Feststellung des Erfordernisses ab 2018 ergänzt.

In den Tabellen wird der Stand unterschieden nach Maßnahme abgeschlossen (✓), im Zeitplan (grün), verzögert ohne Gefährdung des Enddatums (gelb) und verzögert mit Gefährdung des geplanten Enddatums (rot). Bei Verzögerungen sind Begründungen und ggf. ein neues Enddatum anzugeben.

F&E-Vorhaben werden neu in den Quartalsbericht 3/2017 aufgenommen. Weitere für die Diskussion in der Arbeitsgruppe relevante Hinweise werden nach Bedarf ergänzt.

Der Bericht ist jeweils zum Ende des Quartals an die Geschäftsstelle zu übersenden.

1 Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Salz

1.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)

Im Außenbereich wurden die Bautätigkeiten forciert und die AwSV-Flächen (Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) fertiggestellt.

Die Montagearbeiten der Anlagenteile Kühlturmanlage, Hochbehälter, Rohrbrücken, Umbauarbeiten im Kraftwerk und Umfahrung Hattorf wurden termingerecht beendet.

Der Funktionstest und die Wasserfahrt der Anlagenteile Eindampfanlage, Kühlturmanlage, Hochbehälter und Umfahrung Hattorf wurde erfolgreich durchgeführt und somit die Voraussetzung für den Probebetrieb ab 02.01.2018 geschaffen.

Die Montagearbeiten im Anlagenteil Flotation sowie EMSR (Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) verlaufen planmäßig, Funktionstests haben begonnen.

KKF-Anlage		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand
			Beginn	Ende	
1.1	Planung	2013 – 2015			✓
1.2	Genehmigung	06.2015 – 08.2015			✓
1.3	Bau	11.2015 – 10.2017	20.10.14	22.12.17	
1.3.1	Neubau Schalthaus 2 Fabrik (SH2F)		20.10.14	30.11.16	✓
1.3.2	Rohrbrücken (Sanierung, Erweiterung u. Neubelegung Bestandsrohrbrücken, Neubau Rohrbrücken sowie Kabelbrücken)		16.03.15	12.10.17	✓
1.3.3	Neubau Kühlturmanlage und Hochbehälter		20.10.14	30.10.17	✓
1.3.4	Umbau Kraftwerk		20.10.14	30.10.17	✓
1.3.5	KKF-Anlage		20.10.14	22.12.17	✓
1.4	Inbetriebnahme ¹	11.2017	01.08.17	30.06.18	
1.4.1	Funktionstests - Loop check ¹		01.08.17	24.01.18	
1.4.2	Wasserfahrt		27.11.17	22.12.17	✓
1.4.3	Probebetrieb		02.01.18	30.06.18	
1.4.4	Gesamtfertigstellung			30.06.18	

✓ abgeschlossen

Im Zeitplan

Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

¹Gesamtinbetriebnahme planmäßig, Inbetriebnahme des Flotationsteil 8 Wochen nach dem Eindampfteil aufgrund der Insolvenz eines Auftragnehmers.

1.2 Haldenabdeckung

Für die Haldenabdeckungen Werra und Neuhoof wird entsprechend dem Maßnahmenprogramm des Bewirtschaftungsplans und den Projekt-Zeitplänen für das 4. Quartal 2017 wie folgt berichtet:

Nach erfolgtem Rückbau des Lysimeterversuches an der Halde Wintershall laufen derzeit weiterhin die Analyse der im Zuge des Rückbaus erzeugten Proben sowie die Auswertung der erlangten Erkenntnisse. Es erfolgten weitere Behördengespräche zu technischen und genehmigungsrechtlichen Fragestellungen (auch im Rahmen des Betriebsversuches). Außerdem wurden die umfangreich ergänzten

Antragsunterlagen für die Durchführung des Halbtechnischen Versuches an der Halde Hattorf erneut eingereicht.

Auf Grund des Witterungseinflusses werden die Bauarbeiten zur Einrichtung der Infrastruktur für den Halbtechnischen Versuch bis ins 2. Quartal 2018 andauern. Aktuell steht die Genehmigung zur Beschüttung noch aus.

Die Planungen für den Betriebsversuch an der Halde Wintershall wurden fortgeführt. Hierzu fanden Behördengespräche u.a. zur Planung der Infrastruktur statt.

Für die Halde Neuhoof erfolgte die Beobachtung der unterschiedlichen Versuchsansätze zur Verringerung der Erosionserscheinungen. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse laufen derzeit die weiteren Planungen zur Anpassung des „innovativen Erosionsschutzes“.

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand
			Beginn	Ende	
2.1	Lysimeterversuche		2011	2017	✓
2.1.1/2.1.2	Planung/Genehmigung	2013 - 06.2016	2011	2013	✓
2.1.3	Bau	12.2016 - 10.2017	2013	2013	✓
2.1.4.	Betrieb	Ab 11.2017	2013	2017	✓
2.2	Pilotprojekte (Halbtechnischer Versuch)	2016 - 2020	2014	2020 ff.	
2.2.1	Prüfung der Materialverfügbarkeit		2015	2016	✓
2.2.2	Chemische Analyse möglicher Ausgangs- stoffe		2015	2017	✓
2.2.3	Analysen der Stoffgemische		2015	2017	✓
2.2.4	Technische Entwicklungen		2015	2017	✓
2.2.5	Versuche zur Schwermetallfällung Fällung der Schwermetalle aus dem Hal- denwasser im AFZ		2015	2017	✓
2.2.6	Einreichung der Antragsunterlagen Rodungsantrag, SBP Beschüttung + SBP Flächenvorbereitung		1. 03/2016 2. 07/2016 3. 08/2017	Q3/2017 ₁₎	✓
2.2.7	Beschüttung		2018	2018	
2.2.8	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch		2018	2020 ff.	
2.3	Großversuch	2018 - 2021	2016	2021 ff.	
2.3.1	Erarbeitung der Antragsunterlagen (Ver- suchsort Halde Wintershall)		2016	2018 ₂₎	
2.3.2	Einreichen der Antragsunterlagen (Ver- suchsort Halde Wintershall)		2018		
2.3.3	Genehmigungsverfahren (Versuchsort Halde Wintershall)		2018	2019	
2.3.4	Beschüttung (Versuchsort Halde Winters- hall)		2019 ff.		
2.3.5	Monitoring der Stoffflüsse (Versuchsort Halde Wintershall)		2019 ff.		
2.3.6	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch (Ver- suchsort Halde Wintershall)		2019 ff.		
2.4	Regelbetrieb (Betriebsphase)	2021 - 2075	2021	2075	

Haldenabdeckung Neuhof-Ellers		Durchführungs-zeit- raum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand
			Beginn	Ende	
2.5	Erosionsschutz-Pilotprojekte, Haldenwasserbewirtschaftung (Halde Neuhof)	2016 – 2018	2016	2018	
2.6	Umsetzung der Erosionsschutz- und Haldenwasserbewirtschaftungskonzepte (Halde Neuhof)	2018	2018 ³⁾		

 abgeschlossen

 Im Zeitplan

 Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

 Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

- 1) Genehmigung bzw. Vollständigkeitserklärung liegt K+S nicht vor
- 2) Fertigstellung noch offen, da Pilotversuch noch nicht genehmigt/begonnen.
- 3) Keine Berücksichtigung der Genehmigungsphase im MNP

1.3 Einstapeln unter Tage und Versatz

Für die Einstapelung von Salzlösungen in untertägigen Grubenhohlräumen der Werke Werra und Neuhof-Ellers wird entsprechend dem Maßnahmenprogramm des Bewirtschaftungsplans und dem Projekt-Zeitplan für das 4. Quartal 2017 über folgende Zwischenergebnisse berichtet:

1.3.1 Grundlagenrecherche

Interne Ergebnisse der Grundlagenrecherche

Maßnahme A - Einstapeln von geeigneten Medien (Salzlösungen oder Wasser) in Gruben der flachen Lagerung zur Verringerung der zu entsorgenden Produktionsabwässer insbesondere im Hinblick auf die Standsicherheit ist weder Stand der Wissenschaft noch Stand der Technik.

Maßnahme B - Einsatz von Zuschlagstoffen zur Bindung und Veränderung der physikalischen bzw. chemischen Stoffeigenschaften der salzhaltigen Prozessabwässer ist Stand der Wissenschaft, aber nicht Stand der Technik.

Maßnahme C - Abfallstoffe unter Verwertung einer konzentrierten Magnesiumchloridlösung in zugelasenen Grubenhohlräumen ist Stand der Wissenschaft und Stand der Technik.

Externe Ergebnisse der Grundlagenrecherche

Maßnahme A - Nur bedingt Stand der Technik: Lediglich die Einstapelung NaCl-reicher Lösungen in Kalibergwerke der steilen Lagerung und sylvinitischer Ausbildung der Kalisalze ist unter den Bedingungen standsicher dimensioniertem Pfeilertragsystem Stand der Technik.

Für alle anderen Kalibergwerke mit carnallitischer und sulfatischer Ausbildung der Kalisalze, wie dies für das Werk Werra der Fall ist, trifft dies nicht zu.

Maßnahme B - Stand der Wissenschaft: Das Einbringen von mineralisierten Lösungen unter Zugabe von Zuschlagstoffen in verfestigter Form – wird derzeit lediglich in einem Standort in Südostasien praktiziert. Konkrete Ergebnisse zum Verlauf und dauerhaften Erfolg dieser Einstapelung sowie weitere Beispiele aus dem Kalisalzbergbau konnten nicht aufgefunden werden.

1.3.2 Geologie:

Bewertung CO₂-Führung hinsichtlich potentieller Einstapelareale UB/HW/NE anhand der Anzahl der CO₂-Ausbrüche im Zeitraum von 2011-13. Die Auswertung der Statistik erfolgte nach Menge des Ausbruchshaufwerkes und der anstehenden Salzart.

Die aus geologischer Sicht potentiellen Einstapelbereiche im Werk Werra und Neuhof-Ellers liegen vor.

1.3.3 Umlösepotenzial:

Untersuchungen zur Lösekinetik von Kieserit (und Langbeinit) durch das IBZ Freiberg mit dem Ziel, eine Aussage zur Pfeilerauslösung über einen Zeitraum von 30 Jahren (perspektivisch langfristig) durch Kombination aus Rührversuchen (Ableitung des Lösungsverlaufes worst case) und „Standversuchen“ (Abschätzung einer Zeitskala) für kieserit- und langbeinitführende Schichten zu erhalten.

Die Ergebnisse der „Standversuche“ zeigen, dass bei hohen $MgCl_2$ -Gehalten innerhalb von 56 Tagen insgesamt nur geringe Löseprozesse zu verzeichnen sind. Die Löseraten nehmen mit der Zeit ab. Der jährliche Salzabtrag an einem Pfeiler wird von dessen Mineralbestand bestimmt und liegt bei hohen $MgCl_2$ -Gehalten im Bereich von wenigen Zentimetern pro Jahr.

1.3.4 Konditionierung:

Maßnahme A: Eindampfen der Prozesswässer

Hinsichtlich der Entwicklung und Auswahl geeigneter verfahrenstechnischer Varianten zur Erzeugung einer Lösung aus Prozesswässern (PW) ist für das Werk WE ein möglichst geringes An- bzw. Umlösepotential zur Verbringung im Grubenraum NE erforderlich.

Maßnahme B: Verfestigung bei maximaler Flüssigkeitsbindung

Für die Maßnahme B sind unterschiedlich mineralisierte $MgCl_2$ -Lösungen mit ausgewählten Zement-Bypass-Stäuben so zu vermischen, dass zunächst eine temporär pumpbare Suspension entsteht, die nach dem Verbringen in Untertage – Bereiche stichfest verfestigt. Das verfestigte Material soll ein Höchstmaß an Flüssigkeitsbindung aufweisen. Vor diesem Hintergrund werden Vergleiche zu bereits vorliegenden Untersuchungsergebnissen vorgenommen.

Des Weiteren werden Versuche durchgeführt, um Produktionsabwässer mit drei verschiedenen $MgCl_2$ -Konzentrationen soweit zu verfestigen, dass mindestens stichfeste Massen entstehen, aus denen bei geringer Druckbelastung keine Flüssigkeit austritt.

Außerdem werden Mischungen mit dem Ziel hergestellt, die Kriterien für den Dickstoffversatz zu erfüllen. Während der Versuche werden die Parameter Vicatnadeltest, Ödometerversuch mit Auspresstest bei 200 kPa Auflast sowie einaxiale Druckfestigkeit nach 28 Tagen Aushärtung für alle Mischungen bestimmt.

1.3.5 Gebirgsmechanik:

Die Einstapelung von Lösungen in bestehende Grubenhohlräume stellt eine besondere Herausforderung für die Nachweisführungen dar. Hier muss im AbbauhORIZONT konkret berücksichtigt werden, dass das Konvergenz- und Gebirgsverhalten nicht nur durch die abbaubedingt verursachten Spannungsveränderungen sondern auch durch zusätzliche einstapelbedingte Wirkungen der Gebirgsdurchfeuchtung und des Substanzverzehr durch Auflösung beeinflusst werden. Für die gebirgsmechanische Bewertung potentieller Einstapelbereiche wird in Zusammenarbeit mit dem IfG Leipzig ein gebirgsmechanisches Modell entwickelt, welches aus zwei Schritten besteht.

Im 1. Schritt wurden die im AbbauhORIZONT bzw. am Pfeiler durch die Lösungseinstapelung verursachten Prozesse, die neben der abbaubedingten Ausbildung einer aufgelockerten Zone auch deren Durchfeuchtung und die Auflösung von Pfeilersubstanz beinhalten, beschrieben und in ihrer mechanischen Wirkung modelliert. Anhand zwei charakteristischer Abbau- und Pfeilerkonfigurationen (Hartsalz- und Carnallitpfeiler), die für zwei Teufenstufen (700 m und 1100 m) standsicher dimensioniert worden, wurden die lösungsinduzierten Prozesse in ihrer Wirkung untersucht.

Eine realitätsnähere Abschätzung der Konvergenzraten innerhalb eines Baufeldes kann erst im 2. Schritt, der Entwicklung eines Modellansatzes für eine Baufeldbewertung erreicht werden. Deshalb wird der so entwickelte, gebirgsmechanische Modellansatz zur Erfassung des lösungsinduzierten Gebirgsverhaltens auf eine Baufeldsituation übertragen.

Beispielhaft wird für diese Untersuchung der nördliche Bereich des Nordfeldes des Werkes Neuhof-Ellers ausgewählt. Auf Basis eines repräsentativen Schnittes durch dieses Baufeldes wird ein geologisches Modell vom Subsalinar bis zur Tagesoberfläche als Grundlage für ein gebirgsmechanisches Modell entwickelt. Mit diesen Untersuchungen soll gezeigt werden, dass auch in einem so großen Modell

eines Baufeldes das durch die Lösungseinstapelung induzierte Gebirgsverhalten erfasst, die Auswirkungen auf die Schutzschichtintegrität und die Senkungen an der Tagesoberfläche bewertet und somit die Voraussetzungen für eine Antragsunterlage zur Beurteilung der Zulässigkeit erarbeitet werden können.

1.3.6 Verschlussbauwerke:

Bestehende Konzepte für das Errichten von horizontalen und vertikalen Dammbauwerken wurden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit / Übertragbarkeit geprüft. Ortskonkrete Betrachtung möglicher Dammstandorte erfolgt in Verbindung mit den Einstapelbereichen.

Einstapeln und Versatz		Durchführungs- zeitraum lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand
			Beginn	Ende	
3.1	Untersuchung	2016 – 2020			
3.1.1	AP 1 - Grundlagenrecherche			Q.4 / 2017	
3.1.2	AP 2 - Geologie			Q.4 / 2017	
3.1.3	AP 3 - Umlösepotenzial			Q.3 / 2018	
3.1.4	AP 4 - Konditionierung			Q.2 / 2018	
3.1.5	AP 5 - Gebirgsmechanik			Q.3 / 2018	
3.1.6	AP 6 - Infrastruktur			Q.4 / 2017	
3.1.7	AP 7 - Genehmigungsfähigkeit			Q.2 / 2018	
3.1.6	AP 8 - Verschlussbauwerke			Q.1 / 2018	
3.1.8	AP 9 - Wirtschaftlichkeitsabschätzung			Q.2 / 2018	
3.1.9	AP 10 – Einstapelung in neu aufgefahre- nen Gruben Hohlräumen			Q.1 / 2018	
3.1.10	AP 11 – Einstapelung im Grubenfeld Merkers/Springen			Q.1 / 2018	
3.2	Planung und Genehmigung	2019 – 2020			
3.3	Umsetzung	2021 – 2060			

☒ abgeschlossen

☒ Im Zeitplan

☐ Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

☐ Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

Untersuchungsergebnisse aus den einzelnen Arbeitspaketen werden bis zum Beginn des 2. Quartals 2018 in einem Abschlussbericht zusammengefasst.

Aufgrund einer repräsentativen Versuchsdauer bzgl. der Umlösepotentiale (AP 3) sowie die aufwendige Entwicklung eines neuen Werkzeuges für die gebirgsmechanische Modellierung (AP 5) sind Verzögerungen hinsichtlich der abschließenden Ergebnisse zu erwarten. Fehlende Ergebnisse werden nach Bedarf in Ergänzungsbände zusammengefasst.


2 Laufende / geplante F&E-Vorhaben


Darstellung der aktuell in Planung oder Umsetzung befindlichen F&E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum.

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		Aktuelle Pla- nung K+S	Stand
1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens		
1.1	ESTA Freifallscheider verbessern		

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		Aktuelle Planung K+S	Stand
1.2	Neukonzept 'Staub'ESTA		
1.3	Steinsalzvorbereitung u.T.		
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.1	Flotationshilfsmittel in der Kainit- Kristallisations-Flotationsanlage (KKF) am Standort Hattorf		
2.2	Klassierverfahren in der KKF		
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf	Ende 2017	
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		
3.1	Beauftragung der K-UTEC mit Konzept- und Machbarkeitsstudie	Ende 2017	
3.2	Eindampfversuche im Rahmen von Einstapelung von Salzabwässern (Korngrößenfraktion)	Ende 2017	
4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung		
4.1	Schütttechnikversuche Werk Neuhoof-Ellers		
4.2	Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung		
5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren		
5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb		
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Nanofiltration	Ende 2017	
6.2	Membrandestillation		
7	Optimierung der Fest/Flüssigtrennung		
7.1	Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall	Q.2 / 2017	✓
7.2	Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall	Q.2 / 2017	✓
8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra/Lysimeterversuch/HTH		
8.2	SELMA-Ton für Erosionsschutz Halde Neuhoof		
8.3	Althaldenbegrünung mit Geotex Halde Neuhoof		
9	Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung		
9.1	Optimierung der Kieseritausbeute bei der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf (Filtertuch)	Q.1 / 2018	
9.2	Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Verdrängung von Haftlösung)	Q.4 / 2017	
9.3	Prozessanalytik, Prozessanalysetechnik (PAT)		
9.3.1	1. KKF-Anlage: Machbarkeitsstudie zur automatisierten Sondenmessung	Q.2 / 2018	
9.3.2	2. Fabrikbetrieb Wintershall: K ₂ O-Bestimmung in der GK-Anlage	Q.4 / 2017	
9.4	Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf	Q.2 / 2017	✓
9.5	Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall		
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.1	KKF Kainit substituiert Kieserit, Versuch in der Sulfatanlage HA	Q.1 / 2018	
10.2	Verwendung von Langbeinit aus EDA für die Sulfatherstellung WI (Machbarkeitsstudie zur Nassklassierung mittels Zyklon)	Q.2 / 2018	
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		Aktuelle Planung K+S	Stand
11.1	Baustoff Sorelzement		
11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung	Ende 2017	
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems für PAT	Q.4 / 2017	
12.2	ICP-Messraum, Teilprojekt Redundanz zur Störfallabsicherung durch Einbindung des 2. ICP-OES	Q.1 / 2018	
13	Sonstiges		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden		
13.2	Versuche zur Abbindung von Salzabwässern mit Zuschlagsstoffen	Ende 2017	

 abgeschlossen

 In Bearbeitung

 Pause

3 Zusammenfassung/Fazit

Zum Ende des 4. Quartals 2017 liegt der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung in dem Rahmen des Maßnahmenprogramms Salz 2016 bis 2021.

10.2 F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2017 der Firma K+S KALI GmbH



Jahresbericht 2017

F&E-Vorhaben

im Rahmen des
Maßnahmenprogramms
2015 - 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms.....	4
2	Allgemeines	6
2.1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA®-Verfahrens	7
2.2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge	9
2.2.1	Eindampfung von Salzabwässern in der geplanten Kainit- Kristallisations-Flotationsanlage (KKF) am Standort Hattorf.....	9
2.2.2	Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf.....	13
2.3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren.....	14
2.3.1	Beauftragung der K-UTEC mit Konzept- und Machbarkeitsstudie.....	14
2.3.2	Eindampfoptionen für die untertägige Einstapelung von Prozesswässern (Maßnahme A)	16
2.4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung	16
2.4.1	Schütttechnik Werk Neuhoof-Ellers	17
2.4.2	Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung.....	17
2.5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren	17
2.5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb.....	17
2.6	Prüfung von Membranverfahren	18
2.6.1	Nanofiltration	18
2.6.2	Membrandestillation	19
2.7	Optimierung der Fest/Flüssigtrennung	20
2.7.1	Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall.....	20
2.7.2	Maßnahmen und Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall.....	21
2.8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen	21
2.8.1	Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra – Lysimeterversuch	22
2.8.2	Forschungsprojekte Halde Neuhoof-Ellers	23
2.9	Optimierung der bestehenden Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung	25

2.9.1	Optimierung der Kieseritherstellung durch Erweiterung der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf	25
2.9.2	Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Haftlösungsverdrängung)	25
2.9.3	Prozessanalytik Prozessanalysetechnik (PAT).....	28
2.9.4	Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf	29
2.9.5	Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall	29
2.10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen	30
2.10.1	Langbeinit aus der Eindampfanlage	30
2.11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder	30
2.11.1	Baustoff Sorelzement	31
2.11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung.....	31
2.12	Optimierung der Salzlaststeuerung	32
2.12.1	ICP - Mess- und Analytikraum	32
2.13	Sonstiges.....	34
2.13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden.....	34
2.13.2	Versuche zur Abbindung von Prozesswässern mit Zuschlagsstoffen ,Maßnahme B‘	35
3	Fazit.....	36
4	Anlagen:	38

Bearbeiter/in: Gerlinde Minkel (T-RD)

in Zusammenarbeit mit Dr. Matthias Dötterl (WE_PP)

1 Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms

Der FGG-Weser hat im aktuellen Maßnahmenprogramm 2015 – 2021 bzgl. der Salzbelastung unter Kapitel 4.2.2.5 F+E-Vorhaben eine ganze Reihe von Forschungs- und Entwicklungsansätzen zur Weiterentwicklung von alternativen Maßnahmen zum nachhaltigen Gewässerschutz und zur wissenschaftlichen Begründung angestrebter Zielsetzungen aufgeführt.

Darüber hinaus ist K+S im Rahmen von Nebenbestimmungen von wasserrechtlichen Erlaubnissen verpflichtet nach weiteren Möglichkeiten zur Reduzierung des Salzabwasseranfalls intensiv zu forschen und jährlich zum 01.04. zu berichten.

In der vorliegenden Dokumentation werden die von K+S ergriffenen Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen (F&E-Vorhaben) beschrieben und dargestellt. Mit diesem Jahresbericht wird der Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres verdeutlicht, die kontinuierliche Kommunikation im Bereich F&E zwischen K+S und der Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser) sichergestellt sowie der behördlich geforderten Berichtspflicht Rechnung getragen.

Im Fokus der untersuchten Maßnahmen stehen deren technische Machbarkeit, die ökologische Sinnhaftigkeit aber auch die Frage der wirtschaftlichen Zumutbarkeit. Die Ergebnisse aus den F&E Vorhaben müssen auch rechtlich umsetzbar sein. Wirtschaftliche Projekte zur Verbesserung der Wertstoffausbeute haben dabei immer auch eine Rückstands- bzw. Abwasser mindernde Wirkung und somit eine Erhöhung der Ressourceneffizienz zur Folge, auch wenn nicht für alle Projekte im Einzelnen eine mengen- und volumenmäßige Einsparung im Voraus abgeleitet werden kann.

K+S hatte bis Ende 2015 eine ganze Reihe wichtiger verfahrenstechnische Maßnahmen und neuer Anlagen zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Salzwasserminimierung entwickelt und umgesetzt. Mit diesem Jahresbericht wird gezeigt, dass auch weiterhin kontinuierlich Entwicklungs- und Forschungsprojekte zur weiteren Reduzierung des Salzwasseranfalls des Werkes Werra erarbeitet und geprüft werden, sowie an bestehenden Projekten weitergeforscht wird.

Auf Grund der Besonderheiten der einzelnen Rohsalzqualitäten, als auch den daraus resultierenden Aufbereitungsanforderungen jedes Standorts, wird bei der Bearbeitung von F&E-Projekten vorwiegend auf K+S-eigene Forschungs- und Entwicklungsressourcen zurückgegriffen. Externe Studien oder Gutachten ergänzen und verifizieren eigene Forschungsmaßnahmen. Bei grundlegenden F&E-Projekten wird in verschiedenen Kooperationen mit Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen eng zusammengearbeitet, um so neue Impulse und Potentiale generieren zu können. Ferner werden Ideen von Mitbürgern und externen Firmen gewissenhaft geprüft und bewertet. Im Rahmen des K+S-Ideenmanagements werden an allen Standorten Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter kontinuierlich erfasst (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess). Diese KVP-Vorschläge kommen aus der Praxis und befassen sich mit Problemlösungen innerhalb der Prozesskette. Dabei wird seit 2016 die potentielle Wasserreduzierung miterfasst und in die Bewertung mit aufgenommen. Nicht alle Vorschläge sind zielführend, jedoch die Bereitschaft der Belegschaft ihr spezifisches Wissen zur Verbesserung der laufenden Prozesse weiterzugeben ist ein wertvoller Beitrag zu effizienterem Ressourceneinsatz.

Beispielhaft ist ein KVP-Vorschlag des Werkes Neuhof-Ellers: Dort wurde für die Reinigung der Maschinen und der Flotation während der notwendigen Spülpausen Frischwasser aus ortsnahen Quellen genommen, um die abgelagerten Salzkristalle zu lösen. Aufgrund des Verbesserungsvorschlages werden nun mineralisierte Salzwässer anstelle des Frischwassers im Reinigungsprozess der Flotation verwendet. Diese leicht mineralisierten Wässer werden erwärmt um einen guten Löseeffekt bei der Spülphase zu erzielen. Am Standort Neuhof-Ellers konnten durch die Umsetzung dieser Maßnahme jährlich ca. 45.000 m³ Frischwasser ersetzt werden.

Die FGG Weser hatte im März 2016 den sogenannten „Masterplan Salzreduzierung“ verabschiedet. Derzeit umfasst dieser die drei zentralen Maßnahmen:

- Kainit-Kristallisations-Flotations-Anlage (KKF),
- Einstapeln und Versatz Untertage und
- die dauerhafte Senkung des Haldensalzwasseranfalls (Haldenabdeckung)

und optional ergänzende Maßnahmen wie

- den Bau und Betrieb eines Werra-Bypasses.

Zusätzliche Maßnahmen im Sinne des Maßnahmenprogramms sind das flankierende Monitoring und die Weiterentwicklung von alternativen Maßnahmen, die hier im Rahmen der F&E-Vorhaben beschrieben werden. Wo sich zwischen den zentralen Maßnahmen und aktuellen Forschungsprojekten Berührungspunkte und Schnittmengen zu den jeweiligen Berichten ergeben, sind die entsprechenden Querverweise zu weiteren Informationen eingefügt.

2 Allgemeines

In der Lagerstätte im hessisch-thüringischen Kalirevier werden die Salzminerale Sylvin und Carnallit und Kieserit bergmännisch gefördert und die darin befindlichen Wertstoffe Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat gewonnen. Diese Wertstoffe können erst durch Aufbereitungsverfahren als vermarktungsfähige Produkte erhalten werden. In der Rohsalzaufbereitung findet deshalb neben der Trennung der Wertstoffe von den nicht verwertbaren Bestandteilen auch eine Trennung zwischen den unterschiedlichen Wertstoffen selbst statt.

Die eingesetzten Aufbereitungsverfahren variieren und sind abhängig von:

- der Lagerstätte (Vorkommen und Qualität der Salzminerale),
- der Produktanforderung,
- den möglichen Verwertungs- und Entsorgungswegen (Rückstandsmanagement).

Die Aufbereitungsbereitungsverfahren fußen auf physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten. Auf Grund dieser und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, sowie der gewachsenen Struktur über fast 100 Jahre, ist eine rückstandslose Kalirohsalzaufbereitung, also die vollständige Verwertung aller Bestandteile des Rohsalzes, derzeit nicht möglich und somit nicht Stand der Technik¹.

Im Laufe der Entwicklung der Kalirohsalzaufbereitung haben sich an der Werra die heute gängigen Aufbereitungs- bzw. Trennverfahren, namentlich das Heißlöseverfahren, das Flotationsverfahren und das ESTA®-Verfahren (nur bei K+S)

¹ Vgl. *Die Kaliindustrie im 21. Jahrhundert* von Henry Rauche - Stand der Technik bei der Rohstoffgewinnung und der Rohstoffaufbereitung sowie bei der Entsorgung der dabei anfallenden Rückstände, Springer Vieweg © 2015.

etabliert und bewährt. Je nach Lagerstättenbedingungen und Rohsalzqualitäten wird in Deutschland in der Regel für die Kalirohsalzaufbereitung eine Kombination dieser Verfahren verwendet. Die Aufbereitungsrückstände fallen heute zum überwiegenden Teil in fester Form an. Bestimmte Mengen an Salzabwasser sind, bedingt durch die Rohsalzzusammensetzung, die Aufbereitungsverfahren und die Qualitätsanforderungen an die Produkte, nicht zu vermeiden. Zu diesen Prozessabwässern aus der Produktion kommen noch die aus der Aufhaldung der festen Rückstände resultierenden salzhaltigen Haldenwässer hinzu. Bei diesen liegt der Forschungsschwerpunkt auf der zukünftigen Senkung der Haldenwassermenge und der darin enthaltenen Salzfracht.

Zur Senkung der Prozessabwässer werden Potentiale im Rahmen der Gewinnungs- und Aufbereitungstechnologien/-verfahren gesucht sowie neue Verwertungsmöglichkeiten entwickelt. Dabei ist auch die Erhöhung der Wertstoffausbeute und somit die Verbesserung der Ressourceneffizienz eines der Ziele. Dies gilt besonders für mögliche, die eigentlichen Aufbereitungsverfahren ergänzende Eindampfprozesse. Durch das Verfahren der Eindampfung kann je nach Lösungszusammensetzung eine maßgebende Senkung des Salzwasservolumens und der darin enthaltenen Salzfracht gelingen. Der dafür erforderliche Energieeinsatz kann sich rechtfertigen, wenn aus den bei der Eindampfung entstehenden Feststoffen (Kristallisate) weiterer Wertstoff wirtschaftlich gewonnen werden kann.

Im Folgenden wird über die F&E-Vorhaben gemäß des detaillierten Maßnahmenprogramms der FGG Weser (Absatz 4.2.2.5) berichtet:

2.1 Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA®-Verfahrens

Die ESTA-Technologie wurde von K+S in den 70er Jahre entwickelt und ab den 80er Jahren in die großtechnische Umsetzung gebracht. Ein Ziel aktueller Forschungsarbeiten ist es, die Anlagenentwicklung weiter voranzutreiben und durch konstruktive Änderungen der bestehenden Anlagenkonzeption der ESTA-Freifallscheider ein verbessertes Trennverhalten zu realisieren. Hierzu wurde eine in der ESTA-Anlage des Standortes Wintershall integrierte Pilotanlage modifiziert, um ein verbessertes Anlagendesign zu erhalten, welches eine höhere spezifische Trennspannung ermöglicht. Durch die Erhöhung der Trennspannung sollte ein verbessertes Sortier-

verhalten generierbar sein. Diese verbesserte Trennung kann potentiell dazu beitragen, die Wertkomponenten noch besser und effizienter von den festen Rückständen abzutrennen. Somit würden insbesondere die Kalium- und Magnesium-Bestandteile nicht in den Rückstand oder in das Salzabwasser überführt, sondern in die Verkaufsprodukte.

Neben dieser Verbesserung der bestehenden Anlagenkonzeption wird auch an kompletten Neukonzeptionen von ESTA-Trennapparaten für die Staubfraktion (Partikelfraktion < 0,1 mm) gearbeitet. Die bei Mahlung und Siebung anfallenden Staubanteile der zu trennenden Mineralsalze unterscheiden sich in ihrem Lagerungs-, Fall- und Fließverhalten deutlich von den Kristallen mit gewöhnlicher ESTA-Korngrößenverteilung (0,1 mm – 1 mm Partikel), daher ist die gewöhnliche ESTA-Anlage (Freifallscheider) nicht in der Lage diese Salzstäube der Mineralien zu trennen. Aus diesem Grund muss ein weiterer Aufbereitungsschritt zur Trennung in der Produktion anfallender Stäube nachgeschaltet werden. Die Trennung der Stäube erfolgt hierbei in einer sogenannten „Staub-ESTA“. In einer Versuchsanlage wird eine bessere Abtrennung der Wertkomponenten getestet. Durch eine solche Staub-ESTA könnten potentiell die Wertstoffverluste im Rückstand minimiert und der nachfolgende Lösebetrieb entlastet werden.

Weiterhin ein Entwicklungsschwerpunkt ist eine sogenannte Steinsalzvorabtrennung unter Tage (Abtrennung von NaCl aus dem Rohsalz). Diese könnte das Rückstandsaufkommen über Tage punktuell reduzieren. Diese Maßnahme würde sich weniger im kurz- und mittelfristigen als im langfristigen Aufhaldungsbedarf bemerkbar machen und somit den Haldenwasseranfall langfristig reduzieren. Aufgrund erster Erfahrungswerte mit einem Pilotprojekt am Standort Zielitz wird derzeit die Verfahrenstechnik weiterentwickelt. Es müssen, bezogen auf einen potentiellen Einsatz im Werk Werra oder Neuhof-Ellers, Herausforderungen, wie die Minimierung der Bauhöhe, die Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit und -robustheit, sowie der Entwicklung einer mobilen Absieb-/ und Kontaktierungseinheit gelöst werden. Eine erste Testanlage, die diese Anforderungen potentiell erfüllen könnte, wurde im AFZ entwickelt und in Betrieb genommen. Derzeit ist ein umfangreiches Testprogramm in Bearbeitung. Die zu entwickelnde Technik muss langfristig die „unter Tage“ Tauglichkeit unter Beweis stellen.

Da unter Tage keine komplette Rohsalzaufmahlung realisierbar erscheint, ist die Sortierung einer Teilmenge ein Ziel der momentanen Entwicklung.

2.2 Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge

2.2.1 Eindampfung von Salzabwässern in der geplanten Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF) am Standort Hattorf

Am 02.01.2018 wurde am Standort Hattorf die neu erbaute Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF) angefahren. Davor wurde bereits ab Mitte November die dreiwöchige, sogenannte „Wasserfahrt“ für den Eindampfanlagenteil erfolgreich absolviert. Die Inbetriebnahmephase wird bis zum 30.06.2018 laufen, während dieser Phase werden sukzessive alle Maschinen und Aggregate in Betrieb genommen und aufeinander abgestimmt, ab 01.07.2018 ist der Regelbetrieb geplant.

Abbildung 1: Einheben des größten Verdampfers in der KKF während der-Bauphase



Mit Dampf aus dem Kraftwerk wird in der Anlage salzhaltiges Prozesswasser (Hartsalzlösung) aus der vorgelagerten Produktion eingedampft. Dabei entsteht ein Salzgemisch aus Kainit ($\text{KMg}[\text{Cl}|\text{SO}_4] \cdot 2,75 \text{ H}_2\text{O}$), Sylvin (KCl) und Halit (NaCl). Im weiteren Prozess trennt man mit Hilfe des Flotationsverfahrens aus dem erhaltenen Salzgemisch den Wertstoff Kainit und mit Hilfe des Lösebetriebes den Sylvin (KCl) ab. Der Kainit wird im Kaliumsulfat-Prozess weiter verarbeitet und substituiert hier den Einsatz von KCl und Kieserit. Dieser neue KKF-Prozess wird die Salzabwässer des Werkes Werra um ca. 1,5 Mio. m^3/a verringern, dadurch lässt sich eine Verringerung der Salzfracht um 500.000 t/a erwarten. Die Wertstoffausbeute kann gleichzeitig erhöht werden; es werden in Summe ca. 260.000 t/a zusätzlicher Wertstoff (KCl und MgSO_4) erwartet.

Abbildung 2: Verdampfer in der KKF



Die Konzeptentwicklung des Kristallisations- und Flotationsverfahrens wurde im Jahr 2014 unter Federführung des K+S-Forschungsinstitutes, in enger Zusammenarbeit mit Spezialisten des Werkes Werra, weitgehend abgeschlossen. Die erzielten Untersuchungsergebnisse zum Flotationsverfahren lassen in der KKF-Anlage ein gutes Trennergebnis von Kainit und Halit sowohl in Ausbeute als auch in

der Qualität erwarten, Ergebnisse der ersten Wochen seit Inbetriebnahme bestätigen dies. Zur kontinuierlichen Verbesserung sind weitere Forschungen und Machbarkeitsstudien zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und zur Verringerung z.B. der erforderlichen Flotationshilfsmittel in Arbeit.

Abbildung 3: Lösungen, Suspensionen und Kristallisate der KKF-Anlage



In dem Bestreben, den Einsatz von Konditionierungsmitteln in der Flotation auf das geringste, notwendige Maß zu begrenzen, wurde eine Machbarkeitsstudie zur zusätzlichen Einbindung eines weiteren Klassierverfahrens (ohne Konditionierungsmittelbedarf) in den KKF-Prozess durchgeführt. Betrachtet wurden der Einsatz einer Hydrozyklonanlage, von Sortierspiralen und eines Aufstromklassierers zur Vorabtrennung von Kainit vor dem Flotationsschritt. Es zeigte sich, dass der Klassiererfolg der Verfahren vergleichbar ist. Allerdings lassen eine Hydrozyklonanlage und Sortierspiralen im Vergleich zu einem Aufstromklassierer einen höheren Reinigungsaufwand (Spülwassereinsatz) erwarten, so dass der Einsatz des Aufstromklassierers bezogen auf die Abwasserbilanz günstiger erscheint. Vor diesem Hintergrund wurde zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM ein Aufstromklassierer dimensioniert, welcher die

Kainitabtrennung optimiert und gleichzeitig eine Reduzierung der erforderlichen Menge an Flotationsmittel erwarten lässt. Die Praxistauglichkeit des Aufstromklassierers wird im Rahmen der Lösungsinbetriebnahme ab Januar 2018 getestet.

Durch die Einbindung der Vorklassierung wird der eigentliche Flotationsprozess deutlich entlastet. Wenn das KCl bereits im Rahmen einer Flotation – ggf. zusammen mit Kainit – abgetrennt werden könnte und damit nicht in den Lösebetrieb ginge, könnten flüssige Ausbeuteverluste verringert bzw. der Abwasseranfall entsprechend gemindert werden. Im Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) wurden entsprechende Versuche hierzu durchgeführt. Allerdings ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus den Laborversuchen auf den Produktionsmaßstab nur begrenzt möglich. Inzwischen wurde daher modellhaft in der MgCl_2 -Anlage in Wintershall ein Versuch in kleinem Maßstab durchgeführt, um diese später auf die KKF Anlage in Hattorf zu übertragen. Die Trennergebnisse des Versuches in Wintershall waren dabei deutlich besser als in den vorausgehenden Laborversuchen im AFZ. Allerdings wies das aus dem Eindampfkristallizat erhaltene Wertstoffkonzentrat mit etwa 10 % noch einen vergleichsweise hohen NaCl-Gehalt auf. Es sind weitere Versuche zur Sylvinit-Flotation des Rückstandes der Kainit-Flotation in der KKF-Anlage geplant.

Zur optimierten Kontrolle der verschiedenen Prozessschritte wurde eine integrierte, eigenentwickelte und moderne Prozesssteuerung eingeführt. In der KKF werden online ermittelte Messwerte verschiedener Prozessströme abgebildet und diese Daten dem Prozessleitsystem (PLS) zugeführt. Die Messintervalle werden so gewählt, dass eine zuverlässige Steuerung der Anlage möglich ist. Die vollautomatische Messtechnik zur Analyse verschiedener Prozesslösungen wurde eingebaut und arbeitet derzeit im Probetrieb. Sie ist für sieben parallele Probenströme konzipiert. Mit einer neu bei K+S eingesetzten Probenahme (Wechselarmatur) werden mittels optischer Sensoren die verschiedenen Lösungsströme gemessen. Die erzeugten Messwerte werden sofort digital in das Prozessleitsystem übertragen und dienen unmittelbar der verbesserten Steuerung und Regelung der Abläufe.

Abbildung 4 Prozessanalysenraum in der KKF-Anlage

2.2.2 Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf

Die Forschungsbemühungen zum Einsatz alternativer Konditionierungsmittel sind ausgerichtet auf deren ökologische Vorteilhaftigkeit und eine bessere Gewinnung der Rohsalzwertstoffe. Durch die Änderung der Konditionierung in der ESTA-Anlage können – so zeigen Vorversuche in der Pilot-ESTA-Anlage im AFZ – die Kaliwertstoffe noch besser abgetrennt werden. Durch die weitere Senkung des NaCl-Gehaltes in der Kaliwertstofffraktion kann diese mit geringerem Wassereinsatz weiter veredelt werden.

Die Ergebnisse aus der Pilot-ESTA-Anlage sollten daher im Rahmen eines Betriebsversuchs großtechnisch überprüft werden. Nach dessen Genehmigung wurde in der ESTA-Anlage auf dem Standort Hattorf in den Monaten März bis Oktober 2017 die Standardkonditionierung zeitweise durch eine alternative Konditionierung ersetzt. Als Ergebnis des Betriebsversuches konnte gegenüber der Standard-Konditionierung ein besseres Kieserit-Ausbringen in der zweiten ESTA-Trennstufe (ESTA-B) und in der ESTA-Magnesiumtrennstufe (ESTA-C_{Mg}) eine gleichbleibende Qualität erzielt werden. Die Kombination der alternativen Konditionierung in der B- und C_K-Stufe führte zu einem geringeren NaCl-Anteil im Konzentrat der C_K-Stufe – das Ziel einer solchen

NaCl-Reduktion im Kali-Wertstoff wurde somit erreicht. Allerdings ergab sich auch ein negatives Prozessverhalten auf andere, gekoppelte Teilbetriebe des Standortes (z.B. der Flotation). Die Ergebnisse des Betriebsversuches werden aktuell im Gesamtkontext bewertet, um festzulegen, ob die bisherige Datenlage für die Entscheidung ausreicht oder noch weitere Informationen aus zusätzlichen Betriebsversuchen gesammelt werden sollten.

2.3 Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren

Neben der ESTA und der Flotation stellen thermische Trennverfahren Grundverfahrenstechniken in der Aufbereitung von Kalirohsalzen dar. In den Eindampf- und Kristallisationsprozessen können durch eine geeignete Wahl der Verfahren gezielt bestimmte Kristallisate hergestellt werden, die dann von der verbleibenden Restlösung abgetrennt werden. Die so erhaltenen Kristallisate haben meist keine vermarktungsfähige Qualität und müssen in weiteren Schritten aufgereinigt werden. Grundsätzlich sind solche Eindampf- und Kristallisationsprozesse sehr energieintensiv.

2.3.1 Beauftragung der K-UTEC mit Konzept- und Machbarkeitsstudie

K+S hat die K-UTEC Salt Technologies AG aus Sondershausen mit der Erarbeitung eines technischen Konzepts zur Herstellung von weiterem Kaliumsulfat aus der Aufbereitung von Prozess- und Haldenlösungen beauftragt. Auf Basis von theoretischen Überlegungen und Laborversuchen entwickelte K-UTEC vier Varianten für eine mögliche weitere Aufbereitung der insgesamt 5,5 Mio. m³ Salzabwässer. Für die jeweiligen Varianten sollten die grundlegenden und relevanten verfahrenstechnischen Kennzahlen abgeleitet sowie jeweils die notwendigen Investitionen ermittelt werden.

Von der K-UTEC wurden zwei Hauptvarianten herausgearbeitet die darin bestehen, zum einen alle Salzlösungen in einem ersten Schritt zu mischen und anschließend über mehrere Eindampfschritte die entsprechenden Mengen von Wertstoffen (Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat) zu gewinnen und zu Kaliumsulfat aufzubereiten. In der zweiten Hauptvariante sollen die an Magnesiumchlorid reichen Prozesslösungen separat von den Haldenwässern und den verbleibenden Prozesslösungen aufbereitet werden. In dieser Variante sollte u.a. die Gewinnung größerer Mengen an Sulfat aus den Haldenwässern über eine Tiefkühlung erfolgen.

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass aus den Haldenwässern und Prozesslösungen des Werkes Werra und des Werkes Neuhoof-Ellers eine Menge von rund 400.000 t/a. Kaliumsulfat gewonnen werden kann. Dabei muss aber dem Gesamtprozess eine Menge von rund 100.000 t/a Kaliumchlorid zugeführt werden. Als Rückstände verbleiben am Ende der untersuchten Prozessvarianten pro Jahr rund 2.900.000 t MgCl_2 -Lösung als so genannte „Finallösung“ sowie rund 630.000 t NaCl, die entsorgt werden müssen.

Das ursprüngliche Volumen der Haldenwässer und Prozesslösungen reduziert sich dabei von rund 5,5 Mio. m^3/a auf einen Wert von 2,2 Mio. m^3/a . Dies bedeutet eine Senkung des Salzabwasservolumens um ca. 60 %. Im Vergleich zu den Salzfrachten der eingesetzten Lösungen tritt eine Reduzierung der Gesamtsalzfracht um rund 47 % ein. Dabei reduziert sich das in der „Finallösung“ enthaltene Chlorid um rund 35 % im Vergleich zu den eingesetzten Lösungen, das Kalium um 98,5 % und das Magnesium um 0 %. Die abgeleiteten Verfahren erfordern einen erheblichen Einsatz an Energie und die Bereitstellung von umfangreichen verfahrenstechnischen Anlagen inklusiver der notwendigen Infrastruktur.²

Für die von K-UTEC abgeleitete Vorzugsvariante, die eine separate Aufbereitung der Halden- und Kieseritdeckwässer sowie der MgCl_2 -reichen Prozesslösungen vorsieht, ist eine Investition von mindestens 1,2 Mrd. € erforderlich. Aufgrund dieser extrem hohen Investitionen und der Tatsache, dass sich nach einer Aufbereitung der Haldenwässer und der Prozesslösungen immer noch die Notwendigkeit ergibt erhebliche Mengen an Salzabwässern und festen Rückständen entsorgen zu müssen, wurde auf die ursprünglich vorgesehene detaillierte Ausarbeitung der abgeleiteten Vorzugsvariante verzichtet.²

Stattdessen wurde K-UTEC beauftragt, an weiteren Möglichkeiten der Einstapelung von MgCl_2 -reichen Prozesslösungen in geeigneten Grubenhohlräumen, insbesondere

² *Durchführung einer Machbarkeitsstudie* von K-UTEC AG Salt Technologies, Projektphase 1 - Konzeptstudie „Technisches Konzept zur Aufbereitung der anfallenden Produktionswässer und Haldenwässer der Werke Werra und Neuhoof-Ellers mit dem Ziel der SOP Herstellung und Kostenschätzung“ 2017

im Bereich der Grube Springen, in Verbindung mit einer Verfestigung der Lösungen zu arbeiten. Diese Arbeiten sollen im Laufe des Jahres 2018 abgeschlossen werden.

2.3.2 Eindampfoptionen für die untertägige Einstapelung von Prozesswässern (Maßnahme A)

Im Rahmen der Untersuchungen zur Einstapelung von Prozesswässern in untertägigen Grubenholträumen ist es aus phasentheoretischen Überlegungen erforderlich, die prognostizierten Prozesswässer des Werkes Werra (ca. 3,2 Mio. m³/a inkl. 5 % Verdünnung) mittels Eindampfanlagen zu konditionieren. Dabei sind bestimmte Konzentrationsniveaus (MgCl₂, MgSO₄) einzustellen, so dass die konditionierten Prozesswässer ein geringes Umlösepotential aufweisen und somit für die untertägige Einstapelung in Grubenholträumen geeignet sind. Hierzu sind im Vorfeld verschiedene Verfahrenskonzepte mit entsprechenden Massenbilanzen in enger Zusammenarbeit zwischen dem Werk Werra und dem AFZ erstellt worden.

Die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen sowie eine verfahrenstechnische Planung sind im Abschlussbericht zum Projekt „Einstapeln und Versatz unter Tage“ dargelegt:

- In Band I werden der Stand der Wissenschaft und Technik weltweit sowie die wechselseitigen Themenkomplexe Geologie, Gebirgsmechanik und Geochemie erläutert.
- In Band II werden technische Konzepte der Konditionierung gemäß den Maßnahmen A, B und C vorgestellt sowie potentielle und nutzbare Einstapelareale identifiziert.

2.4 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung

Die Aufhaldung von Rückständen der Kaliaufbereitung, überwiegend NaCl, ist weltweit Stand der Technik. Fällt Niederschlag auf einen solchen Haldenkörper, kommt es hierdurch zur Entstehung salzhaltiger Sickerwässer, die gefasst und entsorgt werden müssen. Die K+S beschäftigt sich daher auch im Rahmen des „Masterplans Salzreduzierung“ mit der Frage nach Möglichkeiten zur Minimierung dieses Haldenwasseranfalls sowie unterschiedlichen Fragestellungen im Bereich der Haldenentwässerung. 2017 wurde an folgenden Projekten gearbeitet:

2.4.1 Schütttechnik Werk Neuhoof-Ellers

Zur optimalen Ausnutzung der vorbereiteten Haldenaufstandsfläche, die über den Haldenrandgraben entwässert wird, wird derzeit anstelle der Beschüttung von Halden-top ein bestimmter Teilbereich der Halde lagenweise von unten aufgefahren. Dazu wurden eine neue Bandübergabestation sowie eine mobile Bandanlage errichtet und in Betrieb genommen. Letztere steht auf einem aus Rückstandssalz aufgefahrenen Startdamm. Die Beschüttung erfolgte zu Beginn mit LKW und inzwischen mittels mobiler Bandanlage und Raupenschiebebetrieb. Die Erprobungsphase kann als abgeschlossen angesehen werden. Eine mögliche Übertragung dieser Technologie zur Beschüttung der Restfläche der Halde Neuhoof wird geprüft.

2.4.2 Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung

Erstmals wird ein neues System einer zweischichtigen mineralischen Basisdichtung bei der Erweiterung der Halde Hattorf zum Einsatz kommen. Dabei wird die Grundfläche unterhalb der neuen Erweiterungsflächen durch den zweilagigen Einbau der mineralischen Dichtmaterialien systematisch abgedichtet. Die darüber eingebaute flächenhafte Drainageschicht verhindert einen Haldensickerwassereinstau auf der Dichtung.

Weiterhin wird derzeit ein Einsatz von Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) als Basisdichtung in Zusammenarbeit mit mehreren Gutachtern untersucht. Schwerpunkte sind die Nachweisführungen der KDB-Funktion und Fragen der Standsicherheit einer Rückstandshalde bei potentieller Verwendung einer solchen KDB. Dazu werden modelltechnische und numerische Untersuchungen durchgeführt.

2.5 Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren

In den Produktionsbetrieben wird zu Spülzwecken Wasser eingesetzt. Durch eine Vielzahl von Kleinprojekten und Verbesserungsmaßnahmen konnte der Einsatz von Frischwasser reduziert werden.

2.5.1 Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb

Im Werk Unterbreizbach soll im Rahmen eines Projektes untersucht werden, mit welchen Messtechniken eine stetige Überwachung der Lösungszusammensetzungen im Heißlösebetrieb möglich ist. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die

richtige Entnahme und Präparation der heißen Lösungsproben dar. Parallel dazu sollen Rechenmodelle entwickelt werden, mit deren Hilfe die Sättigungsverhältnisse in den heißen Lösungen berechnet und mit deren Hilfe die Lösekapazitäten besser ausgenutzt werden können. Durch diese Maßnahmen ist eine potentielle Reduzierung der abzustoßenden Lösungsmengen zu erwarten. Nach einem erfolgreichen Test an einem Produktionsstandort wäre eine Übertragbarkeit der Maßnahmen auf andere Standorte grundsätzlich möglich.

2.6 Prüfung von Membranverfahren

Der Einsatz von Membranverfahren in der Meerwasseraufbereitung (Umkehrosmose) ist etabliert und wird großtechnisch betrieben. Eine Fragestellung im Bereich der F&E ist die Übertragbarkeit auf die Salzabwässer der Kaliindustrie. Diese Salzabwässer weisen allerdings ein circa 10-fach höheres Konzentrationsniveau, eine Sättigung an NaCl und eine andere Ionenzusammensetzung auf, so dass derzeit der Einsatz von Membranverfahrens bei diesen hohen Konzentrationen bisher nicht Stand der Technik ist. Dennoch wird geprüft, ob bestimmte Membrantechniken ein Potential für die Aufbereitung von Salzabwässern bieten.

2.6.1 Nanofiltration

Die Nanofiltration wird bislang hauptsächlich verwendet um zweiwertige Ionen (z.B. Sulfat) und größere einwertige Ionen, wie etwa Schwermetalle, aus einer Salzlösung zu entfernen. Weiterhin sind Techniken zur Abtrennung von Calcium-Ionen aus einer NaCl-Sole in einem Solereinigungsverfahren bekannt. Die Tochterfirma der K+S, die esco hat hierzu bereits vor einiger Zeit entsprechende Versuche durchgeführt und ein entsprechendes Patent eingereicht.

K+S ist mit dem Unternehmen Hager und Elsässer GmbH (H+E) eine Forschungs-kooperation über den Einsatz von Nanofiltration zur Aufbereitung von Salzabwässern der Kaliindustrie eingegangen. Ziel ist die Abtrennung von Erdalkali- und/oder Sulfat-Ionen aus konzentrierten bis gesättigten Salzlösungen der Kaliaufbereitung via Nanofiltration. H+E ist ein Unternehmen der aquarion group und nach eigenen Angaben eines der auf dem internationalen Markt führenden Unternehmen im Anlagenbau für die industrielle Prozesswasseraufbereitung und Abwasserreinigung.

Die vorliegenden Berichte von H+E zur Machbarkeitsstudie schloss mit dem Fazit, dass die E-Lösung (Lösung der Eindampfanlage aus Wintershall mit einer MgCl_2 Konzentration von ca. 300 g/l) nicht nanofiltrierbar ist. Auch bei hohen Drücken konnte kein nennenswerter Permeatfluss erzielt werden. Hingegen konnte im Laborbetrieb Haldenwasser der Halde Neuhoof durch Nanofiltration in ein mit MgSO_4 angereichertes Konzentrat und ein beinahe MgSO_4 freies Permeat getrennt werden. Im Konzentrat sind NaCl und KCl abgereichert und im Permeat angereichert. MgCl_2 wird im Konzentrat leicht angereichert. Diese Laborergebnisse lassen noch keine Schlüsse auf eine großtechnische Anwendung zu. Erste Hinweise, dass sich die Permeabilität bei größeren Abwasservolumina und längeren Zeiträumen verschlechtert, müssen geklärt werden. Auch sollten noch weitere Membranen getestet werden. Angedacht sind weitere Untersuchungen in einer Containeranlage als ‚scale-up-Anlage‘ in Köln und später an einem K+S Standort um Langzeiteffekte identifizieren und das Potential einer solchen Technik abschätzen zu können.³

Eine weitere Forschungskooperation wurde mit Prof. Braun (FH Köln) abgeschlossen, auch hier wurden verschiedene Nanofiltrationsmembranen auf Ihre Tauglichkeit geprüft. An der FH Köln wurden diverse Versuchsreihen mit verschiedenen Drücken und insgesamt drei Nanofiltrationsmembranen und einer Ultrafiltrationsmembran durchgeführt. Laborversuche ergaben, dass für Prozessabwässer bei dem maximal zulässigen Druck von 50 bar kein ausreichenden Permeatfluss erzielt werden konnte. Ein Grund hierfür wird in dem Einfluss der hohen MgCl_2 -Konzentration auf die osmotischen Eigenschaften der Wässer gesehen. Anders stellte sich die Situation bei den Laborversuchen für Haldenwasser aus Neuhoof-Ellers dar; hier konnte festgestellt werden, dass bei allen Membranen ein ausreichender Permeatfluss und eine Abtrennung erzielt werden.

2.6.2 Membrandestillation

Prof. Braun (FH Köln) erstellte eine erste Expertise, in der die grundsätzliche Eignung der Membrandestillation zur Eindampfung von Haldenlösungen beurteilt wurde. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine angedachte 6-stufige Membran-

³ Abtrennung von Sulfat aus konzentrierten Salzlösungen mittels Nanofiltration – Machbarkeitsuntersuchung, Versuchsbericht Vb 2017-001 von Ralf Hornung, H+E GmbH, Stuttgart, 2017

Destillationsanlage für den Betriebseinsatz nicht geeignet erscheint. Bei einer wirtschaftlich relevanten spezifischen Destillatleistung ist mit Kristallbildung auf der Membran zu rechnen. Um eine abschließende Aussage zur Eignung der Membrandestillation für die Abwasserreduktion machen zu können, wird die fachliche Diskussion fortgesetzt und es sind weitere Versuche angedacht.

2.7 Optimierung der Fest/Flüssigtrennung

Fest-/Flüssigtrennungen finden in der Aufbereitung von Kalisalzen an vielen Stellen des Prozesses statt. Hierbei kann durch eine verbesserte Prozessführung z.B. der übermäßige Einsatz von Spülwässern verhindert werden oder durch eine bessere Entwässerung die Qualität der Produkte erhöht oder Trocknungsenergie eingespart werden.

2.7.1 Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall

Das Ziel einer Rückstandsaufbereitung des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall besteht darin, die MgCl_2 -Gehalte der Rückstände, die aus anhaftender Lösung stammen, zu minimieren und damit das Aufhaldungs- und Aushärteverhalten zu verbessern. Aufgrund seiner Zusammensetzung eignet sich das Kieseritdeckwasser Wintershall zur Verdrängung von anhaftender Flotationslösung. Die Menge des zur Verfügung stehenden Kieseritdeckwassers hängt wiederum vom erforderlichen Frischwassereinsatz zum Decken des Flotations-Kieserits ab. Um eine kontinuierliche Lösungsversorgung für die Rückstandsaufbereitung zu gewährleisten, wurde Haldenwasser aus dem Althaldenbereich (Heergraben) der Halde Wintershall als Verdrängungsmedium untersucht. Es eignet sich aufgrund seiner Zusammensetzung ebenfalls für die Rückstandsaufbereitung. Im Vergleich zum Haldenwasser aus frisch aufgeschütteten Bereichen (Zinkesgraben) der Halde Wintershall ist das Haldenwasser „Heergraben“ deutlich MgCl_2 - und KCl-ärmer, dafür NaCl-reicher. Die Verdrängung der anhaftenden KCl-reichen Lösung hat den Vorteil, dass gleichzeitig auch eine weitere Entwertung der Rückstände an KCl erfolgen kann.

2.7.2 Maßnahmen und Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall

Am Standort Wintershall wurden im Rahmen des Maßnahmenpaketes die Eindampfkapazitäten durch zwei neue Anlagen, die „EDA-Kainit“ und die „Eindampfanlage Straße 8“ erhöht. In der „EDA-Kainit“ werden Prozesswässer vom Standort Unterbreizbach und Wintershall gemeinsam verwertet. Im Zuge der Eindampfung entsteht ein Gemisch aus Kainit ($\text{KMg}[\text{Cl}|\text{SO}_4] \cdot 2,75 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Sylvin (KCl) und Halit (NaCl). Das Kristallisationsgemisch wird in einem Eindicker konzentriert und anschließend im Lösebetrieb verwertet.

Die verfahrenstechnischen Ziele konnten erreicht werden, es bestand jedoch Optimierungsbedarf hinsichtlich der Anlagenverfügbarkeit. Es zeigte sich, dass sich innerhalb der Verdampfer und den zugehörigen Rohrleitungen in verhältnismäßig kurzer Zeit Verkrustungen und/oder Versandungen bildeten, die den Betrieb erschwerten. Solch ein Bild zeigt sich in der Regel, wenn Übersättigungen an einzelnen oder auch mehreren Mineralphasen nicht durch kontrollierte Keimbildung und Keimwachstum abgebaut werden. Eine zusätzliche Saatgutrückführung innerhalb der EDA-Kainit wurde aus den oben genannten Gründen eingeplant und die benötigte Saatgutmenge in der anschließenden Beprobungen der Anlage ermittelt. Es zeigte sich, dass bei Zufuhr einer geeigneten Menge an Kainit eine deutliche Verringerung der Verkrustungsneigung/Versandung zu verzeichnen ist. Folglich konnte die Häufigkeit von Spülpausen reduziert werden, was wiederum die Anlagenverfügbarkeit bzw. die Anlagenkapazität erhöht. Insgesamt kann dadurch ein zusätzliches Lösungsvolumen von bis zu $15.000 \text{ m}^3/\text{a}$ eingedampft werden, so dass – in Abhängigkeit von den gegebenen Produktionsbedingungen (Verarbeitungsmenge, Rohsalzzusammensetzung etc.) – eine Abwasserreduzierung von bis zu $8.000 \text{ m}^3/\text{a}$ resultieren kann. Diese Ergebnisse wurden bei den Detailplanungen zur KKF-Anlage in Hattorf berücksichtigt.

2.8 Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen

Eine Möglichkeit die Menge des anfallenden Haldenwassers zu reduzieren ist die Abdeckung und Begrünung der Halden. Dabei soll durch entsprechenden Pflanzenbewuchs eine hohe Evapotranspirationsleistung erzielt werden. Zur Entwicklung

funktionsfähiger Systeme werden bei K+S zahlreiche F&E-Maßnahmen durchgeführt. Langjährige Versuche am Standort Sigmundshall zeigen, dass ein solches Verfahren grundsätzlich möglich ist. Da jedoch das dort verwendete Abdeckmaterial nicht ausreichend verfügbar ist, wird am Werk Werra ein analoges System mit anderen Abdeckmaterialien erforscht.

2.8.1 Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra – Lysimeterversuch

Das Werk Werra hat von 2013 bis 2017 am Standort Wintershall (Halde IV) einen Lysimeterversuch zur Untersuchung der Eignung unterschiedlicher Abdeckmaterialien (4 Varianten) für Rückstandshalden durchgeführt. Ziel der Abdeckung ist es, eine möglichst hohe Evapotranspirationsleistung auf dem Haldenkörper zu erzielen und somit Sickerwasser weitestgehend zu vermeiden. Zum Einsatz kommen ein Gemisch aus Schlacken der Haumüllverbrennung sowie Verbrennungsrückstände aus verschiedenen Kohlekraftwerken, die abbindende Eigenschaften aufweisen. Die eingesetzten Materialmischungen müssen vielen Ansprüchen genügen. An erster Stelle steht die Standsicherheit, die bei einer hangparallelen Abdeckung der Halden von wenigen Metern Mächtigkeit (durchschnittlich ca. 5 m) notwendige Voraussetzung ist. Des Weiteren müssen sie den Bewegungen der Rückstandshalde gerecht werden und plastische Eigenschaften aufweisen. Dadurch werden Brüche und punktueller Wasserzutritt vermieden. Zusätzlich muss das Material begrünbar sein, um eine schnelle Etablierung einer mehrschichtigen Vegetationsdecke zu ermöglichen. Dazu gehören hohe Speicherkapazitäten. Die Materialverfügbarkeit und Begrünungsfähigkeit für eine mögliche Abdeckung wurden bereits im Vorfeld des Versuches abgeklärt. Hierzu erfolgte eine Reihe an Gewächshaus- und Laboruntersuchungen durch die Universität Kassel und verschiedene Gutachter.

Der Versuch wurde im Mai 2017 beendet, die Versuchsanlage des Lysimeterversuchs wurde seit Juni 2017 zurückgebaut. Während der Rückbauphase wurden durch verschiedene Probennahmen weitere Erkenntnisse gewonnen. Die Ergebnisse für die Kalenderjahre 2014, 2015 und 2016 zeigen eine Verdunstungsleistung von ca. 65 - 75 % in dieser Anfangsphase. Dabei ist zu beachten, dass die Verdunstungsleistung in Abhängigkeit der Niederschlagsverteilung über das Jahr Schwankungen unterliegt. In einer fortlaufenden Mittelung der Verdunstungsleistung über 365 Tage

konnten bereits Evapotranspirationsraten von ca. 80 % erreicht werden. Die bisherige Vegetationsentwicklung zeigt eine einschichtige Vegetationsdecke mit einem sich langsam vergrößernden Wurzelraum. Eine mehrschichtige Vegetationsdecke mit entsprechender Ausbildung des Wurzelraumes und somit voller Transpirationsleistung sollte die Verdunstung weiterhin erhöhen können.

Parallel zu dem Lysimeterfeld mit 4 Abdeckvarianten wurde ein Flächenlysimeter als sog. „Nullvariante“ betrieben, welches mit unabgedecktem Rückstandssalz gefüllt war und Ergebnisse zur Verdunstung der unbedeckten Haldenoberfläche unter Standortbedingungen lieferte. Weiterhin konnte die Veränderung der Sickerwasserzusammensetzung des Rückstands und die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit über die Zeit beobachtet werden. Nachdem der Lysimeterversuch nun beendet und zurückgebaut ist, werden noch die abschließenden Ergebnisse der Untersuchungen des Rückbaus erwartet, die zusammen mit den bereits zusammengefassten Versuchsergebnissen (Vegetationsentwicklung, Verdunstungsleistung, Sickerwasseranfall/-qualität) aus 3 vollständigen Betriebsjahren (Kalenderjahren) eine Gesamtbeurteilung der Qualität des Abdeckmaterials zulassen werden.

In Fortsetzung der Lysimeterversuche befindet sich derzeit ein halbtechnischer Versuch (HVVH) in Hattorf in Vorbereitung. In diesem Versuchsschritt sollen Parameter der Schütttechnik bzw. des Materialverhaltens am Hang (Abrollverhalten, Wasserzugabe etc.) untersucht und optimiert werden. Gegebenenfalls wird noch der Einsatz von verschiedenen Saatbeimischungen (z.B. Raps) untersucht werden. In einem nächsten Versuchsschritt, dem Betriebsversuch, soll anschließend der großtechnische Einsatz erprobt und umgesetzt werden.

2.8.2 Forschungsprojekte Halde Neuhoof-Ellers

Im Forschungsprojekt „Innovativer Erosionsschutz und Haldenwasserminimierung“ werden an der Halde Neuhoof drei verschiedene Ansätze erprobt. Der Standort zeichnet sich durch einen hohen geogenen Anteil an Ton im Abbaugbiet aus. Dieser fällt als gesonderte Fraktion – SELMA-Ton – in der Produktion an und wird zusammen mit Rückstand auf die Halde verbracht.

Im „physikalischen Ansatz“ erfolgte die Aufbringung von SELMA-Ton in Form eines Schüttversuchs entlang eines kurzen Flankenstücks. Hier sollte untersucht werden ob sich der Ton mittels Jutegewebe am Hang durch Erhöhung des Reibungswinkels stabilisieren lässt. Die Versuche wurden werksintern durchgeführt und zeigten, dass eine Stabilisierung durch ein Geotextil nicht zu einem verbesserten Schüttwinkel führte. Da eine Befestigung von Faschinen oder ähnlichen Sperren auf Grund von Lösungserscheinungen nicht möglich ist, wurden keine weiteren Untersuchungen durchgeführt. Die Versuche sind abgeschlossen, eine Fortführung ist nicht geplant.

Im „biologischen Ansatz“ wurden verschiedene Ansätze zur Förderung der natürlichen Sukzession gewählt. Ziel war es durch Etablierung einer Vegetation an der Oberfläche angereicherten Ton zu stabilisieren und die Verdunstung zu fördern. Dazu wurden Gefäßversuche am Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) unter Einsatz eines Bodenverbesserers durchgeführt. Weiterhin wurde eine Direktansaat auf einer Althaldenflanke durchgeführt und ein Geotextil (Kombination aus Geotextil mit Saatgut und Düngemittel) der Firma Greentex aufgebracht. Die Untersuchungen am LHL sind abgeschlossen, und ein zusammenfassender Bericht liegt vor. Demnach konnten unter kontrollierten Bedingungen und mit ausreichender Wasserversorgung Arten identifiziert werden, die auch längere Zeit und unter erhöhten Salzkonzentrationen vital blieben. Es ist anzunehmen, dass das Wasserangebot der limitierende Faktor auf der Halde sein wird, die Trockentoleranz dieser Arten auf dem Salzton wurde bisher noch nicht getestet.

Die Freilandversuche werden durch die Aussaat von halophilen Pflanzen ergänzt (Empfehlung des LHL) und 2018 weitergeführt und durch ein externes Büro (Umweltsicherung Schmeisky) begleitet.

Im „chemischen Ansatz“ soll untersucht werden, ob SELMA-Ton mittels Bindemittel (z.B. Kalk) konditioniert werden kann, so dass sich eine verdunstungsstarke Patina-Schicht an der Oberfläche bildet. Die Versuche werden 2018 durchgeführt und durch die externe UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft (upi) begleitet.

2.9 Optimierung der bestehenden Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung

Die stetige Verbesserung der Wertstoffausbeute und somit der Ressourceneffizienz ist eines der Dauerziele der Forschung bei K+S. Hierbei hat eine solche Verbesserung nicht nur einen ökonomischen Aspekt, sondern bringt auch ökologische Vorteile, denn je mehr Wertstoff in die Produkte gelangt, desto weniger findet man in den festen und flüssigen Rückständen.

2.9.1 Optimierung der Kieseritherstellung durch Erweiterung der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf

Durch die Einführung der ESTA CMg-Stufe und den damit verbundenen Anforderungen an die Korngrößenverteilung des aufgemahlenden Rohsalzes hat sich die Korngrößenverteilung im feinen Löserückstand verändert, welcher in der Kieseritflotation weiter aufbereitet wird. Insgesamt ist der Löserückstand feiner geworden. Dies hat zur Folge, dass bei der Fest-Flüssig-Trennung nach der Kieseritflotation ein erhöhter Feststoffdurchschlag auftritt. Dieser verringert zum einen die Kieseritausbeute und führt zum anderen zu verstärkten Ablagerungen in den Rohrleitungen. Rückstände in den Rohrleitungen etc. führen wiederum zu einem höheren Wasserbedarf bei der Anlagenreinigung. Aus diesem Grund wurden auf dem bestehenden Filter verschiedene Filtertücher mit geringerer Maschenweite getestet, bis die Filterdurchschläge erfolgreich verringert werden konnten. Nachdem ein Hersteller mit geeigneter Tuchmaschenweite gefunden ist, wurde ein Filtertuch eingesetzt und die Anlagenreinigungszyklen reduziert.

2.9.2 Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Haftlösungsverdrängung)

Die Herstellung von Kaliumsulfat am Standort Wintershall erfolgt über das Zwischenprodukt Leonit. Im ersten Umsetzungsschritt wird Kieseritstaub mit Sulfatmutterlösung (SML) aus der zweiten Umsetzungsstufe zu Leonit umgesetzt. Der entstandene Leonit wird von der entstandenen Kalimagnesialösung (KMg-Lösung), die hohe MgCl_2 -Gehalte aufweist, mit Hilfe von zwei Bandfiltern abfiltriert. Durch die am feuchten Leonit anhaftende Flüssigkeit wurden nennenswerte Mengen an MgCl_2 -reicher KMg-Lösung in den nachfolgenden Prozessschritt verschleppt, was dort zu erhöhtem Wassereinsatz und geringeren Prozessausbeuten führt. Untersuchungen haben gezeigt, dass

sich der Anteil an verschleppter KMg-Lösung durch eine Filterkuchenwäsche deutlich reduzieren lässt. Schrittweise konnte die Aufgabe der SML auf den Filterkuchen an beiden Leonit-Bandfiltern implementiert werden. Seit Anfang 2018 wird die Haftlösungsverdrängung auf beiden Bandfiltern routinemäßig betrieben und die anhaftende KMg-Lösung lässt sich ohne nennenswerte Vermischung der beiden Lösungen ins Filtrat verdrängen.

Abbildung 5: neuer Bandfilter in Wintershall



Abbildung 6: SML-Aufgabevorrichtung am neuen Bandfilter Wintershall

Durch die beschriebene Haftlösungsverdrängung an den Bandfiltern wird mehr KMg-Lösung zurückgewonnen und durch Eindampfen entwertet. Dabei entstehen Wertstoff und sogenannte E-Lösung als Prozessabwasser. Für den Betrieb in Wintershall ist es vorteilhafter den Anteil der sogenannten Q-Lösung als Prozessabwasser zu reduzieren und dabei den Anteil der E-Lösung zu erhöhen. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Zusammensetzungen beider Lösungen resultiert hieraus eine bessere Entwertung der Abwässer an Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat und - in Abhängigkeit von der Produktionsmenge - an Kaliumsulfat. Oben beschriebene Vermeidung der Haftlösungsverdrängung im Sulfatbetrieb hat zur Folge, dass im Lösebetrieb weniger Sulfatlösung ankommt und damit auch im Prozess der kalten Nachzersetzung von Carnallit (KNZ) verwertet werden muss. Bei diesem Prozess entsteht Hartsalzmutterlösung. Eine Verminderung von Hartsalzmutterlösung bedeutet im Folgeschritt weniger anfallende Prozessabwassermenge in Form von Q-Lösung in Wintershall.

2.9.3 Prozessanalytik Prozessanalysetechnik (PAT)

Unter Prozessanalysetechnik (PAT), auch Online-Analytik genannt, werden alle Messverfahren zusammengefasst, mit denen Substanzeigenschaften, Konzentrationen und Zusammensetzungen von Stoffströmen in verfahrenstechnischen Produktionsanlagen gemessen werden. Sie ergänzen bzw. ersetzen damit die klassische Laboranalytik. Im Kern geht es beim Einsatz der PAT um eine optimierte Prozessführung. Durch eine kontinuierliche stoffspezifische Überwachung von Prozessen kann die bei K+S schon sehr hohe Produkt-Ausbeute graduell weiter optimiert werden. Dies eröffnet in den Prozessen von K+S somit auch die Möglichkeit der Reduzierung von festen Rückständen und Salzabwasser. An den Standorten des Werkes Werra wurden die F&E-Entwicklungsarbeiten zur besseren Prozessanalysetechnik weiter fortgesetzt. Exemplarisch seien hier einige Projekte zur Prozessanalysetechnik aufgeführt:

- Fabrikbetrieb Hattorf: Kieserit-Bestimmung ESTA
- KKF-Anlage Hattorf: Implementierung von automatisierten Sondenmessungen zur Lösungsanalyse
- Fabrikbetrieb Unterbreizbach: MgCl_2 -Bestimmung in der KVZ-Anlage
- Grubenbetrieb Unterbreizbach: Carnallitbestimmung
- Fabrikbetrieb Wintershall:
 - o K_2O -Bestimmung in der Sulfatanlage
 - o K_2O -Bestimmung in der GK-Anlage (Grobkorn-Kristallisationsanlage)
 - o K_2O -/ NaCl -Analyse Kaliwertstoff ESTA
- Fabrikbetriebe Werra: Entwicklung eines Probenvorbereitungssystems für PAT

Standortübergreifend erarbeitet das Team der Prozessanalysetechnik im AFZ ein standardisiertes, modulares Probenvorbereitungssystem. Mit dem Probenvorbereitungssystem werden feststoffhaltige und temperaturkritische Lösungen vorbereitet, um eine nachgeschaltete Prozessanalysetechnik optimal durchführen zu können. Die erzeugten Messwerte werden online in das Prozessleitsystem übertragen und dienen unmittelbar der verbesserten Steuerung und Regelung der Abläufe, auch der Prozesswasserverbrauch lässt sich reduzieren.

In der KKF-Anlage wurden sechs vollautomatisierte Messstellen, mit einer neu bei K+S eingesetzten Wechselarmatur mit optischen Sensoren, zur Prozesslösungsanalyse

implementiert. Hier werden die Lösungen in Echtzeit gemessen, die Messwerte an das Prozessleitsystem übertragen und so eine optimalere Fahrweise der KKF-Anlage ermöglicht.

2.9.4 Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf

Es wurde eine Verwertung des Kieseritdeckwassers in anderen Betriebsteilen des Standortes Hattorf getestet. Aufgrund der Lösungszusammensetzung (geringe MgCl_2 - und KCl -Gehalte, hoher NaCl -Gehalt) wurde der Einsatz des Kieseritdeckwassers zur Aufbereitung der Rückstände der Heißverlösung und der Kieseritflotation geprüft. Das Ziel der Rückstandsaufbereitung bestand darin, die MgCl_2 -Gehalte dieser Rückstände, die aus anhaftender Lösung stammen, zu minimieren und damit das Aufhaldungs- und Aushärteverhalten zu verbessern. Der Einsatz des Deckwassers im Bereich der Rückstandszentrifugen (Rückstände der Heißverlösung) erwies sich wegen starker Verkrustungen als nicht praktikabel. Der Einsatz des Kieseritdeckwassers zur Haftlösungsverdrängung der Flotationsrückstände ist hingegen möglich und wird entsprechend praktiziert.

2.9.5 Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall

Die versuchsweise Aufbereitung von abgelagerten und ausgebaggerten Beckensalzen aus einem Stapelbecken am Standort Wintershall wurde abgeschlossen. Am Standort Wintershall lagern sich in einzelnen Becken über längere Zeiträume gewisse Mengen an Salzen ab. Es wurde untersucht, ob eine Aufbereitung dieser Salze möglich ist und mit welchen Folgen. Als Ergebnis dieser Prüfung ist festzustellen, dass mit einer Aufbereitung dieser Salze ein weiterer und damit zusätzlicher Salzabwasserfall verbunden ist. Da ein möglicher Nutzen nicht die mit einer Aufbereitung verbundenen Nachteile überwiegt, wird dieser Ansatz nicht weiter verfolgt. Durch eine Modifizierung des Beckenmanagements wird sich zudem auch die Menge an Salzurückständen in Becken deutlich reduzieren, so dass auch vor diesem Hintergrund keine entsprechenden Maßnahmen mehr notwendig sind.

2.10 Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen

Die Produkte aus Eindampfprozessen können entweder als Produkt vermarktet oder in den bestehenden Prozessen als Zwischenprodukt eingebracht werden. So wird z.B. der Kainit aus der KKF in der bestehenden Kaliumsulfat-Anlage genutzt und substituiert hier Kieserit und KCl, das dann als zusätzliches Produkt in die Vermarktung gehen kann.

2.10.1 Langbeinit aus der Eindampfanlage

Bei der Eindampfung der sogenannten E-Lösung am Standort Winterhall fällt als Kristallinat Langbeinit ($\text{K}_2\text{Mg}_2[\text{SO}_4]_3$) an, der mit NaCl verunreinigt ist. Bislang konnte dieser anfallende Langbeinit nicht verfahrenstechnisch weiterverwertet werden, da die Abtrennung von NaCl aufgrund der hohen Temperaturen technisch aufwändig ist. Theoretisch wäre eine Weiterverwendung möglich, deshalb soll eine Nassklassierung getestet werden. Eine Machbarkeitsstudie hierzu soll am Standort Wintershall im Jahr 2018 durchgeführt werden.

2.11 Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder

MgCl_2 -Lösung ist eines der Verkaufsprodukte der K+S und findet in verschiedenen Gebieten u.a. als Mittel im Winterdienst, in Kläranlagen oder als Staubbindemittel Verwendung.

Weitere Anwendungen von MgCl_2 -haltigen Lösungen oder die Herstellung von neuen Produkten aus MgCl_2 -haltigen Lösungen sind ein Forschungsschwerpunkt der Kali-Industrie seit mehr als 100 Jahren. Erwähnt sei z.B. die Herstellung von Magnesiumoxid (MgO) via Hydropyrolyse, die Magnesium-Metallherstellung oder die Herstellung von Bischofit ($\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$). Hierbei sind verfahrenstechnische Lösungsansätze bekannt oder im Markt verfügbar. Allerdings sind bei der Herstellung dieser Produkte die ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen (z.B. Magnesium-Metall-Preis vs. Vollkosten) nicht gegeben. Es entstehen zwangsläufig Koppelprodukte, deren Weiterverarbeitung oder Entsorgung in nennenswerter Menge derzeit nicht möglich ist (z.B. Salzsäure (HCl) aus der MgO -Hydropyrolyse).

2.11.1 Baustoff Sorelzement

Neben MgCl_2 wird MgO benötigt um einen sogenannten Sorelzement herzustellen. Sorelzement wird z.B. für die Herstellung von Industriefußböden benötigt. Zu seinen Vorteilen zählt u. a. die sehr schnelle Festigkeitsentwicklung und die hohe Endfestigkeit, zu seinen Nachteilen die Auswaschbarkeit des Chlorids aus dem abgebundenen Baustoff bei Wassereinwirkung. Eine Möglichkeit die Vermarktbarkeit zu verbessern wäre es, diesen Nachteil zu reduzieren. K+S versucht mit Unterstützung der Fa. ITICON die Qualitätsverbesserung von Sorelzement zu erzielen.

In Versuchen wurden verschiedene Formulierungen auf Sorel-Zement-Basis unter Verwendung von Vorstufen auf MgO - und CaO -Basis hergestellt. Während die Proben auf MgO -Basis (einschließlich der Referenzformulierung) die für Industriefußböden erforderliche Druckfestigkeiten zeigten, die in den erwarteten Bereich (~ 60 MPa) passten, zeigten Proben auf CaO -Basis praktisch keine Festigkeit (< 1 MPa).

Die Eintauchtests (Langzeittests, d.h. die Proben wurden etwa 5 Wochen lang aushärten gelassen und dann für 2 Wochen eingetaucht) zur Wasserfestigkeit zeigten, dass die Druckfestigkeit in allen auf MgO basierenden Proben signifikant abnahm. Die Zugabe von getesteten Zusatzadditiven erhöhte die Druckfestigkeit hierbei nicht. Auch diese Materialproben hatten nach 2 Wochen Eintauchen in Wasser eine reduzierte Druckfestigkeit. Iticon empfiehlt daher, dass zu diesem Zeitpunkt keine zusätzlichen Untersuchungen notwendig sind, da mittels der getesteten Zusatzadditive die Qualitätsverbesserung von Sorelzement nicht zu erzielen ist.

2.11.2 Endlaugenkalk - Walddüngung

Es ist bekannt, dass aus einer Mischung auf Basis von MgCl_2 -Lösung unter Zugabe von gebranntem Kalk (CaO) eine abgebundene Masse entsteht, die aufgemahlen und gesiebt werden kann. Dieses Granulat-Produkt wäre ggf., so die Ausgangshypothese, als kalkhaltiger Walddünger einzusetzen. Es wurden Produktmuster erstellt, die dann, bei Interesse Dritter, auf deren die Bodenstruktur erhaltende und die Bodenversauerung reduzierende Wirkung untersucht werden sollten.

Nach ihren Erfahrungen mit dem alternativen ‚Forstdünger‘ wurden eine ganze Reihe Forstfachleute befragt, im Ergebnis kam übereinstimmend zum Ausdruck, dass die

angebotene Komponente zur mineralischen Ausgleichsdüngung auf Waldböden aus mehreren Gründen nicht nachgefragt werden wird. Sollte eine mineralische Nährstoffzufuhr von Magnesium erforderlich sein, so käme in der Regel ein Mg-haltiger kohlen-saurer Kalk (Dolomit) zum Einsatz, sodass die Mg-Komponente mit am Markt verfügbaren, günstigen Düngern zuzuführen wäre. Außerdem wird der ca. 15 % Chloridgehalt der alternativen Mischung (MgCl_2 -Lösung + CaO) kritisch gesehen, da die Forstkulturen empfindlich auf zu hohe Chloridzufuhr reagieren. Daher wurden bislang Magnesium und Kalium im Wald nur in sulfatischer Form ausgebracht. Dieser Weg, ‚Endlaugenkalk‘ und damit MgCl_2 -Salzabwässer in Verbindung mit CaO in der Forstdüngung zu verwerten, wird aufgrund der nicht zu erwartenden Marktakzeptanz nicht weiter verfolgt.

2.12 Optimierung der Salzlaststeuerung

Die optimale Einleitung der Salzabwässer der unterschiedlichen Werra-Standorte unter Berücksichtigung der diffusen Einträge ist Ziel des Salzwassermanagements. Hierbei werden die Salzabwässer aus den unterschiedlichen Stapelbecken der Standorte derart eingeleitet, dass eine Einhaltung der Grenzwerte (Chlorid, Magnesium, Kalium) am Pegel Gerstungen sichergestellt wird.

2.12.1 ICP - Mess- und Analytikraum

Das in einem mehrjährigen Entwicklungsprojekt von AFZ und Werk Werra konzipierte Probenahme-, Probenvorbereitungs- und Analysekonzept für die Salzfrachtsteuerung ist mit der Installation eines neuartigen und vollautomatisierten Aufbaus zur parallelen Probenahme von vier in ihrer Salzkonzentration unterschiedliche Flüssigprobenströmen in die Umsetzungsphase gegangen. Zur Inbetriebnahmephase gehören in Zusammenarbeit mit dem Lieferanten und dem AFZ umfangreiche Versuche um den dauerhaften Online-Betriebs sicher zu stellen. Der Dauerbetrieb ist für das zweite Quartal 2018 vorgesehen.

Abbildung 7: Automatisierte Probenvorbereitung im Mess- und Analytikraum Wintershall

Der vollautomatisierter Aufbau zur parallelen Probenvorbereitung ist an die vorhandene Online-ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy) zur kontinuierlichen Überwachung des Werrawassers angeschlossen und für den Anschluss einer weiteren redundanten Online-ICP-OES vorbereitet

Die relevanten Grenzwertparameter Kalium, Magnesium, Calcium und Chlorid werden kontinuierlich überwacht. Nach Abschluss der Testläufe des Online-ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy) auf dem Standort wurde das Bedienpersonal geschult, seitdem erfolgt in Wintershall der Online-Betrieb zur Salzfrachtsteuerung. Zur Erweiterung des Messumfangs und gleichzeitiger Redundanz wurde 2017 die Beschaffung eines weiteren Online-ICP-OES angestoßen. Gleichzeitig wird damit die Online-ICP-OES aus dem Jahr 2002 ersetzt werden, die softwaretechnisch nicht mehr kompatibel mit der automatisierten Probenvorbereitung ist. Der vollautomatisierte Aufbau zur parallelen Probenvorbereitung ist an die vorhandene Online-ICP-OES zur kontinuierlichen Überwachung des Werrawassers angeschlossen und für den Anschluss einer weiteren redundanten Online-ICP-OES vorbereitet. Die

Koppelung des neuen Online-ICP-OES an das automatische Probenvorbereitungssystem wird Anfang 2018 abgeschlossen.

Abbildung 8: Online-ICP-OES und Probenvorbereitungssystem im Mess- und Analytikraum



2.13 Sonstiges

Der von der FGG Weser verabschiedete Masterplan Salzreduzierung differenziert zwölf F&E Teilvorhaben oder Projektbereiche. In diesem Kapitel werden Maßnahmen beschrieben, die keinem der voran gegangenen Kapitel zugeordnet werden können.

2.13.1 Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden

An ausgewählten Böden aus dem Umfeld der Halde Hattorf wurden im AFZ Untersuchungen durchgeführt. In der Untersuchungsreihe wurden die pH-Wert-Absenkung bei Mischung der Böden mit synthetischen und natürlichen Haldenwässern untersucht und Spurenbestandteile analysiert. Weiterhin wurde die Wirkung der Beimengung von Kalk untersucht. Dazu wurden die am Standort Hattorf vorliegenden Böden im Batchversuch in An- und Abwesenheit von Kalk mit Haldenwasser versetzt und – unter

beschleunigten Reaktionsbedingungen – die flüssige Phase über längere Versuchszeiträume analysiert. Des Weiteren wurden durch die upi Stendal mehrere Säulenversuche mit Laufzeiten bis > 1 Jahr initiiert, die die In-Situ-Verhältnisse und Reaktionen sowie deren Geschwindigkeit abbilden.

Darüber hinaus befindet sich ein umfangreiches Forschungsprogramm mit der TU Cottbus, dem Deutsche Geo-Forschungs-Zentrum und der Universität Jena in Planung bzw. Umsetzung. Das am Standort aufgetretene Phänomen findet gruppenweit Beachtung.

Die Ergebnisse betätigen, dass die durch die Reaktion von mineralisierten Sickerwässern und dem natürlichen Boden hervorgerufene pH-Absenkung im Sickerwasser durch die Einmischung von Kalk in den Boden verhindert werden kann. Die untersuchten technischen Maßnahmen (Zugabe von 5 - 10 Gew.-Prozent Kalkgestein) können den pH-Wert über Jahrzehnte nachhaltig stabilisieren, so dass durch die Bodenverbesserung mittels Einfräsen von Kalkgestein in die quartäre Bodenzone der Schwermetall- und Aluminiumanfall im Untergrund deutlich und langfristig reduziert werden kann.

Um die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der technischen Maßnahme sicherzustellen und ständig zu verbessern, werden die Laborversuche fortgesetzt, fortlaufend angepasst und optimiert. Hierbei werden verschiedene Puffermaterialien und Einbauweisen getestet, die speziell zugeschnitten sind auf die Anforderungen der geplanten Haldenerweiterungsfläche. Ziel ist es, situationsgerechte, geeignete und wirksame Maßnahmen zur Verminderung der Schwermetallmobilisierung zu erproben und zu optimieren. Diese Untersuchungen zu Maßnahmen gleicher oder besserer Eignung werden derzeit fortgesetzt.

2.13.2 Versuche zur Abbindung von Prozesswässern mit Zuschlagsstoffen ,Maßnahme B‘

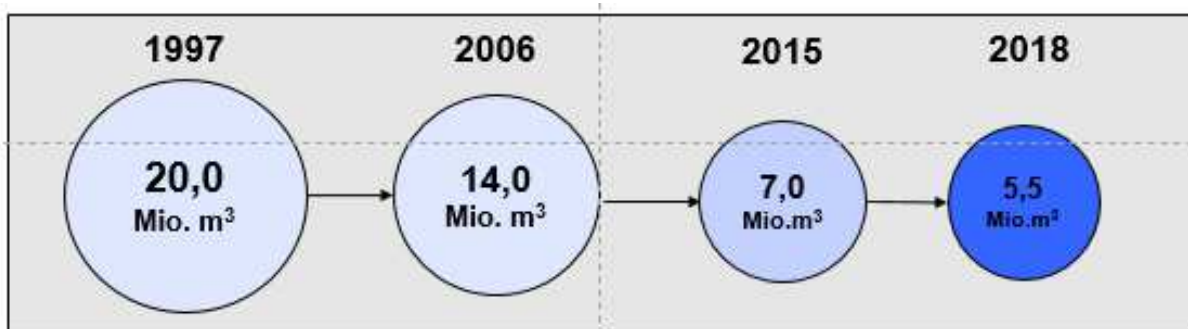
Im Kontext der Untersuchung zur Einstapelung von Prozesswässern unter Tage (soll weiterhin überprüft werden, ob $MgCl_2$ -haltige Prozesswässer mittels Zugabe von Bindemitteln (z.B. Bypass-Stäube, Dolomitmalkhydrat und Magnesiumoxid) in eine gebundene, stichfeste und unter Tage versetzbare Form gebracht werden können.

Hierzu werden Versuche im AFZ und bei Dritten (u.a. K-UTEC) durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung sowie die Versuchsergebnisse sind im Band II - technische Konzepte der Konditionierung gemäß den Maßnahmen A, B und C dargestellt.

3 Fazit

In den vergangenen Jahren ist es K+S auf Basis intensiver F&E Tätigkeit gelungen, große Investitionsprojekte umzusetzen und hierbei signifikante Schritte in der Salzwasserreduktion in Volumen und Fracht zu realisieren. Die Salzabwassermenge wurde ausgehend von 20 Mio. m³/a in 1997, auf 14 Mio. m³/a in 2006 und auf 5,5 Mio. m³/a in 2018 gesenkt.

Abbildung 9: Entwicklung der Salzabwasserreduktion am Standort Werra



Wie in diesem Bericht dokumentiert, führt K+S auch weiterhin eine Vielzahl an F&E Projekten durch, um sich noch weitere Schritte auf diesem Reduktionspfad zu gehen.

Allerdings, so zeigen auch die aufgeführten Projekte, werden die zu erwartenden Effekte der einzelnen Schritte in der Tendenz geringer ausfallen als in der Vergangenheit. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass durch K+S in den letzten Jahren entsprechende Eindampfkapazitäten auf den Werken implementiert wurden, so dass fast alle Prozessabwässer eine MgCl₂-Konzentration von ca. 300 g/l aufweisen. Beispielsweise werden fast alle Prozessabwässer des Standortes Hattorf nun in der KKF eingedampft und dadurch in Bezug auf MgCl₂ aufkonzentriert. Dies wiederum impliziert, dass weitere Volumen- und Frachtreduktionen nur noch schwer realisierbar sind. Grundsätzlich werden Veränderungen im Volumenanstieg der Prozessabwässer aufgrund dieser Rahmenbedingung perspektivisch eher im Bereich von < 500.000 m³ liegen können.

Eine Vielzahl der durchgeführten F&E-Vorhaben zielen auf eine Erhöhung der Ressourceneffizienz (Energieeinsatz, Wasserverbrauch, Wertstoffausbeuten bezogen auf das eingesetzten Rohsalz) und folgen daher nicht mehr in erster Linie dem Ziel einer Volumenreduktion und damit verbunden der Verlagerung der im Salzabwasser enthaltenen Salzfrachten hin zu festen Salzlückständen wie in der Vergangenheit.

Im Rahmen des flankierenden Monitorings wird sich die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen in Summe an Hand der Salzabwassermengen und Frachten sowie der Mengen an festen Rückständen und deren Zusammensetzung dokumentieren.

Für zukünftige F&E-Vorhaben rücken die Fragen einer optimierten Entsorgung (z.B. Einstapelfähigkeit) der Prozessabwässer unter Tage oder einer Verwertung von $MgCl_2$ -reichen Salzlösungen in den Fokus der Betrachtung.

In Bezug auf die Haldenwässer liegt der Schwerpunkt, so zeigen dies die aktuellen und auch zukünftigen Projekte, bei der Haldenwasserminimierung durch eine verbesserte, effektive Haldenabdeckung.

Im Bemühen um eine gute und kontinuierliche Kommunikation wird K+S den Verlauf der einzelnen Forschungsprojekte bis zum nächsten Jahresbericht in Form einer Statustabelle quartalsweise dokumentieren.

4 Anlagen

Anlage I:

Durchführung einer Machbarkeitsstudie von K-UTEC AG Salt Technologies, Projektphase 1 - Konzeptstudie „Technisches Konzept zur Aufbereitung der anfallenden Produktionswässer und Haldenwässer der Werke Werra und Neuhofer mit dem Ziel der SOP Herstellung und Kostenschätzung.

Anlage II:

Abtrennung von Sulfat aus konzentrierten Salzlösungen mittels Nanofiltration – Machbarkeitsuntersuchung, Versuchsbericht Vb 2017-001 von R. Hornung, H+E GmbH, Stuttgart.

10.3 Risikoübersicht der Firma K+S GmbH



K+S KALI GmbH

Projektrisiken Stand 01/2018

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	keine	

Projektrisiken Einstapeln und Versatz u. T.

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	Eingeschränkte Verfügbarkeit der zugesicherten internen Projektressourcen	Sofern interne Kompensation nicht möglich, externe Bearbeitung in einigen Teilbereichen vorstellbar
2	Abhängigkeit von externen Gutachtern	Alternative Bearbeitung bzw. zusätzliche Bearbeiter eingeschränkt / nicht möglich
3	Kapselung/Schachtverschlüsse nicht möglich	Alternative Areale / Keine
4	Keine Zulassung durch Untertage-Deponie/Untertage-Verwertung/Standssicherheit	nur Grubenhohlräume ohne Untertage-Deponie/Untertage-Verwertung → Neuhof-Ellers oder Merkers/Springen ggf. weitere Werke Sigmundshall, Salzdetfurth, Siegfried-Giesen
5	Unverhältnismäßig hohe Kosten	Keine (signifikante Reduzierung möglich), Einstellung Produktion
6	Keine Areale für verträgliche Einstapelung nach Konditionierung vorhanden (Maßnahme A - flüssig)	alternative Areale für Maßnahmen B und C auswählen
7	Keine Areale, keine ausreichende Materialien für verträgliche Einstapelung vorhanden oder keine Zulassungsfähigkeit zu erwarten (Maßnahme B – gebunden)	Areale für Maßnahme C auswählen
8	Keine ausreichenden Materialien für verträgliche Einstapelung vorhanden oder keine Zulassungsfähigkeit zu erwarten (Maßnahme C – fest)	Keine

Projektrisiken Einstapeln und Versatz u. T.

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
9	Umlösepotential durch das Einbringen der Lösungen führt zur unverträglichen Schwächung der Festen	Lösungszusammensetzung verändern, alternative Salzformationen wählen, Kapselung, Lösefläche an den Tragelementen verringern
10	Auswirkungen von unverträglichen CO ₂ -Ereignissen auf das Einstapeln	Areale ohne CO ₂ -Gefährdung auswählen, Kapselung
11	Vorlauf länger als bis 2021 (Genehmigung, Beschaffung, Bau)	Keine
12	Keine Nachweisführung für Begrenzung auf ein zulässiges Umlösevermögen (geochemisch, geotechnisch)	Keine
13	Keine geeignete Stoffe (Maßnahme B - gebunden)	Keine

Projektrisiken Haldenabdeckung

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	Versagung der Genehmigung des HVH's (Halbtechnischer Versuch) oder nach Teilschritten (BVH=Betriebsversuch, Regelbetrieb)	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführliche Voruntersuchungen und begleitende Untersuchungen • laufende Prüfung von Alternativmaterialien • Prüfung alternativer Abdeckmaßnahmen (IHS=Infiltrationshemmschicht, Folie) • laufende Prüfung von Alternativen zur Abdeckung • Fachgespräche mit Behörden
2	Schadlose Verwertung des vorgesehenen Abdeckungsmaterials kann nicht nachgewiesen werden – Genehmigung wird versagt	<ul style="list-style-type: none"> • umfangreiche Laboruntersuchungen zum Eluationsverhalten (auch Langzeitverhalten) • Gutachten zur schadlosen Verwertung (Staub, Grundwasser, Abwasser) • Untersuchungen zur Schadstoffaufnahme durch Pflanzen • Wäsche des Materials • laufende Suche nach / Prüfung von unbelasteten Alternativmaterialien
3	Technische Eignung (z.B. Schüttverhalten, Standsicherheit) des Abdeckmaterials ist im Feldversuch nicht gegeben Standsicherheit kann im Versuch bzw. langfristig nicht nachgewiesen werden	<ul style="list-style-type: none"> • Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen • Sicherheitszone außerhalb des Haldengrabens • Laborversuche • regelmäßige Befahrung • ständiges Monitoring • Definition standsicherer Materialmischungen • stufenweise Entwicklung der Abdeckung Labor/HVH/BVH/GA
4	Materialmengen sind logistisch nicht handelbar	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Lager- und Transportmöglichkeiten • Abdeckung nur mit geringeren Mengen → längere Abdeckdauer

Projektrisiken Haldenabdeckung

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
5	Änderung der Materialeigenschaften im Laufe der Zeit	<ul style="list-style-type: none"> • ständige Verfolgung der Marktentwicklung und der technischen Entwicklung • laufende Prüfung von Alternativmaterialien • Bestimmung von „Bandbreiten“ für relevante Parameter (Standicherheit, Schadstoffgehalte, ...)
6	Materialverfügbarkeit ist wider Erwarten nicht gegeben	<ul style="list-style-type: none"> • ständige Verfolgung der Marktentwicklung und der technischen Entwicklung • Flexibilität durch Erforschen mehrerer, einsatzfähiger Materialmischungen • Bestimmung von „Bandbreiten“ für relevante Parameter (Standicherheit, Schadstoffgehalte, ...)
7	Starke Erosionserscheinungen vor Begrünung	<ul style="list-style-type: none"> • Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen • ausreichendes Vorfeld zwischen Aufstandsfuß und Haldengraben • Sicherheitszone außerhalb des Haldengrabens • Begrünung • regelmäßige Befahrung • ausreichendes Fachpersonal
8	Ausbleibende Vegetation	<ul style="list-style-type: none"> • (gezielte) Bewässerung • (gezielte) Düngung • Nachsaat • spezielle Pflanzenansaat in Teilbereichen • Oberflächenbearbeitung (Aufrauung, Begrünungs-matten)

Projektrisiken Haldenabdeckung

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
9	Hoher Nachsorgeaufwand	<ul style="list-style-type: none">• selbstheilendes Material• gezielte Förderung einer effektiven Begrünung
10	Aufstandsfläche für Abdeckung nicht ausreichend	<ul style="list-style-type: none">• Durchführung einer Umweltverträglichkeits-prüfung• Ableitung und Umsetzung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen für Umweltauswirkungen• umfangreiches Monitoringkonzept
11	Ungleichmäßiges Auflösen des Rückstandsalzes unter der Abdeckung – Einbrüche	<ul style="list-style-type: none">• kein Materialwechsel• möglichst homogenes Material• gleichmäßige Begrünung• selbstheilendes Material• Verfüllung von Rissen, Rinnen, Senken

Gesamtbewertung der Risiken

Aus heutiger Sicht ist der Eintritt der im einzelnen genannten Risiken, soweit bewertbar, weniger wahrscheinlich.

Diese Einschätzung beruht auf der Sicht von K+S und berücksichtigt nicht die Bewertung durch Genehmigungsbehörde oder deren Fachgutachtern.

Projektrisiken Versuche zum innovativen Erosionsschutz

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
<i>I. Physikalische Sperren - Geotextil</i>		
1	Schüttwinkel unterscheidet sich von Schüttwinkel der Haldenflanke; weitere Schüttversuche nicht zielführend	<ul style="list-style-type: none"> • Ton-Schüttungen mit anschließender Begrünung auf ebenen Flächen/Haldentop denkbar; s. IV.
<i>II. Biologische Unterstützung der Verdunstung und Stabilisierung durch Förderung der natürlichen Sukzession</i>		
1	Laborversuche: Direktbegrünung schwierig aufgrund des Salzgehaltes	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung durch Kompost, Dünger → Ansaatversuche an Haldenflanke im Althaldenbereich, s. u.
2	weitere Versuche mit Bodenverbesserern nicht zielführend	
3	Ansaatversuche an Haldenflanke im Althaldenbereich gut, allerdings Risiko längerer Trockenphasen	<ul style="list-style-type: none"> • Beobachtung • Nachdüngung • ggf. Parzellen mit salztoleranten Pflanzen ergänzen • Erkenntnisgewinn für mögliche Abdeckung Haldentop
4	Ansaatversuche nur im Althaldenbereich möglich (Tonanreicherung)	
5	keine großflächige Begrünung möglich, Verdunstungsrate in teilbegrüntem Flächen max. 30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweichen auf Haldentop

Projektrisiken Versuche zum innovativen Erosionsschutz

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
III. Stabilisierung der SELMA-Ton-Schicht (SElektive MAhlung) durch Zuschlagstoffe; ggf. System analog IHS (Infiltrationshemmschicht) in ZI		
1	<ul style="list-style-type: none"> Verfügbarkeit des SELMA-Tons: wäre für Versuche ausreichend, jedoch nicht zur Abdeckung größerer Flächen bei gleichzeitiger Nutzung auf dem Haldentop → Flankenschüttversuche mit chemisch stabilisiertem SELMA-Ton nicht zielführend 	
2	Bodenmechanische Untersuchungen SELMA-Ton, Rückstand, Zuschlagstoffe im Labormaßstab ergebnisoffen	
3	Begrünbarkeit nicht bekannt	

Bisherige Versuchsergebnisse zum innovativen Erosionsschutz stellen keine Basis für ein Konzept zur Abdeckung einer Haldenflanke NE dar.

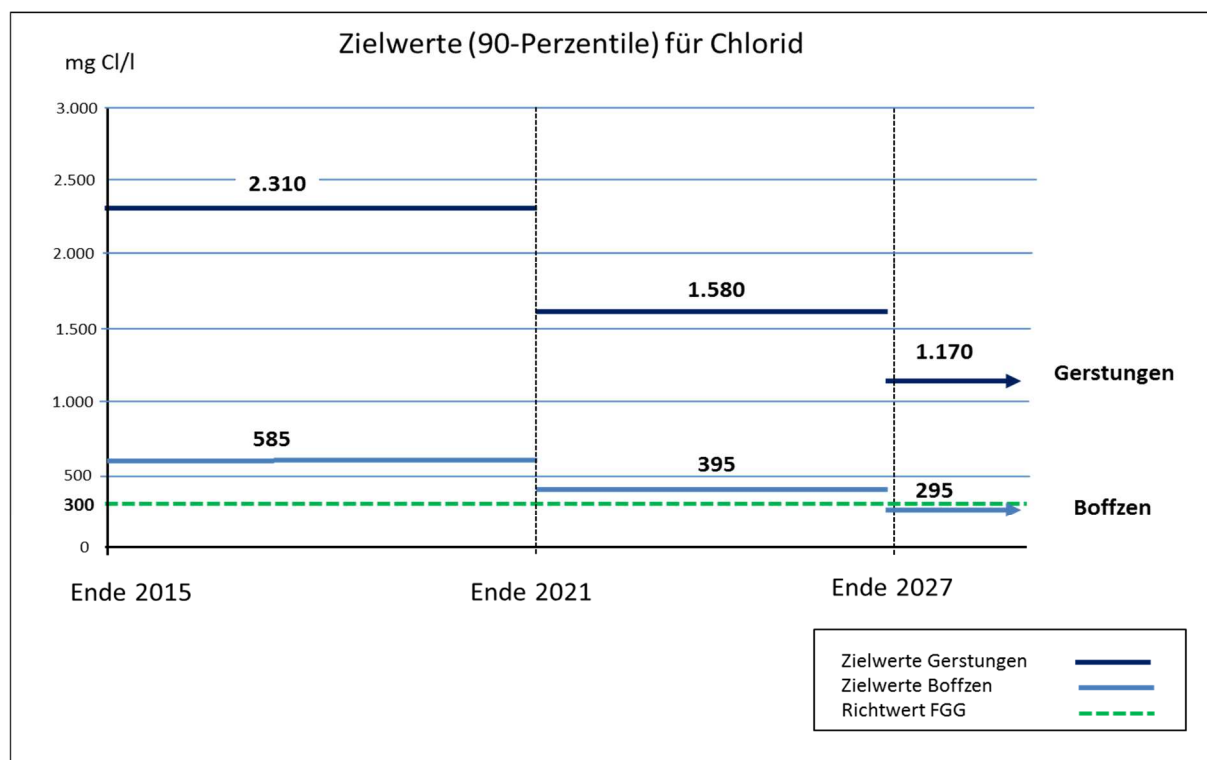
Projektrisiken Versuche zum innovativen Erosionsschutz

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
IV. (Teil-)Abdeckung Haldentop mit SELMA-Ton (nur endbeschüttete Bereiche)		
1	Verfügbarkeit SELMA-Ton	<ul style="list-style-type: none"> • Abdeckung Teilflächen • Ausweichen auf andere Materialien (Z1.1, Z0 oder Folie) • Prüfung alternativer Abdeckmaßnahmen, z. B. Polder – standortübergreifende Bearbeitung
2	Technische Umsetzung; Standfestigkeit SELMA-Ton in hoher Schichtdicke	Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen <ul style="list-style-type: none"> • regelmäßige Befahrung • ständiges Monitoring • Schichtenaufbau (Drainschicht,...)
3	unterschiedliche Ablaugung Ton/Salz, keine großflächige Begrünung möglich	
4	Abdeckung mit SELMA ist nicht ausreichend hinsichtlich seiner Eignung als begrünbares Abdeckmaterial untersucht (Ton-Salzsicht 30/70); Untersuchungen benötigen sicherlich 2 a	
5	Verdunstungsrate in teilbegrünten Flächen max. 30 %	

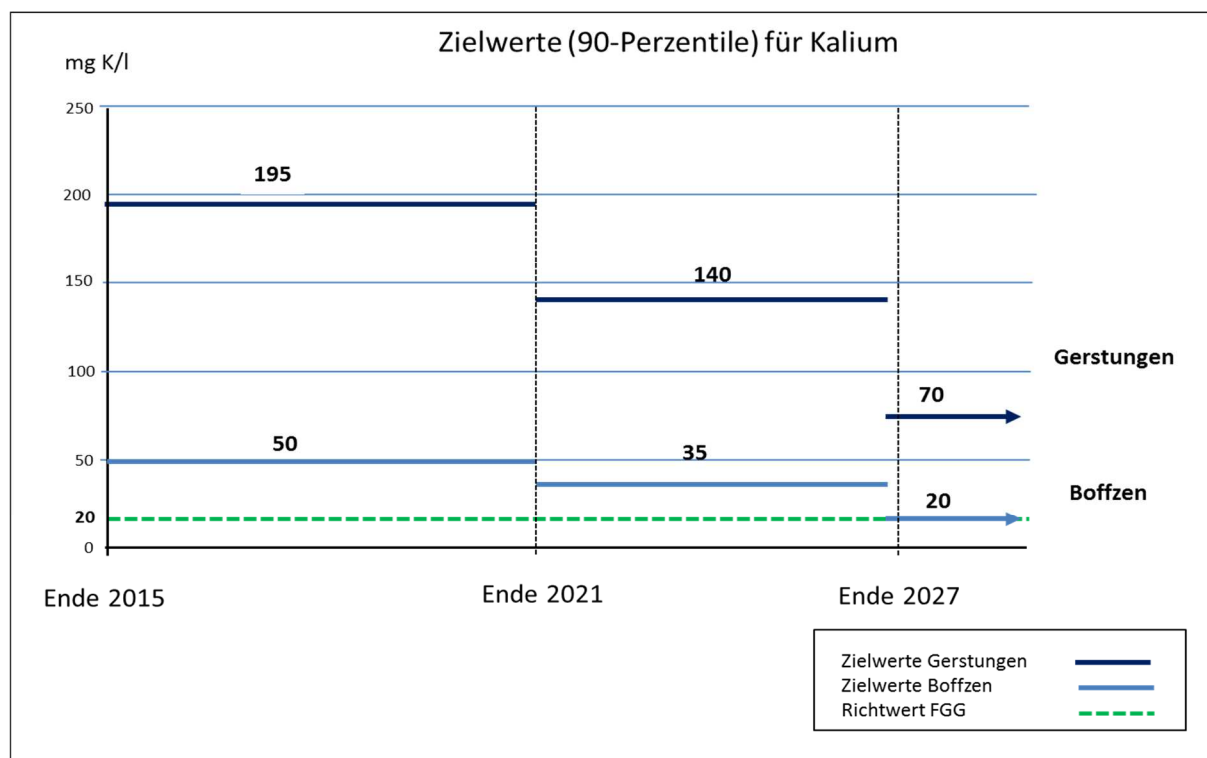
Projektrisiken EFLOW sog. „Werra Bypass“

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	Planfeststellungsverfahren: Beginn des Verfahrens und Erörterungstermin finden später als geplant statt	<ul style="list-style-type: none"> Beratung mit Behörden und unterstützende Gespräche Erwirken eines möglichst frühen Scoping-Termins Abfrage/Abstimmung über die „Bearbeitungsreife der Unterlagen“
2	Aufgrund fehlender Betretungsrechte können Grundlagen für genehmigungsfähige Antragsunterlagen nicht erstellt werden	<ul style="list-style-type: none"> Gespräche mit Eigentümern intensivieren Unterstützende Gespräche Die möglichen Planungen vorziehen (soweit möglich und sinnvoll)
3	Einleiterlaubnis (i.W. vor Ort) liegt nicht rechtzeitig vor	<ul style="list-style-type: none"> Frühzeitige Abstimmung (intern und extern) bzgl. der Antragsgegenständen Frühzeitige Gespräche mit den Behörden zur Antragstellung und Durchführung des Verfahrens sowie zu möglichen Szenarien
4	Klüftiger Untergrund an den Weserhängen kann zur Nicht-Umsetzbarkeit der Querung führen. Eine Anbindung der Suchräume (A, B und J) an den Einleitbereich Gieselwerder ist dann nicht möglich (nur noch über die sog. Nordvariante).	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung eines Fachgutachtens als Entscheidungsgrundlage Durchführung ergänzender Erkundungsarbeiten Fortsetzen der Untersuchungen / Planungen zur Anbindung Einleitbereich Wahmbeck
5	Konkurrenzsituation mit der Windkraft (Überlappung) mit evtl. Auswirkungen auf das Speichervolumen und Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Gespräche mit Energiegenossenschaft Reinhardswald (EGR) zu den konkreten Aufstellungsorten Synergien mit Windkraftbetreibern bei Untersuchungen zu Baugrund / Standfestigkeit nutzen
6	Beschaffungsmarkt: Kapazitäten (für Personal, Material und Dienstleistungen allgemein) stehen nicht ausreichend zur Verfügung	<ul style="list-style-type: none"> Erarbeitung eines Beschaffungskonzeptes frühzeitige vertragliche Sicherungen ("Wartegeld") der benötigten Dienstleistungen unter Berücksichtigung von Rücktrittsoptionen
7	Rahmenvertrag mit dem hessischen Bauernverband (BV) fehlt und wird nach der landesplanerischen Beurteilung zum ROV geschlossen (Leitungsrechte können erst dann erworben werden)	<ul style="list-style-type: none"> Gestattungsverträge ohne Rahmenvertrag mit BV schließen (Einzelvereinbarungen) Intensivierung der Gespräche mit Funktionären des BV auf allen Ebenen

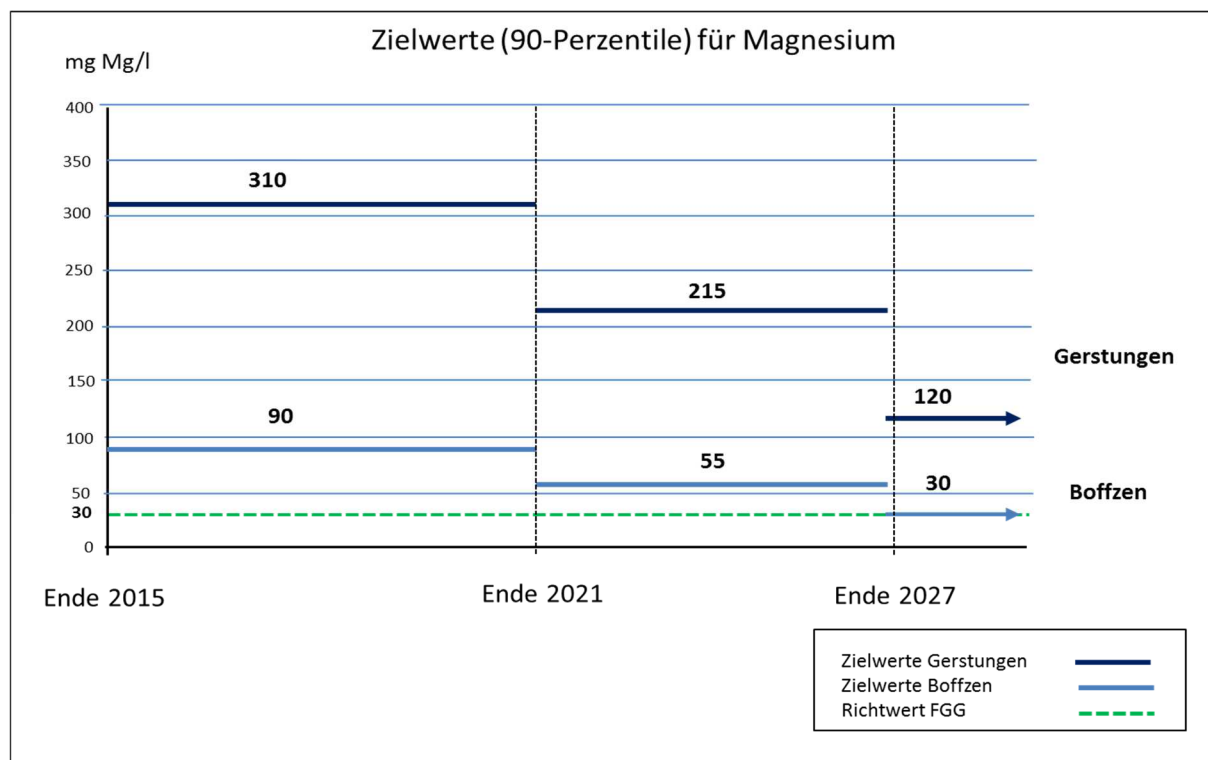
10.4 Zielwertkonzept der FGG Weser



Festlegung von Zielwerten für die Pegel Gerstungen und Boffzen hinsichtlich der Chloridkonzentration (FGG Weser, 2016a)



Festlegung von Zielwerten für die Pegel Gerstungen und Boffzen hinsichtlich der Kaliumkonzentration (FGG Weser, 2016a)



Festlegung von Zielwerten für die Pegel Gerstungen und Boffzen hinsichtlich der Magnesiumkonzentration (FGG Weser, 2016a)