



EG-Wasserrahmenrichtlinie

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

Berichtsjahr 2019



Herausgeber:

Flussgebietsgemeinschaft Weser
An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
(Vorsitz der Flussgebietsgemeinschaft)
Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen
Contrescarpe 72, 28195 Bremen

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:

Geschäftsstelle der FGG 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

© FGG Weser, Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
Abkürzungsverzeichnis	vii
1 Einleitung	1
1.1 Hintergründe.....	1
1.2 Besonderheiten des Jahres 2019 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen.....	1
2 Stand der Umsetzung des MNP 2015 bis 2021 - Salz	3
2.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage).....	4
2.2 Haldenabdeckung.....	4
2.3 Einstapeln und Versatz.....	8
2.4 F+E-Vorhaben.....	9
2.5 Flankierendes Monitoring.....	11
2.6 Beendigung der Versenkung.....	11
2.7 Risikomanagement.....	14
2.8 Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung.....	15
3 Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2019	17
3.1 Hydrologie.....	18
3.1.1 Abflussverhältnisse Werra.....	18
3.1.2 Abflussverhältnisse Weser.....	19
3.2 Rohsalzverarbeitung.....	20
3.3 Entsorgung der festen Rückstände.....	20
3.4 Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung.....	21
3.4.1 Salzabwassermengen.....	21
3.4.2 Entwicklung des spezifischen Salzabwasseranfalls.....	23
3.4.3 Chlorid-, Kalium- und Magnesiumbilanzen.....	23
3.5 Salzfrachten und -konzentrationen 2019.....	26
3.5.1 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Gerstungen 2019.....	26
3.5.2 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2019.....	30
3.5.3 Monatliche Frachten an den Messstellen an Werra und Ulster.....	33
3.6 Grundwassermonitoring.....	36
4 Zusammenfassung und Ausblick	37
5 Literatur	39
6 Glossar	40
7 Anhang	43
7.1 Sachstandsbericht 2019 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH.....	43
7.2 F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2019 der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH.....	44

7.3	Risikoübersicht der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH	45
7.4	Zielwertkonzept der FGG Weser	46

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Monatliche Versenkmengen der Jahre 2017 bis 2019	12
Abb. 2:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben 2017 bis 2019	13
Abb. 3:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal 2017 bis 2019	13
Abb. 4:	Messstellen zur Überwachung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung. ...	17
Abb. 5:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2018 und 2019 mit den langfristigen Mittel- werten am Pegel Gerstungen/Werra	19
Abb. 6:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2018 und 2019 mit den langfristigen Mittel- werten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Höxter	19
Abb. 7:	Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung, Transport und des spezifischen Salzabwasseranfalls	23
Abb. 8:	Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019.....	27
Abb. 9:	Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019.....	27
Abb. 10:	Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019	28
Abb. 11:	Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019.....	28
Abb. 12:	Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019	29
Abb. 13:	Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019.....	29
Abb. 14:	14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2019.....	30
Abb. 15:	Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019.....	31
Abb. 16:	14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019.....	31
Abb. 17:	Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019	32
Abb. 18:	Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019	32
Abb. 19:	Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019.....	33
Abb. 20:	Schema der Eigenkontrollstellen der K+S.....	34
Abb. 21:	Chloridtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	35
Abb. 22:	Magnesiumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	35
Abb. 23:	Kaliumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster	35

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Im Jahr 2019 per Bahn und LKW transportierte Mengen von Halden- und Prozesswasser	2
Tab. 2:	Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2019, Anhang 7.1)	7
Tab. 3:	Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2019, Anhang 7.1)	8
Tab. 4:	Stand der in Planung oder Umsetzung befindlichen F+E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum (gem. Sachstandsbericht K+S, Anhang 7.1)	10
Tab. 5:	Vergleich des Umsetzungsstands mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan (FGG Weser, 2016b)	15
Tab. 6:	Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 bis 2019	20
Tab. 7:	Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 bis 2019	20
Tab. 8:	Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser sowie Beckenbestände	21
Tab. 9:	In die Werra eingeleitete, versenkte sowie transportierte Salzabwassermengen	22
Tab. 10:	In die Werra eingeleitete Salzfrachten und deren Zusammensetzung	22
Tab. 11:	Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung	22
Tab. 12:	Chloridbilanz für den Pegel Gerstungen	25
Tab. 13:	Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen	26
Tab. 14:	Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen	26

Abkürzungsverzeichnis

AFZ	Analytik- und Forschungszentrum
AG	Arbeitsgruppe
BGBI	Bundesgesetzblatt
BUND	Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland
BWP	Bewirtschaftungsplan
Ca	Calcium
CO ₂	Kohlendioxid
DEUSA	Deutsche Solbergwerke und Aufbereitungs GmbH
EDA	Eindampfanlage
ESTA	Elektro-Statistische Aufbereitung (trockenes Trennverfahren)
F+E	Forschung und Entwicklung
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
HA	Standort Hattorf
HVH	Halbtechnischer Versuch Haldenabdeckung
KCl	Kaliumchlorid
KKF	Kainit-Kristallisation-Flotation
Mg	Magnesium
MgCl ₂	Magnesiumchlorid
MgSO ₄	Magnesiumsulfat
MNP	Maßnahmenprogramm
MQ	Mittlerer Abfluss
NaCl	Natriumchlorid
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
PAT	Prozessanalysetechnik
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1 Einleitung

Der Statusbericht Salz ist ein jährlicher Bericht, der seit 2016 die interessierte Öffentlichkeit über den Umsetzungsstand des Maßnahmenprogramms zur Reduzierung der Salzbelastung an Werra und Weser sowie über die aktuelle Gewässergüte in Bezug auf die Salzbelastung informiert. Der hier vorliegende Statusbericht umfasst das Berichtsjahr 2019.

1.1 Hintergründe

Die Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser) hat die „Salzbelastung der Werra und Weser durch den heutigen und ehemaligen Kalibergbau“ nach wie vor als eine wichtige Frage der Gewässerbewirtschaftung festgestellt (FGG Weser, 2019).

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 2015 bis 2021**) (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 Potenzial in den Wasserkörpern der Weser bzw. der bestmögliche ökologische Zustand in den Wasserkörpern der Werra erreicht wird (s. Anhang 7.4).

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. Nach diesen Kriterien wurden 7 Grundwasserkörper mit einer Fläche von insgesamt ca. 1.280 km² als salzbelastet eingestuft.

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 2015 bis 2021**)“ (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 Minerals and Agriculture 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. Wie bereits 2017 und 2018 hat sich die Arbeitsgruppe auch 2019 weiterhin viermal getroffen.

1.2 Besonderheiten des Jahres 2019 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen

Wie im MNP Salz 2015 bis 2021 festgelegt, wurde das Raumordnungsverfahren für die Salzabwasserleitung zur Oberweser fortgeführt, dieses Vorhaben dann aber auf Grundlage des Beschlusses der FGG Weser zum Verzicht auf die Oberweserleitung im Jahr 2019 beendet.

Die Erweiterung der Halde Hattorf (Phase I) wurde 2018 genehmigt und wird derzeit umgesetzt. Die erteilte Genehmigung bezieht sich auf eine rund 27 Hektar große Fläche, die sich nordwestlich an die bestehende Halde anschließt. Sie bietet Raum für fünf bis sechs Jahre Beschüttung. Darüber hinaus befindet sich die Phase II der Haldenerweiterung in Planung. Die Kapazität soll bis Anfang der 2040er Jahre reichen.

Für die geplante Haldenerweiterung am Standort Wintershall hat K+S die Antragsunterlagen erstmals im April 2018 eingereicht. Bereits im Vorfeld und während des laufenden Genehmigungsverfahrens

wurde die Öffentlichkeit im Rahmen mehrerer Informationsveranstaltungen, durch Flyer und Informationen auf der K+S-Website umfassend über das Vorhaben informiert. Nach der Vollständigkeitsprüfung der Antragsunterlagen durch das Regierungspräsidium (RP) Kassel und der Öffentlichkeitsbeteiligung im Sommer 2019 fand der Erörterungstermin im November 2019 statt. Im Dezember 2019 erteilte das Regierungspräsidium Kassel die Zulassung zum vorzeitigen Beginn.

Für die Entsorgung der Prozessabwässer und der Haldenwässer standen im Jahr 2019 weiterhin der Weg über die Einleitung in die Werra und die Versenkung zur Verfügung. Reichten aufgrund länger andauernder niedriger Wasserführung der Werra beide Entsorgungswege nicht aus, konnten Teilmengen der Salzabwässer per LKW und/oder Bahn zu geeigneten Gruben oder Gaskavernen transportiert und dort entsorgt bzw. für Verwehrungsarbeiten genutzt werden.

Im Jahr 2019 schwankten die Tageswerte für den Durchfluss der Werra am Pegel Gerstungen zwischen 5,3 m³/s und 106,8 m³/s (s. a. Kap. 3.1). Im arithmetischen Mittel ergibt sich aus den Tagesdaten damit ein Jahreswert von MQ = 21,8 m³/s. Im Vergleich zum sehr trockenen Jahr 2018 (MQ = 25,3 m³/s) liegt der Durchfluss somit im Jahr 2019 nochmals im Mittel um 3,5 m³/s niedriger. Für die Monate Januar, Mai, Juni und Oktober lagen die monatlichen mittleren Durchflüsse der Werra am Pegel Gerstungen im Bereich der üblichen Wasserführung. In den anderen Monaten des Jahres 2019 lagen die Durchflüsse der Werra teilweise deutlich unter den Werten des langjährigen Mittels für diese Monate. Von April bis Ende September setzte zudem eine längere Phase mit niedriger bis sehr niedriger Wasserführung ein.

Die Einleitmengen in die Werra sanken daher drastisch ab und die Versenkung wurde ab April bis auf wenige Unterbrechungen kontinuierlich bis Mitte Dezember in Anspruch genommen. Ab Mai des Jahres wurde dann auch der Transport von Halden- und Prozessabwässern erheblich gesteigert. Die Salzabwassermengen in den Stapelbecken konnten so auf einem noch vertretbaren Maß gehalten werden und eine Unterbrechung der Produktion an den Standorten Wintershall und Hattorf, wie im Jahr 2018, war daher nicht erforderlich.

Im August 2019 wurde vom RP Kassel die Zulassung zum Bau und Betrieb eines temporären Zwischenspeichers in der Grube Hattorf-Wintershall erteilt. Mit diesem zusätzlichen Speichervolumen können nun bestimmte Salzlösungen aus der Kalirohsalzaufbereitung in Phasen mit längerer niedriger Wasserführung der Werra zwischengespeichert werden. Diese Option bleibt bis Ende 2021 bestehen und wird ab 2022 zum integrativen Bestandteil der untertägigen Einstapelung von Salzlösungen. Bei ausreichender Wasserführung können diese Salzlösungen dann wieder nach über Tage gepumpt und in die Werra eingeleitet werden. Mit diesem zusätzlichen Speicher wird zum einen die Produktion gesichert und zum anderen werden Transporte per LKW und Bahn vermieden.

Darüber hinaus liegen Genehmigungen für die temporäre Einstapelung von Salzlösungen im Grubenfeld Springen (Bergwerk Merkers) sowie zur Einleitung von Prozess- und Haldenwasser in das stillgelegte K+S-Bergwerk Bergmannsseggen-Hugo (Region Hannover) vor. Zudem wird eine weitere Kaverne des Untergrundgasspeichers (UGS) Bernburg durch die Flutung mit gesättigtem Salzwasser aus der Kaliproduktion des Werks Werra verwahrt.

Im Jahr 2019 wurden im Rahmen der zeitlich begrenzten Sofortmaßnahmen in Summe rund 0,85 Mio. m³ per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben, Gaskavernen und zur innerbetrieblichen Verwertung transportiert. Der Anteil an reinem LKW-Transport lag bei rund 16,0 %, an reinem Bahntransport bei rund 62,1 % und der Anteil an gemischtem LKW- und Bahntransport bei rund 21,9 %.

Die Transporte in 2019 fielen gegenüber 2018 um rund 325.000 m³ niedriger aus. In Tab. 1 sind die im Jahr 2019 transportierten Mengen an Haldenwasser und Prozesswasser zu den einzelnen Lokationen wiedergegeben.

Tab. 1: Im Jahr 2019 per Bahn und LKW transportierte Mengen von Halden- und Prozesswasser

Zielort	Haldenwasser [m ³]	Prozesswasser [m ³]
Bergmannsseggen-Hugo	338.516	279.976
Bernburg	110.208	74.425
Mariagluck	0	0
GSES	0	42.345
DEUSA	0	0
Unterbreizbach (innerbetriebliche Verwertung)	0	2.159

2 Stand der Umsetzung des MNP 2015 bis 2021 - Salz

Im Maßnahmenprogramm wurde unter dem Namen „**Masterplan Salzreduzierung**“ eine Maßnahmenkombination festgelegt, mit der die Einhaltung der Zielwerte des Zielwertkonzeptes im Oberflächen-gewässer gesichert sowie die Einhaltung des Verschlechterungsverbot im Grund- und Oberflächenge-wässer 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 K+S.

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)

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.

Nach intensiver Prüfung aller Möglichkeiten wurde auf der Weser-Ministerkonferenz am 15.08.2019 entschieden, auf den **Bau des temporären Werra-Bypasses** zu verzichten, da im Vergleich zur Ausleitung kosteneffizientere und wirkungsgleiche Maßnahmen vorliegen, die bis Ende 2021 technisch durchführbar sind. Alternative Maßnahmen sind zum Beispiel der Transport und die Einstapelung flüssiger Rückstände außerhalb des Werkes Werra oder die temporäre Einspeicherung in Stapelbecken. Diese und weitere Maßnahmen sind durch das Unternehmen K+S zu ergreifen, solange der Zielwert für die Salzkonzentrationen am Pegel Gerstungen nicht erreicht wird. Ein Bypass könnte dagegen frühestens Ende 2024 realisiert werden. Die notwendigen Maßnahmen werden im Bewirtschaftungsplan 2021 bis 2027 festgeschrieben.

Die Überprüfung, ob die Maßnahme **Produktionsdrosselung** bzw. der Ersatz durch alternative Maßnahmen erforderlich wird, erfolgt erst im Laufe des Jahres 2020.

Im Folgenden wird der Stand der sich aktuell in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen auf Grundlage des Sachstandsberichts von K+S (Anhang 7.1) und weiteren Informationen aus den Ländern zusammenfassend dargestellt. Vom Unternehmen wurden umfangreiche Themenpapiere zur Erläuterung verschiedener Sachverhalte erstellt:

- Effekte der Pegel Gerstungen und Boffzen im Rahmen der modellierten Salzabwasserentsorgung (Feb. 2019)
- Umgang mit dem Haldenwasserüberhang Ende 2027 einschl. einer Betrachtung der Aufbereitung von Haldenwasser mittels Nanofiltration (Jan. 2019)
- Prozesswassermengen und Frachten 2022 bis 2027 (Begründung neue Haldenwassermengen und Frachten für FGG Weser) (Okt. 2019)
- Ausbau Stapelvolumen für Halden- oder Produktionsabwasser über Tage (ü. T.) oder unter Tage (u. T.) im Werk Werra (Nov. 2019)
- Konzept zur frühzeitigen Haldenwasserreduzierung (Nov. 2019)

In den Tabellen 2 - 4 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)

Am Standort Hattorf wurde im Jahr 2018 die sogenannte Kainit-Kristallisations- und Flotationsanlage (KKF-Anlage) erfolgreich in Betrieb genommen. Die verfahrenstechnischen Ziele konnten erreicht werden. Im Eindampf- und Kristallisationsteil der Anlage werden die angestrebten Salzkonzentrationen in der Lösung erreicht. Insbesondere ist eine $MgCl_2$ -Konzentration von rund 300 g/l erforderlich, damit die KKF-Lösung durch Mischen mit einer hochkonzentrierten $MgCl_2$ -Lösung so konditioniert werden kann, dass ein Einstapeln in der Grube Springen möglich ist (s. a. Kap. 3.2).

In Summe wurden in der KKF-Anlage im Jahr 2019 rund 2,3 Mio. m^3 an Prozesslösungen aus Hattorf und Unterbreizbach verarbeitet. Durch die Eindampfanlage reduzierte sich dieses Volumen in der Ausgangslösung auf eine Menge von rund 1,14 Mio. m^3 . Das entspricht einem Grad der Eindampfung von rund 50 % und erfüllt damit die Vorgaben an die Leistungsfähigkeit der KKF-Anlage. Damit ergibt sich im Jahr 2019 eine Volumenreduzierung und damit verbunden eine Abwassereinsparung beim Prozessabwasser im Vergleich zum Jahr 2015 in Höhe von 1,41 Mio. m^3 .

Ebenso konnten aus der Eingangslösung in die KKF-Anlage rund 420.000 t an Salzen in Form von Kristallisaten gewonnen werden. Diese Kristallisate wurden in Nachfolgeprozessen weiter aufbereitet, so dass entsprechende Mengen an Wertstoffen gewonnen und die Rückstände weitgehend in fester Form entsorgt werden konnten.

Trotz des heißen Sommers 2019 hat die Anlage ihre Wirkung gezeigt, so dass auch dadurch abwasserbedingte Produktionsstillstände verhindert werden konnten.

2.2 Haldenabdeckung

Zur Verminderung der anfallenden Haldenwassermengen sind an den jeweiligen Standorten verschiedene Maßnahmen geplant. Hierzu zählen die Verfahren der Dünnschichtabdeckung an den Halden der Standorte Hattorf und Wintershall, der innovative Erosionsschutz am Standort Neuhoof-Ellers sowie die Errichtung von Poldern auf allen genannten Halden. 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.

Halbtechnischer Haldenabdeckversuchs (HVH)

Seit der Beschüttung der Haldenflanke in Hattorf im Rahmen des halbtechnischen Haldenabdeckversuchs (HVH) für die Dünnschichtabdeckung befindet sich das Versuchsfeld hinsichtlich geo-/bautechnischer Eigenschaften und Elutionsverhalten (Sickerwasseranfall/-qualität) in Beobachtung. Im April 2019 wurde das Versuchsfeld großflächig mit unterschiedlichen Gräsern und Kräutern mittels Nassansaat angesät. Danach wurde eine Bewässerungseinrichtung installiert und optimiert. Trotz der extremen Witterungsbedingungen in 2019 ist das Haldentop inzwischen sehr gut begrünt und die nördliche kleinere Böschung zeigt ebenfalls schon einen guten Begrünungsfortschritt.

Die extremen sommerlichen Witterungsbedingungen nach der Erstantsaat standen bisher einer großflächigen Begrünung der Südflanke entgegen. Daher wurde an dieser steilen Flanke Mitte September 2019 nochmals eine Ansaat mit verschiedenen Bearbeitungsmethoden durchgeführt. Mittlerweile ist auch die Südflanke bei den vegetationsfreundlichen Witterungsbedingungen im Herbst großflächig begrünt.

Großversuch an der Halde Wintershall (BVH)

Für die technischen Anlagen des Großversuchs an der Halde Wintershall (BVH) wurde Ende Juli 2019 ein Genehmigungsantrag nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) eingereicht (von der Anlieferung des Abdeckmaterials bis zur Beschüttung der Haldenflanke). Das Verfahren ruhte zunächst, weil sich K+S entschlossen hat, ein alternatives Abdeckverfahren zu prüfen und zu planen. Der BImSchG-Antrag wurde zwischenzeitlich zurückgezogen. Das Konzept der Dünnschichtabdeckung wird jedoch langfristig, u. a. durch die dauerhafte Beobachtung des halbtechnischen Versuchs in Hattorf, weiterverfolgt.

Haldenabdeckung Hattorf und Winterhall

Das alternative Abdeckverfahren, die sogenannte Infiltrationshemmschicht (IHS), wird bereits im Planfeststellungsverfahren zur Haldenerweiterung der Rückstandshalde des Kaliwerks Zielitz berücksichtigt. Eine Umsetzung soll auch für die Abdeckung der Halden in Wintershall und Hattorf erfolgen. Die Anwendung dieser Abdeckmethode lässt eine schnellere Genehmigungsdurchführung erwarten und würde bei einer deutlich höheren Abdeckleistung schneller umgesetzt werden können. Allerdings lässt sich mit dieser Abdeckmethode vorerst nur eine Steigerung der Verdunstungsleistung auf ca. 50% erreichen. Durch K+S werden derzeit konzeptionelle und planerische Untersuchungen zur Konkretisierung der Umsetzung einer IHS vorgenommen.

Polder

Um möglichst zeitnah mit dem Abdeckvorgang zu beginnen, hatte K+S bereits 2018 damit begonnen, als temporäre Maßnahme auf Plateaubereichen, die kaum noch Setzungen unterliegen und auch vom laufenden Beschüttungsbetrieb nicht tangiert werden, Polderflächen zu errichten. Die Polderflächen werden mit einer Kunststoffdichtungsbahn ausgelegt. In den so abgedeckten Bereichen wird das Niederschlagswasser zu 100% abgefangen, bleibt somit unbelastet und wird direkt vom Haldenplateau abgeleitet. Der Einsatz solcher Becken ist jedoch nur auf ebenen Flächen möglich und die Lebensdauer dieser Polder ist begrenzt.

Nachdem im Juli 2018 der erste Pilotpolder mit einer Fläche von 1 ha auf dem Top der Halde Hattorf inklusive des zugehörigen Entwässerungssystems am Standort Hattorf in Betrieb genommen wurde, wurden die Erkenntnisse aus dem Bau und dem Betrieb des Polders für die Planung weiterer Polder an den Standorten Hattorf und Wintershall genutzt. Der Pilotpolder hat somit den Startpunkt der Haldenabdeckung gesetzt.

Die aus dem Polder-Pilotprojekt gewonnenen Erkenntnisse beziehen sich u.a. auf die Windsogsicherung und Böschungsgestaltung sowie die erforderliche Randstreifenbreite rund um den Polder, auf die Beschaffenheit der aufgefangenen Wässer und auf erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen. Zwischenzeitlich wurde auf dieser Basis die Umsetzung der weiteren Polder auf dem Haldentop der Halde Hattorf geplant. Die Errichtung der nächsten Polderfläche mit einer gedichteten Fläche von 1,26 ha wurde am 18.12.2019 zugelassen. Die Umsetzung wird im ersten Halbjahr 2020 bei geeigneter Witterung beginnen. Die Fläche wird sukzessive auf insgesamt 9,5 ha Fläche erweitert. Die in den Poldern aufgefangenen, nicht salzbelasteten Niederschlagsmengen werden gemessen und in die Vorflut abgeleitet.

Im Rahmen des Haldenerweiterungsverfahrens für den Standort Wintershall wurden Polder mit einer Gesamtfläche von über 15 ha auf dem dortigen Haldentop und dem neu entstehenden Top der Erweiterungsfläche beantragt, und sollen sukzessive mit dem Schüttfortschritt der Erweiterung, beginnend im Jahr 2020, errichtet werden. Auch hier werden die Erkenntnisse aus Hattorf für die Vorbereitung der Betriebspläne genutzt.

Im weiteren Verlauf wird eine Dünnschichtabdeckung oder alternativ eine Infiltrationshemmschicht auf die Haldenflanken aufgebracht, die anschließend ebenfalls bis auf die Plateauflächen erweitert wird. Dazu müssen die Polder vor Beschüttung der jeweiligen Flächen zurückgebaut werden. Mit dem Bau von Poldern wurde der geforderte Zeitplan einer Abdeckung ab 2021 (BWP Salz 2015) vorfristig begonnen. K+S plant zwischenzeitlich eine Topabdeckung mit Boden/Bauschutt in Kombination mit einer IHS auf den Flanken. Eine Machbarkeitsstudie und ein technisches Detailkonzept befinden sich in Bearbeitung und fließen in das Verfahren für die Genehmigung der Erweiterung der Halde in Wintershall ein. Für die Halde Hattorf ist ein ähnliches Abdeckkonzept vorgesehen.

Haldenabdeckung Neuhoof-Ellers

Nach Abschluss der Pilotprojekte im Werk Neuhoof-Ellers zur Untersuchung innovativer Erosionsschutz-/Haldenwasserminimierungsmaßnahmen und vorbereitender Forschungsarbeiten zur Entwicklung einer innovativen Erosionsschutzschicht (IES) in 2018 wurde mit Bescheid vom 01.04.2019 die Errichtung eines Probefeldes auf dem Haldentop der Halde Neuhoof-Ellers zugelassen. Die Errichtung des ca. 1.000 m² großen Probefeldes in einer Schichtdicke von ca. 2 m sowie die Errichtung eines Referenzfeldes aus reinem Rückstand erfolgten im Zeitraum 06.05. bis 29.05.2019. Die Inbetriebnahme der Lysimeteranlage und damit die Untersuchungen, die über einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren erfolgen sollen, wurden am 23.05.2019 gestartet.

Planmäßig wird derzeit die Ausdehnung der IES-Schicht auf eine weitere, einen Hektar große Teilfläche des Haldentops vorbereitet. Dazu wurde bereits ein Genehmigungsantrag nach BImSchG gestellt sowie ein Sonderbetriebsplan inkl. eines wasserrechtlichen Antrags und ein Nachtrag zum Rahmenbetriebsplan vom 09.03.2000 für die Westerweiterung der Kalirückstandshalde Neuhoof eingereicht. Weiterhin wird das Additiv an die Standortgegebenheiten noch weiter angepasst und optimiert. Derzeit wird ebenfalls geprüft, ob die Abdeckung der Halde Neuhoof nicht mehr durch den sogenannten innovativen Erosionsschutz, sondern im Dickschichtverfahren mit Boden und Bauschutt erfolgen kann.

Der Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmenschritte ist Tab. 2 zu entnehmen. Auf bereits abgeschlossene Umsetzungsschritte der Einzelmaßnahmen wird in dieser Übersicht nicht mehr im Einzelnen eingegangen, die Umsetzungsschritte sind lediglich als abgeschlossen (✓) gekennzeichnet. Sofern sich aus den Planungen für die Abdeckung der Haldenflanken bzw. des Haldentops Veränderungen für den Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung ergeben, werden diese in den folgenden Sachstandsberichten und im Statusbericht dokumentiert.

Tab. 2: Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2019, Anhang 7.1)

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeitraum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
2.1	Lysimeterversuche			2011	2017	✓
2.2	Pilotprojekte (Halbtechnischer Versuch)	2016 - 2020		2014	2020 ff.	
2.2.1 – 2.2.7						✓
2.2.8	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch			2018	2020 ff.	
2.3	Großversuch	2018 - 2021		2016	2021 ff.	
2.3.1 – 2.3.2						✓
2.3.3	Genehmigungsverfahren (Versuchsort Halde Wintershall)			2019 ₁₎	2020 ₁₎	
2.3.4	Beschüttung (Versuchsort Halde Wintershall)			2020 ₁₎ ff.		
2.3.5	Monitoring der Stoffflüsse (Versuchsort Halde Wintershall)			2020 ₁₎ ff.		
2.3.6	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch (Versuchsort Halde Wintershall)			2020 ₂₎ ff.		
2.4	Regelbetrieb (Betriebsphase)	2021 - 2075		2019	2075	
2.4.1	Plateauabdeckung mit Polderbau			2019 ₂₎		
2.4.2	Flankenabdeckung			2024		
2.4.2.1	Erarbeitung der Antragsunterlagen ₄₎			2019		

Haldenabdeckung Neuhof-Ellers		Durchführungszeitraum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)		Stand
				Beginn	Ende	
2.5	Pilotprojekte zur Untersuchung innovativer Erosionsschutz-/ Haldenwasserminimierungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2016 – 2018	✓	2016	2018	✓
2.6	Beginn der Umsetzung innovativer Erosionsschutz- und Haldenwasserminimierungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2018		2018 ₃₎	2018 ff.	
2.6.1 – 2.6.2						✓
2.6.3	Aufbau und Betrieb Lysimeteranlage			Q4/2018	2018ff	
2.6.4	Umsetzung IES-Abdeckung beginnend mit Probefeld			Q4/2019 ₄₎	2019 ff.	

✓ abgeschlossen

 Im Zeitplan

 Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

 Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

1) Verzögerung aufgrund des zeitaufwendigen Genehmigungsverfahrens „Pilotprojekt Halbtechnischer Versuch“ – Versuchsergebnisse fließen in die Antragsunterlagen Großversuch ein.

2) Nicht im MNP vorgesehen, Errichtung des 1. Versuchspolders in Hattorf.

3) Keine Berücksichtigung der Genehmigungsphase im MNP

4) Genehmigung lag im Q1/2019 noch nicht vor

2.3 Einstapeln und Versatz

Die bereits veröffentlichte und der FGG Weser vorgelegte umfangreiche Dokumentation „Großforschungsprojekt – Ergebnisbericht zu den Untersuchungen zum Einstapeln und zum Versatz von Prozesswässern in Grubenhohlräumen im hessisch-thüringischen Werra-Fulda-Kalirevier der Werke Werra und Neuhoef-Ellers“ wurde durch die Bewertung des Markscheidesicherheitspfeilers zwischen den Grubenfeldern Wintershall und Springen für den Abschnitt des ersten Einstapelareals durch die Firma Erco-plan ergänzt. Am 09.12.2019 wurde der Entwurf K+S vorgelegt und ist bis Januar 2020 in Prüfung und Abstimmung mit dem Gutachter.

Im Q4/2019 wurden die bergmännischen Vorbereitungsarbeiten im Grubenfeld Wintershall fortgesetzt, mit den Arbeiten im Grubenfeld Springen begonnen sowie der Aufbau der Projektstruktur fortgeführt.

Im November erfolgte ein 2. Fachgespräch über das Konzept der Durchörterung der Markscheidesicherheitsfeste Wintershall / Springen (K+S und Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN), Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), Regierungspräsidium Kassel, Dezernat Bergaufsicht).

Im Dezember erfolgte die Beauftragung der TU Bergakademie Freiberg zur Erstellung eines Konzeptes zur Durchörterung der Markscheidesicherheitsfeste mittels Bohrungen und dem Verschluss nach Ende der Maßnahme.

Die im folgenden abgebildete Umsetzungsplanung wurde gegenüber dem Statusbericht 2018 um eine detaillierte Projektablaufstruktur nach einzelnen Genehmigungs-/Vorbereitungsphasen sowie technischen Umsetzungsplänen ergänzt und quartalsweise der Arbeitsgruppe Salzreduzierung vorgelegt. Die seitens K+S geplanten Termine zur Realisierung der Maßnahme bis Ende 2021 werden dort genannt.

Tab. 3: Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2019, Anhang 7.1)

Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
3.1	Untersuchung	2016 – Ende 2020				
3.1.1	Untersuchungen durch interne und externe Prüfung der Verträglichkeit im Rahmen eines Großforschungsprojektes			2016	2018	✓
3.2	Planung und Genehmigung	2019 – Ende 2020				
3.2.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von übertägigen Rohrleitungen, Misch- und Dosiereinrichtungen. Beschaffungsvorgänge (Grundstückskäufe/-gestattungen)			2018	2021	
3.2.2	Planung, erstmalige & komplexe Genehmigung (staatsrechtlich, bergrechtlich), Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von untertägigen Einstapelarealen, 50 km Leitungen, Pumpenanlagen, verb. bergm. Arbeiten. Beschaffungsvorgänge. Errichtung und Inbetriebnahme von Monitoring-Programme			2018	2021.	
3.3	Umsetzung	Ende 2021 – Ende 2060				
3.3.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme einer 3-stufigen Eindampfanlage im laufenden Betrieb. Erweiterung der untertägigen Infrastruktur.			2022	2028	
3.3.2	Phase 1: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a vorhandener KKF-Lösung nach Konditionierung im Grubenfeld Springen (Südwest).			01.01.2022		

Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
3.3.3	Phase 2: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a KKF-Lösung nach Konditionierung im erweiterten Grubenfeld Springen.			2025		
3.3.4	Phase 3: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a KKF-Lösung nach Konditionierung und 1,7 Mio. m ³ /a konditionierter Prozesswässer im gesamten Grubenfeld Springen bis 2042.			2028		

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.

Aufbauend auf einem Vorbericht zu den „F+E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 – 2021“ wird es jeweils am Ende des 1. Quartals eines jeden Jahres einen Jahresbericht zu den F+E-Vorhaben, bezogen auf das Vorjahr, geben. Der Jahresbericht 2019 wurde zum Ende des ersten Quartals 2020 fertiggestellt (Anhang 7.2) und erläutert den erzielten Fortschritt bei den einzelnen Projekten. Soweit neue F+E-Vorhaben im Laufe des Jahres 2019 hinzugekommen sind, so wurden diese ebenfalls mit in die Jahresberichterstattung aufgenommen.

Schwerpunkt der F+E-Vorhaben in 2019 waren Projekte im Rahmen der „Konditionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen“. Weiterhin wurden zusammen mit externen Partnern für zwei F+E-Vorhaben Projektskizzen erarbeitet und eingereicht. Mit einem Industriekonsortium wurde die Projektskizze „Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring“ im Rahmen der BMBF-Förderung „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ im Bundesprogramm „Wasser-Forschung und Wasser-Innovationen für Nachhaltigkeit – Wasser: N“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) eingereicht. Sollte dieses Förderprojekt bewilligt werden, wird das Potenzial von mehreren innovativen Technologien, insbesondere Membranverfahren, systematisch untersucht werden. Mit einem zweiten Forschungskonsortium wurde ebenfalls dort eine Projektskizze "Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Aufbereitung von Neutralsalzlösungen auf Basis von Membrandestillationsprozessen" eingereicht.

Tab. 4 gibt eine Übersicht der in 2019 gelaufenen F+E-Vorhaben mit qualitativen Aussagen zum Reduzierungspotenzial. Auf die bereits abgeschlossenen Vorhaben und Projekte wird in dieser Übersicht nicht mehr eingegangen.

Tab. 4: Stand der in Planung oder Umsetzung befindlichen F+E-Vorhaben mit Angaben zum Projektzeitraum (gem. Sachstandsbericht K+S, Anhang 7.1)

Laufende und geplante F+E-Vorhaben		F+E Projektende gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens		
1.1	ESTA Freifallscheider verbessern	kontinuierlich	(V,S)
1.2	Neukonzept 'Staub'ESTA	2020	(V,S)
1.3	Steinsalzvorabtrennung u. T.	2020	(V,S)
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.1	Versuche zur Sylvin-Flotation in der KKF-Anlage Hattorf	2019	(S)
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf	kontinuierlich	(V,S)
2.3.1	Untersuchung alternativer Konditionierungsmittelregime für die CMg-Stufe der ESTA Neuhof-Ellers	kontinuierlich	(V,S)
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		
3.2	Eindampfversuche im Rahmen von Einstapelung von Salzabwässern (Konzentrationsniveaus)	2021	(V)
3.2.1	Konditionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen	2021	(V)
4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung		
4.2	Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung	2020	
5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren		
5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb	2019	(V,S)
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Nanofiltration (2. Teilprojekt)	2019	(S)
6.2	Membrandestillation - Machbarkeitsstudie	2019	(V)
8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung: HVH	offen	(V,S)
8.2	Innovativer Erosionsschutz Halde Neuhof	2019	(V,S)
8.3	Polder auf Haldentop in Hattorf	2019	(V,S)
8.4	Biokrusten zur Haldenwasserminimierung, Neuhof	offen	(V,S)
9	Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung		
9.3	Prozessanalytik, Prozessanalysetechnik (PAT)	kontinuierlich	
9.7	Weitere Versuche zur Entwertung von Spülwasser in HA	2019	(S)
9.8	Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage in HA	2019	
9.9	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort HA	2019	
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.2	Verwendung von Langbeinit aus EDA für die Sulfatherstellung WI (Machbarkeitsstudie zur Nassklassierung mittels Zyklon)	2019	(S)
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		
11.3	Entwicklung eines Magnesiazementschaums und einer Applikationsapparatur	2019	
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems für PAT	2019	

Laufende und geplante F+E-Vorhaben		F+E Projekt-ende gemäß Sachstandsbericht K+S (Anhang 7.1)	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
13	Sonstiges		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden	offen	
13.3	Versuche zum analytischen Nachweis und Abbau von organischen Aufbereitungshilfsstoffen	2019	
13.4	Crowdsourcing zur Haldenabdeckung	2019	(V,S)



abgeschlossen



Im Zeitplan



Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden



Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

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 umfassend über das 2019 durchgeführte Monitoring berichtet (Werksmonitoring (Salz und Produktionswässer) und Gewässermonitoring des Grundwassers (Chemie) sowie der Oberflächengewässer (chem.-physikal. Daten, Biologie, Auenmonitoring) in der Region Werra).

Das Werksmonitoring beinhaltet im Wesentlichen Daten der Werke Neuhof-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.

Die wichtigsten Ergebnisse des Monitorings 2019 sind in Kapitel 3 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 MNP 2015 bis 2021 – Salz aufgenommen.

Das Regierungspräsidium Kassel hat auf Antrag von K+S eine bis zum 31. Dezember 2021 befristete Versenkerlaubnis erteilt. Die Genehmigung wurde auf 1,5 Mio. m³/a und maximal 5.000 m³/d begrenzt. Eine weitere Versenkerlaubnis zur Fortführung der Versenkung nach dem 31.12.2021 wird gemäß dem Bescheid des Regierungspräsidiums Kassel nicht erteilt werden.

Bis April 2019 konnten bis auf eine geringe Menge im Januar alle anfallenden Salzabwässer über die Einleitung in die Werra und den Abtransport entsorgt werden. Ab dem 03.04.2019 musste die Versenkung bis auf kurze Unterbrechungen im Mai und Juni wieder kontinuierlich in Betrieb genommen werden. Am 13.12.2019 konnte die Versenkung wiederum eingestellt werden. Bis Ende des Jahres 2019 wurden in Summe ca. 1,14 Mio. m³ an Prozessabwässern in den Plattendolomit eingeleitet. Im Vergleich zum Vorjahr wurden damit rund 120.000 m³ mehr versenkt. Abb. 1 zeigt die monatlichen Versenkmengen der Jahre 2017, 2018 und 2019.

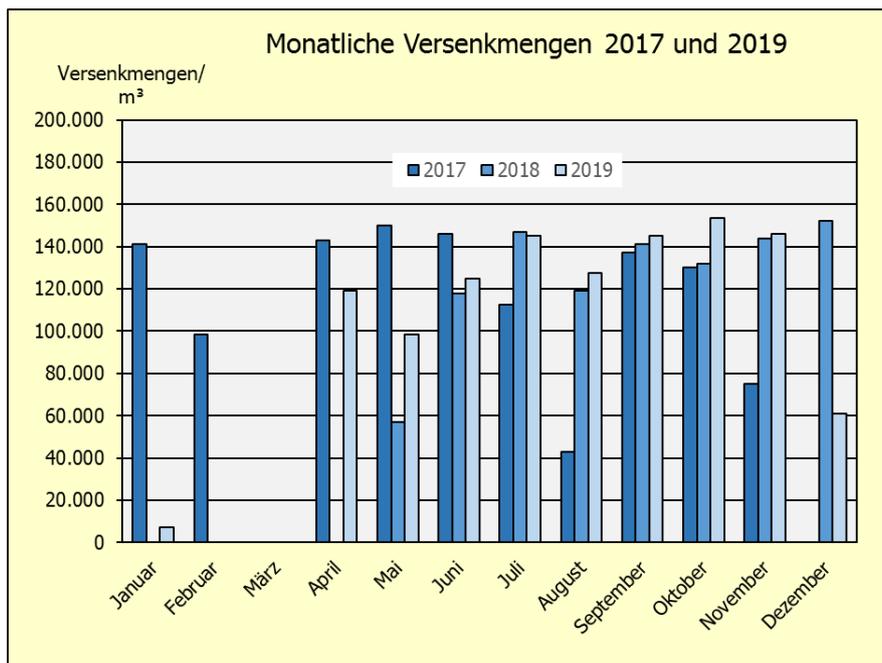


Abb. 1: Monatliche Versenkmengen der Jahre 2017 bis 2019

Ergänzend zur Versenkgenehmigung wurden im Jahr 2017 von K+S Vereinbarungen mit der Gemeinde Gerstungen sowie dem BUND geschlossen. In der Vereinbarung 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 des für die Jahre 2018 bis 2021 genehmigten Versenkvolumens.

Dabei ist vorgesehen, die Reduktion der jährlich zugelassenen Versenkmenge von 1,5 Mio. m³/a wie folgt zu erreichen:

2018 um 0,1 Mio. m³ auf 1,4 Mio. m³

2019 um 0,2 Mio. m³ auf 1,3 Mio. m³

2020 um 0,3 Mio. m³ auf 1,2 Mio. m³

2021 um 0,4 Mio. m³ auf 1,1 Mio. m³

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

In den Jahren 2018 und 2019 wurden durch K+S die behördlich zugelassenen maximalen Versenkmengen in Höhe von 1,5 Mio. m³/a nicht ausgeschöpft, so dass daraus eine entsprechende Einsparung der Versenkmenge resultierte. In Summe beträgt diese Einsparung aus den Jahren 2018 und 2019 837.000 m³ und liegt damit nur noch geringfügig unter der mit dem BUND vereinbarten Gesamteinsparung von 1,0 Mio. m³.

Weiterhin ist im Koalitionsvertrag zwischen CDU Hessen und BÜNDNIS90/DIE GRÜNEN Hessen für die aktuelle 20. Legislaturperiode - Aufbruch im Wandel durch Haltung, Orientierung und Zusammenhalt – nochmals hervorgehoben, dass die Versenkung von Salzabwässern spätestens 2021 zu beenden ist.

Für die Trinkwassergewinnungsanlagen Ulstertal und Meiselsgraben wurde im Genehmigungsbescheid des Regierungspräsidiums Kassel vom 23. Dezember 2016 ein intensives Monitoring verankert. An den beiden Trinkwassergewinnungsanlagen sind monatlich die Hauptinhaltsstoffe (Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Hydrogenkarbonat, 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.

Die beiden Trinkwassergewinnungsanlagen Ulstertal und Meiselsgraben wurden gemäß der Nebenbestimmung 1 der Versenkerlaubnis des Regierungspräsidiums Kassel intensiv überwacht. Bei den monatlich durchgeführten Analysen gemäß o. a. Nebenbestimmung wurden die in der wasserrechtlichen Erlaubnis festgesetzten Konzentrationen von 145 mg/l Chlorid im Rohwasser im Jahr 2019 am Brunnen Ulstertal im Monat Oktober mit 150 mg/l überschritten. Die anderen Messungen lagen unterhalb des im Bescheid festgesetzten Wertes. Am Brunnen Meiselsgraben lagen die Chloridwerte stets unterhalb des im Bescheid festgesetzten Wertes. Nachfolgend sind die Ergebnisse der Überwachung der Jahre 2017 bis 2019 für die Parameter Kalium, Magnesium und Chlorid dargestellt (Abb. 2 und Abb. 3).

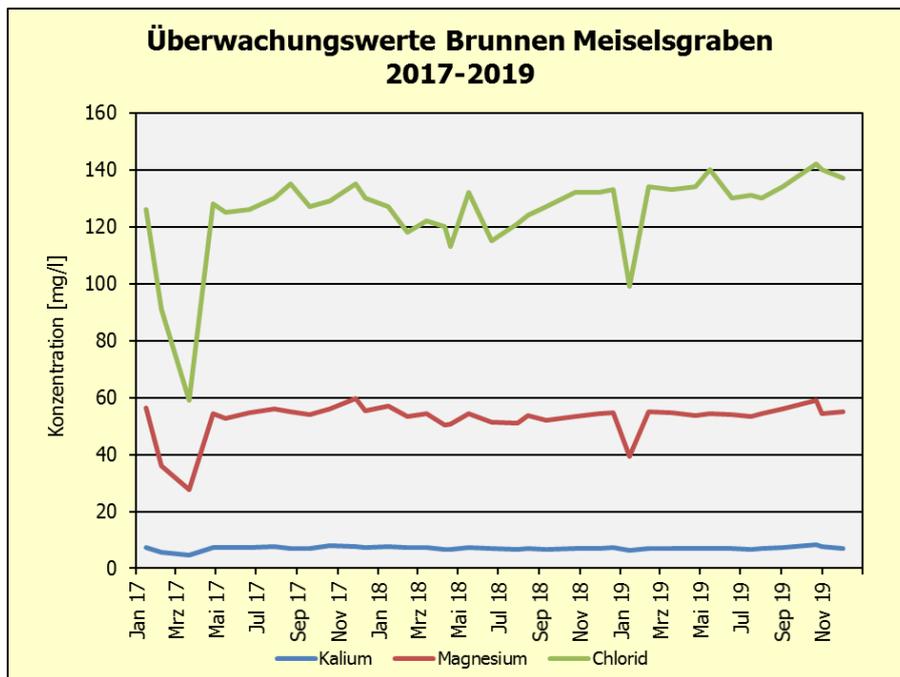
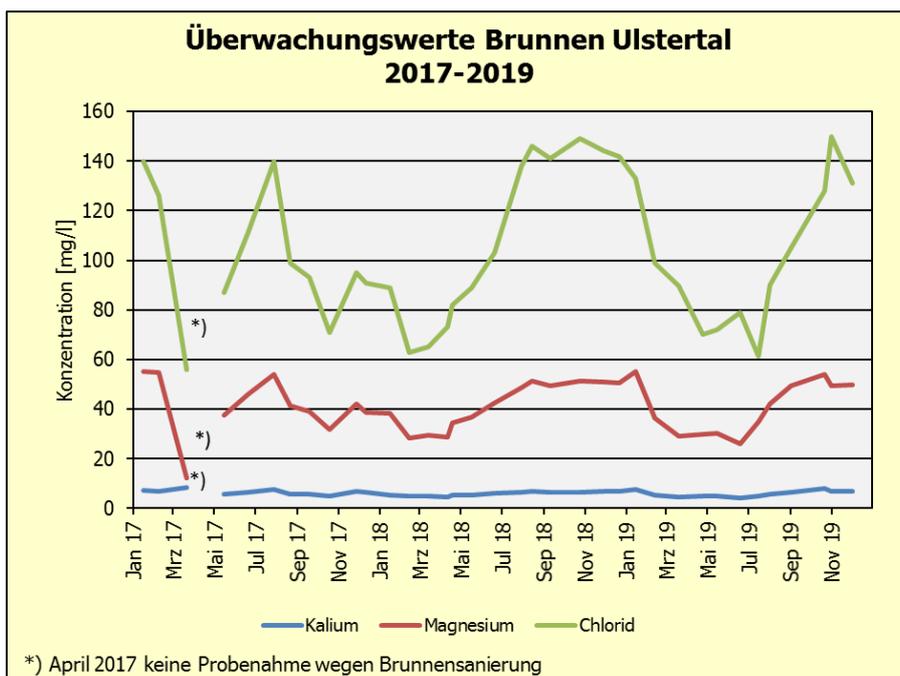


Abb. 2: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben 2017 bis 2019



*) April 2017 keine Probenahme wegen Brunnensanierung

Abb. 3: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal 2017 bis 2019

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 möglichen Risiken bei der Umsetzung des MNP 2015 bis 2021 – 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. Aufgrund der Inbetriebnahme der KKF-Anlage im Frühjahr 2018 bestehen hier keine Risiken mehr.

Diese Risikoübersicht wird regelmäßig fortgeschrieben und die Arbeitsgruppe Salzreduzierung über Änderungen informiert. Die Risikoübersicht ist in Anhang 7.3 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 wenig wahrscheinlich. Diese Einschätzung des Unternehmens berücksichtigt nicht die Bewertung durch die Genehmigungsbehörde oder deren Fachgutachter.

2.8 Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung

Tab. 5 gibt einen Überblick über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung bis Ende 2019 und vergleicht den Umsetzungsstand mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan.

Tab. 5: Vergleich des Umsetzungsstands mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan (FGG Weser, 2016b)

Maßnahmen		Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
		vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
1	KKF-Anlage										
1.1	Planung	■									
1.2	Genehmigung	■									
1.3	Bau	■	■	■							
1.4	Betrieb			■	■	■	■	■	■	■	■
2	Haldenabdeckung										
2.1	Lysimeterversuche	■	■	■							
2.2	Pilotprojekte		■	■	■	■	■				
2.3	Großversuch				■	■	■	■			
2.4	Polderbau auf den Haldentops				■	■	■	■	■	■	■
3	Einstapeln										
3.1	Untersuchungen		■	■	■	■	■				
3.2	Planung und Genehmigung					■	■	■	■		
3.3	1. Umsetzungsphase							■	■	■	
3.4	2. Umsetzungsphase									■	
3.5	3. und 4. Umsetzungsphase										■

Maßnahmen	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)									
	vor 2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023 - 2027	Nach 2027
4 Temporärer Werra-Bypass										
4.1 Raumordnungsverfahren						*)				
4.2 Vorplanung und Kostenschätzung										
4.3 Planung										
4.4 Überprüfung des Erfordernisses										
5 Produktionsdrosselung										
5.1 Überprüfung des Erfordernisses										
5.2 Ggf. Produktionsdrosselung										
6 Versenkung										
6.1 Rechtliche fachliche Prüfung der Einstellung der Versenkung										
6.2 Versagung/Genehmigung der Übergangsregelung										
6.3 Umsetzung der Versenkungsgenehmigung vom Dez. 2016										
7 Arbeitsgruppe Salzreduzierung										
8 F+E-Vorhaben										
9 Monitoring										

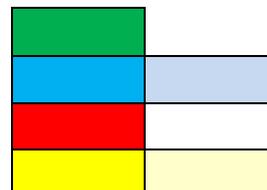
Legende:

abgeschlossen

Umsetzung/ ggf. Fortsetzung

Überprüfung

optional/ggf. Fortsetzung



*) Das ROV wurde am 27.01.2020 eingestellt

3 Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2019

Im Zielwertkonzept der FGG Weser (Anhang 7.4) 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 bzgl. der Salzbelastung der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial in den Wasserkörpern der Weser bzw. der bestmögliche ökologische Zustand in den Wasserkörpern der Werra erreicht wird.



Abb. 4: 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 Messprogramms Werra/Ulster auf die Salzparameter Chlorid, Magnesium, Kalium, Sulfat, Gesamthärte, Natrium und Calcium und die Untersuchungen gemäß Thüringer Monitoringprogramm (durch das Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN)) 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. 4) 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 mehreren sehr trockenen Jahren die Abflusssumme 2019 erneut unter dem langjährigen Mittel (2000 bis 2017).

Fast sämtliche monatlichen Abflüsse des Jahres 2019 lagen deutlich, z. T. fast um die Hälfte, unter dem langjährigen Mittel (Abb. 5).

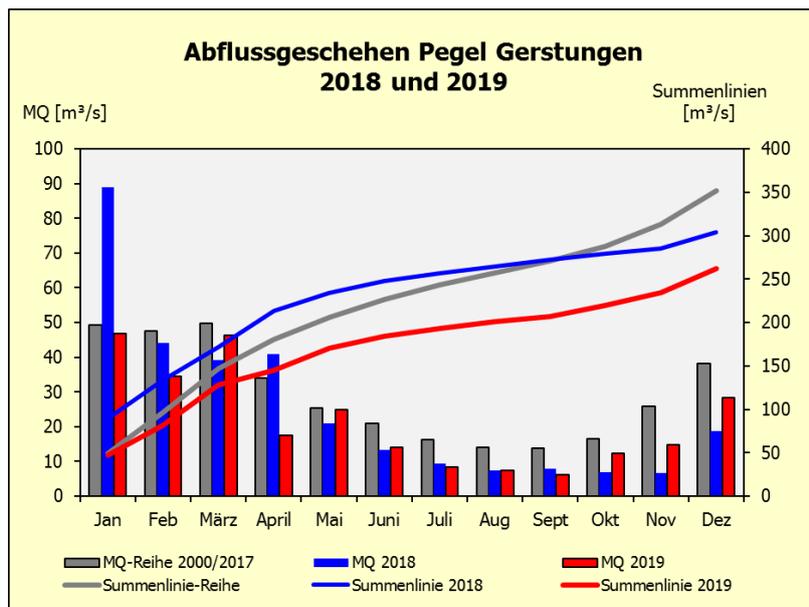


Abb. 5: Vergleich der mittleren Abflüsse 2018 und 2019 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Gerstungen/Werra

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. In fast allen Monaten (Ausnahme Mai) lagen in 2019 die monatlichen Mittel am Pegel Boffzen deutlich, z. T. wie an der Werra um fast die Hälfte, unterhalb der langjährigen Mittel (2000–2017) (Abb. 6).

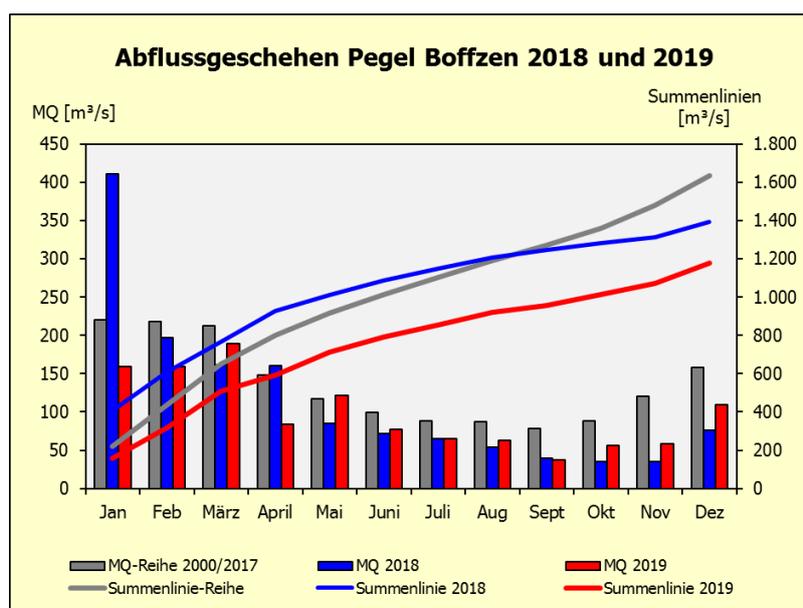


Abb. 6: Vergleich der mittleren Abflüsse 2018 und 2019 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Hörter

3.2 Rohsalzverarbeitung

Im Werk Werra und im Werk NeuhoF-Ellers wurden im Jahr 2019 in Summe rund 22,5 Mio. t Rohsalz in den Fabrikbetrieben verarbeitet. Diese Menge liegt rund 5 % über der Verarbeitungsmenge des Vorjahres.

Bei der Rohsalzzusammensetzung bzgl. Kaliumchlorid (KCl), Magnesiumchlorid (MgCl₂), Magnesiumsulfat (MgSO₄) und Natriumchlorid (NaCl) traten, im Vergleich zu den Vorjahren, geringfügige Änderungen ein. So gingen die Wertstoffgehalte an KCl und MgSO₄ leicht zurück und die nicht weiter verwertbaren Bestandteile NaCl und MgCl₂ nahmen entsprechend zu. In Tab. 6 sind die Verarbeitungsmengen sowie die Rohsalzzusammensetzungen dargestellt.

Tab. 6: Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 bis 2019

		2015	2016	2017	2018	2019
Menge	t	22.940.600	17.571.600	22.157.820	21.326.550	22.458.700
Kaliumchlorid	%	15,3	15,7	15,0	14,6	14,7
Magnesiumchlorid	%	1,2	1,0	1,3	1,5	1,4
Magnesiumsulfat	%	11,2	12,1	11,7	11,1	11,1
Natriumchlorid	%	67,8	66,6	67,8	68,5	68,7

3.3 Entsorgung der festen Rückstände

Die im Vergleich zum Jahr 2018 höhere Rohsalzverarbeitung führte im Jahr 2019 zu entsprechend höheren Mengen an zu entsorgenden festen Rückstandssalzen. Im Jahr 2019 wurden rund 17,7 Mio. t feste Rückstände unter Tage versetzt bzw. über Tage aufgehaldet.

Der Anteil des festen Rückstands stieg kontinuierlich in den Jahren 2015 bis 2019 von 87,7 % auf rund 90 %. Dies ist eine direkte Folge aus der erreichten Salzabwassermeidung. Die darin gelösten Salzurückstände fielen durch die umgesetzten technischen Maßnahmen daher überwiegend in fester Form an. Die Zusammensetzung der festen Rückstände änderte sich kaum und entspricht der Zusammensetzung der Vorjahre mit einem überwiegenden Anteil von Natriumchlorid mit etwas mehr als 85 %.

In Tab. 7 sind die Gesamtrückstandsmengen sowie die Salzzusammensetzung der Jahre 2015 bis 2018 und 2019 gegenübergestellt.

Tab. 7: Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 bis 2019

		2015	2016	2017	2018	2019
Menge	t	17.742.700	13.597.500	17.471.000	17.070.600	17.692.000
Kaliumchlorid	%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Magnesiumchlorid	%	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Magnesiumsulfat	%	5,0	5,3	5,1	5,0	5,0
Natriumchlorid	%	85,6	85,2	85,6	85,5	85,5
Anteil am Gesamtrückstand (fest und flüssig)	%	87,7	88,3	88,9	90,1	89,8

3.4 Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung

3.4.1 Salzabwassermengen

Im Jahr 2019 fielen in Summe rund 5,93 Mio. m³ an Salzabwasser (Prozessabwasser und Haldenwasser) an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2018 mit einer Salzabwassermenge von rund 5,64 Mio. m³ rund 0,29 Mio. m³ mehr.

Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Prozessabwassermenge im Jahr 2019 um rund 0,32 Mio. m³ an. Dieser Effekt ist begründet durch die vermiedenen Produktionsstillstände in den Fabriken Hattorf und Wintershall im August und September des Jahres 2018.

Im Jahr 2019 wurde ein unterirdischer temporärer Speicher mit einer Größe von ca. 400.000 m³ in der Grube Hattorf/Wintershall in Betrieb genommen, der helfen soll, die Produktion auch in Trockenzeiten aufrecht zu erhalten. Aus der Bilanz der Ein- und Ausstapelung ergibt sich ein Bestand am Ende des Jahres in Höhe von rund 16.000 m³.

Der Füllstand in den übertägigen Becken nahm von Beginn bis zum Ende des Jahres 2019 um rund 12.000 m³ ab.

In der Tab. 8 sind die Anfallmengen der Prozessabwässer und der Haldenwässer, die Änderungen der Beckenfüllstände sowie die entsorgte Salzabwassermenge dargestellt.

Tab. 8: Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser sowie Beckenbestände

		2015	2016	2017	2018	2019
Haldenwasser	Mio. m ³	2,181	2,318	2,255	2,566	2,538
Prozessabwasser	Mio. m ³	4,802	2,885	4,039	3,075	3,391
Summe	Mio. m³	6,983	5,203	6,294	5,641	5,929
Änderung im Beckenfüllstand über Tage	Mio. m ³	0	+0,192	-0,192	+0,036	-0,012
Änderung im Beckenfüllstand unter Tage	Mio. m ³					+0,016
Entsorgte Menge	Mio. m ³	6,983	5,011	6,486	5,606	5,925

In den Zahlen der Tab. 8 sind die Mengen an Prozesslösungen, die vom Standort Unterbreizbach in die Grube Springen im Jahr 2019 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.

Trotz der im Mittel niedrigeren Werradurchflüsse am Pegel Gerstungen konnten im Jahr 2019 rund 526.000 m³ mehr in die Werra eingeleitet werden als im Jahr 2018. Dies lag vor allem an der im Jahresverlauf günstigen Verteilung der Durchflüsse.

Eine ausreichende Wasserführung der Werra von Jahresbeginn bis Anfang April führte dazu, dass im gesamten Jahr nur eine Menge von etwas mehr als 1,1 Mio. m³ an Prozessabwasser versenkt werden musste.

Im Jahr 2019 wurden im Rahmen der zeitlich befristeten Sofortmaßnahmen in Summe rund 0,85 Mio. m³ per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben, Gaskavernen, zur DEUSA und zur innerbetrieblichen Verwertung transportiert (s. Kap. 1.2).

In Tab. 9 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, 2017, 2018 und 2019 dargestellt.

Tab. 9: In die Werra eingeleitete, versenkte sowie transportierte Salzabwassermengen

		2015	2016	2017	2018	2019
Einleitung Werra	Mio. m ³	3,508	4,328	4,560	3,409	3,935
Versenkung	Mio. m ³	3,475	0,683	1,190	1,022	1,141
Transport	Mio. m ³	0	0	0,736	1,175	0,849
Summe	Mio. m ³	6,983	5,011	6,486	5,606	5,925

In Tab. 10 und Tab. 11 sind die Salzfrachten und deren Zusammensetzung für die eingeleiteten und versenkten Salzabwässer zusammengestellt.

Tab. 10: In die Werra eingeleitete Salzfrachten und deren Zusammensetzung

		2015	2016	2017	2018	2019
Menge	t	1.195.300	1.454.500	1.505.300	1.073.200	1.234.550
Kaliumchlorid	%	14,4	14,1	15,4	13,9	12,9
Magnesiumchlorid	%	23,4	22,7	23,8	23,9	28,3
Magnesiumsulfat	%	23,1	22,9	22,2	22,7	21,8
Natriumchlorid	%	38,7	40,3	38,6	39,5	37,0

Tab. 11: Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung

		2015	2016	2017	2018	2019
Menge	t	1.289.300	283.330	454.410	379.480	435.225
Kaliumchlorid	%	17,9	19,4	19,6	17,6	17,0
Magnesiumchlorid	%	33,7	34,0	38,9	47,0	50,5
Magnesiumsulfat	%	20,8	19,2	19,7	17,3	15,6
Natriumchlorid	%	27,7	27,5	21,8	18,1	16,9

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 kalium- und magnesiumreichere 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. 7 stellt die Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, der Einleitungsmengen in die Werra, der Versenkungen, der Transportmengen 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 0,62 m³/t Rohsalzförderung im Jahr 2000 auf 0,26 m³/t Rohsalzförderung im Jahr 2019 mehr als halbiert.

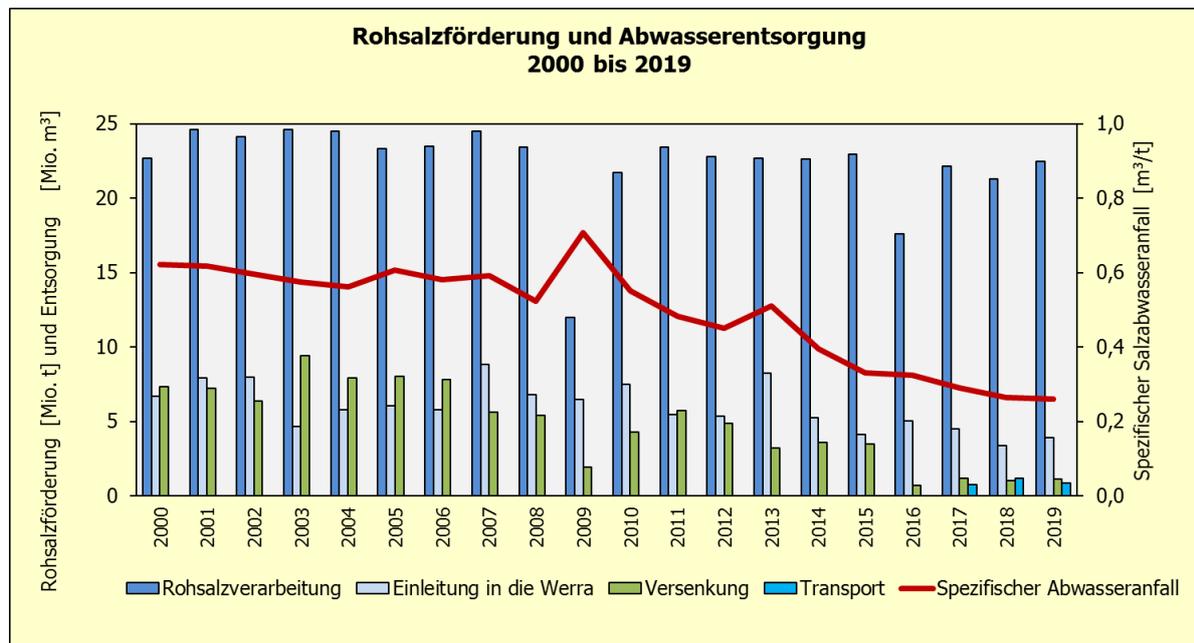


Abb. 7: Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung, Transport und des spezifischen Salzabwasseranfalls

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.

Produktionsbedingte Siel- und Kühlwässer

Von den Standorten Hattorf, Wintershall und Unterbreizbach werden bei Betrieb der Aufbereitungsanlagen sogenannte Siel- und Kühlwässer eingeleitet. Diese können eine Gesamtmineralisation von bis zu 4 g/l enthalten, spielen aber für die Gesamtmineralisation in der Werra am Pegel Gerstungen eine vernachlässigbare Rolle (siehe unten). Die Siel- und Kühlwässer werden täglich auf ihre Inhaltsstoffe analysiert und die Einleitmengen erfasst. Sie resultieren zum überwiegenden Teil aus dem Betrieb der Vakuummöhlanlagen.

Prozessabwässer

Aktuell werden noch fünf Prozessabwasserströme in die Werra eingeleitet. Es handelt sich dabei um die E-Lösung (KKF-Lösung) und das Kieseritdeckwasser des Standortes Hattorf sowie die sogenannte Q-Lösung, die E-Lösung und das Kieseritdeckwasser des Standortes Wintershall.

Seit dem 31.12.2012 erfolgt vom Standort Unterbeizbach keine Prozessabwassereinleitung mehr in die Werra bei Dorndorf oder die Ulster bei Unterbreizbach. In der Abb. 20 sind die ehemaligen und heute nicht mehr aktiven Prozessabwassereinleitungen mit einem gestrichelten Pfeil dargestellt. So wurde auch die Prozessabwassereinleitung vom Standort Hattorf im Jahr 2007 von der Ulster in die Werra verlegt, um so den unteren Bereich der Ulster von hohen Salzkonzentrationen zu entlasten und eine Durchgängigkeit zwischen Werra und Ulster herzustellen.

Die Gesamtmineralisation der Prozessabwässer liegt je nach Herkunft zwischen 300 g/l und 420 g/l. Das sich aus den Prozess- und Haldenwässern zusammengesetzte eingeleitete Salzabwasser wird täglich als 24-h-Mischprobe auf seine Salzbestandteile hin analysiert und die Einleitmenge erfasst.

Haldenwässer

Neben den Prozessabwässern werden an den Standorten Hattorf und Wintershall noch die Haldenwässer der dortigen Rückstandshalden sowie seit 2007 das Haldenwasser des Werkes Neuhoof-Ellers am Standort Hattorf in die Werra eingeleitet. Die Haldenwässer weisen Gesamtmineralisationen zwischen 290 g/l und 390 g/l auf und werden ebenso wie die Prozessabwässer täglich in ihrer Menge sowie ihrer Salzzusammensetzung erfasst. Mit Ausnahme des Haldenwassers aus Neuhoof-Ellers, für das im Regelbetrieb eine separate Einleitstelle in die Werra genutzt wird, erfolgt die Einleitung der Haldenwässer in der Regel zusammen mit den Prozessabwässern.

Grubenwässer

Aufgrund von kontinuierlichen Salzlösungszutritten im Bereich der Grube Springen aus dem sogenannten Rotliegenden muss dort schon seit vielen Jahren, resultierend aus einer Altlast aus dem Kalibergbau der ehemaligen DDR, produktionsabhängig eine Wasserhaltung in Form von Fassung und Abführung der Salzlösungen in die Werra betrieben werden. Pro Jahr werden ca. 100.000 m³ Salzlösung, deren Hauptbestandteil Natriumchlorid ist und die eine Gesamtmineralisation von rund 330 g/l aufweist, bei Dorndorf in die Werra eingeleitet. Ihr Beitrag zur Gesamtmineralisation der Werra am Pegel Gerstungen ist aber nur sehr gering.

Salzwasserrückförderungen aus dem Plattendolomit

Die Rückförderung von versenktem Salzabwasser wurde im Regelbetrieb an zwei Stellen vorgenommen. In den Jahren von 2005 bis 2007 wurden in Dorndorf die aus dem Pufferspeicher Gerstunger Mulde zurückgeführten Salzabwässer eingeleitet. Seit Ende 2007 ist der Betrieb des Pufferspeichers Gerstunger Mulde eingestellt, so dass seit diesem Zeitpunkt auch keine Rückförderung und Einleitung von Salzwässern aus dem Plattendolomit in die Werra mehr erfolgt.

Auf hessischem Gebiet wurde im Raum Heringen in den Jahren 2003 bis 2011 eine Rückförderung aus dem Plattendolomit von ehemals versenktem Salzabwasser vorgenommen und dieses oberhalb der Salzabwassereinleitungen des Standortes Wintershall in die Werra eingeleitet. Für die Rückförderung wurde die ehemalige Versenkbohrung Heringen 2A genutzt.

Beide Rückförderungen werden schon seit längerer Zeit nicht mehr betrieben und tragen daher keinen Anteil zur Gesamtmineralisation am Pegel Gerstungen in der Werra bei. Sie sind aber bei einer rückwirkenden Bilanzierung z. B. im Rahmen der Bestimmung von diffusen Salzeinträgen zu berücksichtigen.

Oberflächennahe Grundwasserhaltung

Im Raum Tiefenort traten schon bald nach Aufnahme der Versenkung im Bereich Merkers oberflächennahe Versalzungen, insbesondere von Wiesen und Gärten auf. Diesem nachteiligen Effekt der Versenkung im Raum Tiefenort konnte durch die Aufnahme einer oberflächennahen Grundwasserhaltung entgegengewirkt werden. Dabei wurden aus Tiefen von bis zu 10 Metern salzhaltige Grundwässer gefasst und anschließend in die Werra eingeleitet. Von den ursprünglich drei installierten und betriebenen Grundwasserhaltungen Kaiserwiese, Brückenwiese und Rasenmühle wird heute nur noch die Rasenmühle betrieben. Von der Rasenmühle werden pro Jahr rund 350.000 m³ mit einer aktuellen Chloridkonzentration von rund 20 g/l in die Werra eingeleitet.

Mit Einstellung der Versenkung im Bereich Merkers (1968) geht eine kontinuierliche Abnahme der Salzkonzentration des gefördertem Grundwassers einher. Trotz dieses Rückgangs ist aber zukünftig noch die oberflächennahe Grundwasserhaltung zu betreiben.

Dem Grunde nach müssen diese Einträge den sogenannten diffusen Salzeinträgen im Raum Tiefenort zugerechnet werden, da sie auch ohne das gezielte Fassen und Einleiten in die Werra auftreten würden.

Dabei tragen Prozessabwässer und Haldenwässer hauptsächlich zur Gesamtmineralisierung der Werra am Pegel Gerstungen bei. Die Siel- und Kühlwässer, die beim Betrieb der Aufbereitungsanlagen anfallen, die Salzlösungen 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 2019 um rund 44.000 t über der des Vorjahres (Tab. 12). Dies resultiert aus der im Vergleich zu 2018 höheren Einleitmenge an Salzabwässern. Zusammen mit den eingeleiteten Kühl- und Sielwässern machten die eingeleiteten Chloridfrachten, bestehend aus Halden- und Prozessabwasser, rund 72 % der gesamten Chloridfracht am Pegel Gerstungen aus. Damit lag der Anteil dieser Einleitungen an der gesamten Chloridfracht auf dem Niveau der Jahre 2016 und 2017.

Den zweithöchsten Anteil an der Chloridfracht stellen im Jahr 2019 die diffusen Chlorideinträge dar. Im Vergleich zu den Vorjahren ging die diffus eingetragene Chloridmenge um rund 42.000 t zurück. Der Anteil an der gesamten Chloridfracht betrug im Jahr 2019 rund 21 %.

Die Vorlast von Werra (Messstelle Unterrohn) und Ulster (Messstelle Räsa), sowie die Einleitung des Grubenwassers Springen haben zusammen einen Anteil von rund 6,5 % an der Chloridfracht am Pegel Gerstungen und liegen damit weiterhin auf dem Niveau der Vorjahre.

Tab. 12: Chloridbilanz für den Pegel Gerstungen

Chlorid	2016		2017		2018		2019	
	Menge [t]	Anteil [%]						
Gerstungen	1.057.859	100	1.095.537	100	873.285	100	917.508	100
Kühl- und Sielwasser	53.691	5,1	64.186	5,9	55.968	6,4	50.317	5,5
Salzabwasser	699.357	66,1	729.210	66,6	519.329	59,5	612.892	66,8
Grubenwasser	19.888	1,9	16.694	1,5	15.435	1,5	18.355	2,0
Vorlast Unterrohn	39.737	3,8	46.683	4,3	43.299	4,9	39.275	4,3
Vorlast Räsa	2.314	0,2	2.525	0,2	2.439	0,3	2.169	0,2
Diffuse Einträge	242.872	23,0	236.239	21,6	236.815	27,1	194.500	21,2

Bei der Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen zeigt sich ein etwas anderes Bild (Tab. 13). Rund 94 % 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 3,2 % deutlich unter dem Anteil des diffusen Chlorideintrags liegt.

Tab. 13: Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen

Kalium	2016		2017		2018		2019	
	Menge [t]	Anteil [%]						
Gerstungen	124.376	100	141.726	100	97.559	100	100.371	100
Kühl- und Sielwasser	10.131	8,1	12.698	9,0	12.054	12,4	11.034	11,0
Salzabwasser	107.756	86,6	121.482	85,7	78.163	80,1	83.393	83,1
Grubenwasser	650	0,5	546	0,4	459	0,5	560	0,6
Vorlast Unterrohr	1.907	1,5	2.557	1,8	2.257	2,3	1.860	1,9
Vorlast Räsa	303	0,2	410	0,3	339	0,3	335	0,3
Diffuse Einträge	3.629	2,9	4.033	2,8	4.287	4,4	3.189	3,2

Der Anteil der Magnesiumfracht, der durch die Siel- und Kühlwässer sowie die Salzabwassereinleitungen hervorgerufen wird, liegt mit 90 % nicht so hoch wie die der Kaliumfracht (Tab. 14). 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. 14: Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen

Magnesium	2016		2017		2018		2019	
	Menge [t]	Anteil [%]						
Gerstungen	185.531	100	194.285	100	149.830	100	171.979	100
Kühl- und Sielwasser	11.972	6,5	14.345	7,4	12.666	8,5	11.666	6,8
Salzabwasser	151.481	81,6	159.155	81,9	114.836	76,6	143.494	83,4
Grubenwasser	194	0,1	163	0,1	139	0,1	217	0,1
Vorlast Unterrohr	6.080	3,3	6.887	3,5	6.772	4,5	5.305	3,1
Vorlast Räsa	1.771	1,0	1.964	1,0	1.816	1,2	1.714	1,0
Diffuse Einträge	14.033	7,6	11.771	6,1	13.601	9,1	9.583	5,6

3.5 Salzfrachten und -konzentrationen 2019

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 erfolgen, 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 2019

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

Chlorid

Die täglichen Frachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2019 von minimal 867 t/d bis maximal 8.613 t/d (Abb. 8). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,92 Mio. t Chlorid, die etwa 11 % höher ist als 2018.

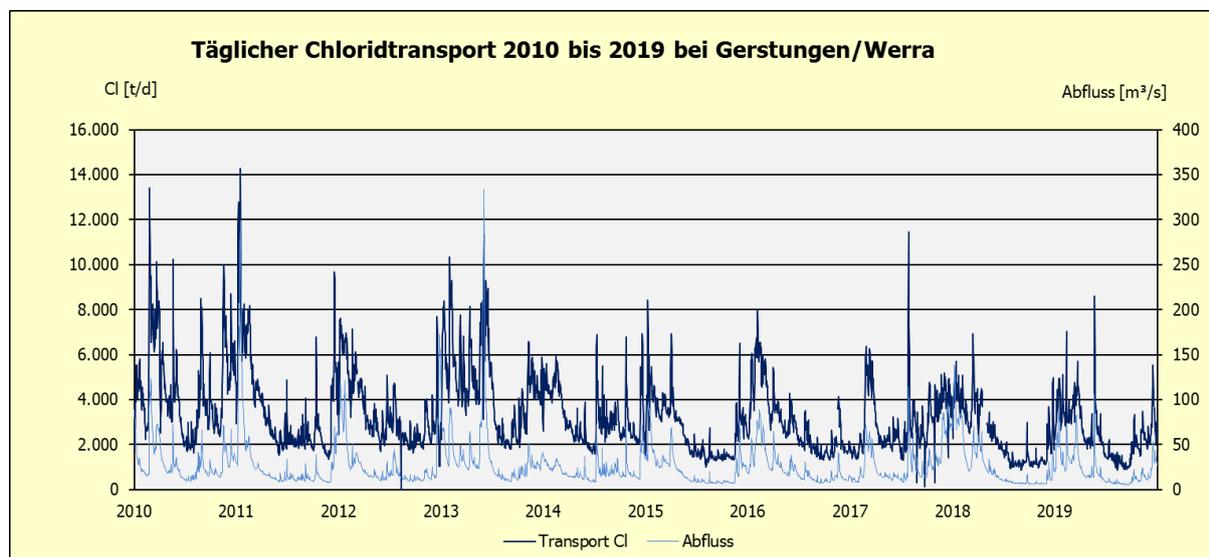


Abb. 8: Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019

Die Tagesmittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 530 mg/l und maximal 2.470 mg/l. (Abb. 9). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Chlorid von 2.100 mg/l. Somit wird, wie auch schon in den Jahren 2015 bis 2018, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 2.310 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 2.500 mg/l wurde in 2019 nicht überschritten und wird, mit einer Ausnahme, seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleiterlaubnisbescheide) 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.

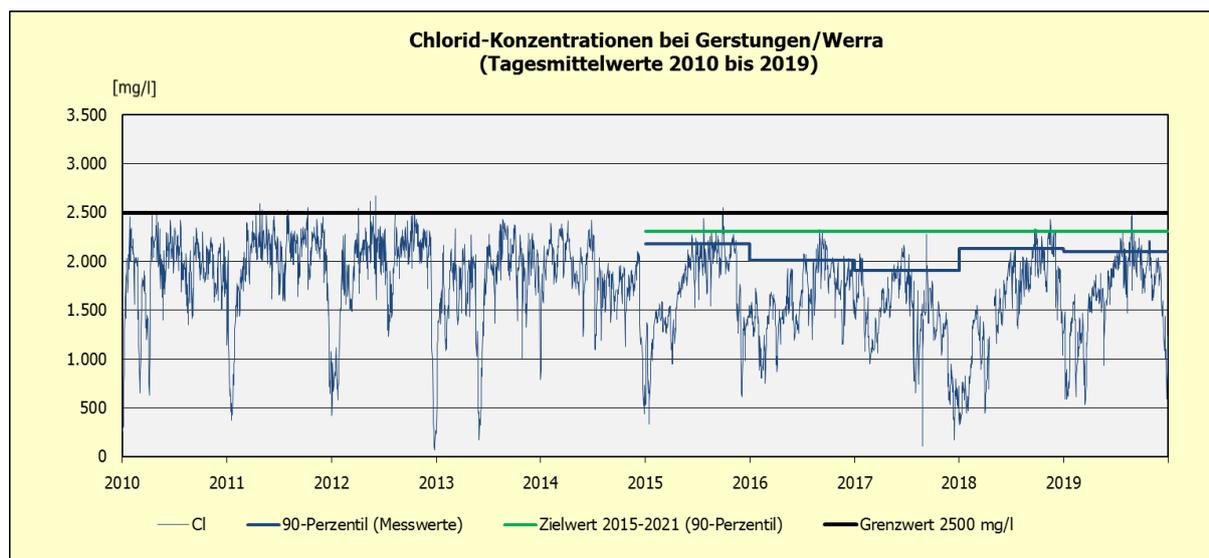


Abb. 9: Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019

Magnesium

Die täglichen Magnesiumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2019 von minimal 99,1 t/d bis maximal 1.886 t/d (Abb. 10). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,17 Mio. t Magnesium, die etwa 14 % höher ist als 2018.

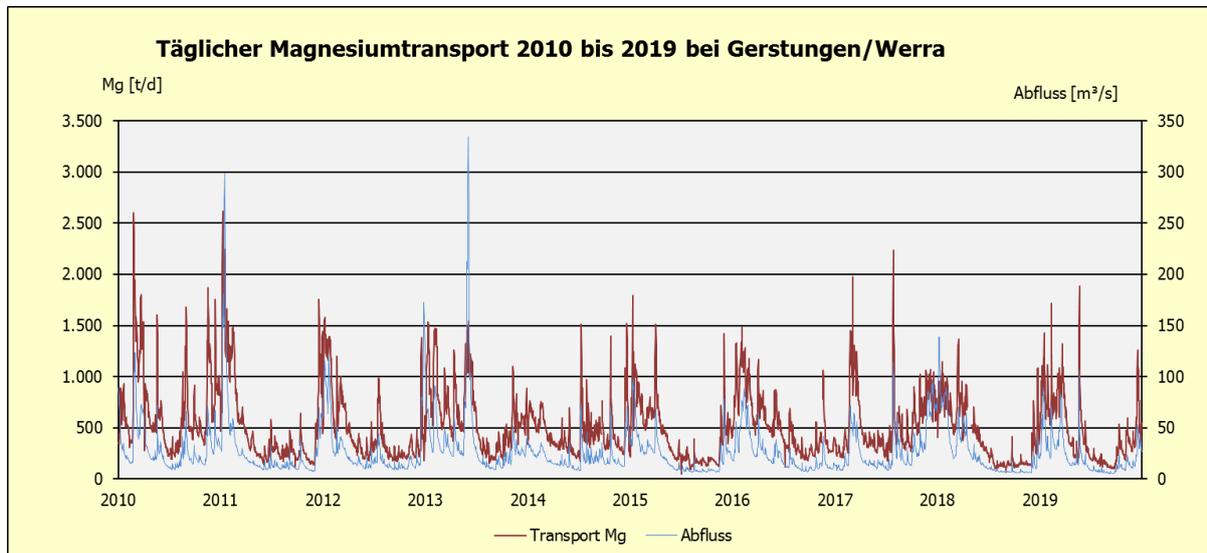


Abb. 10: Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019

Die Tagesmittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 97 mg/l und maximal 340 mg/l (Abb. 11). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Magnesium von 305 mg/l. Somit wird, wie auch zuvor in den Jahren 2015, 2017 und 2018, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 310 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 340 mg/l wurde in 2019 nicht überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) zu einigen wenigen Überschreitungen.

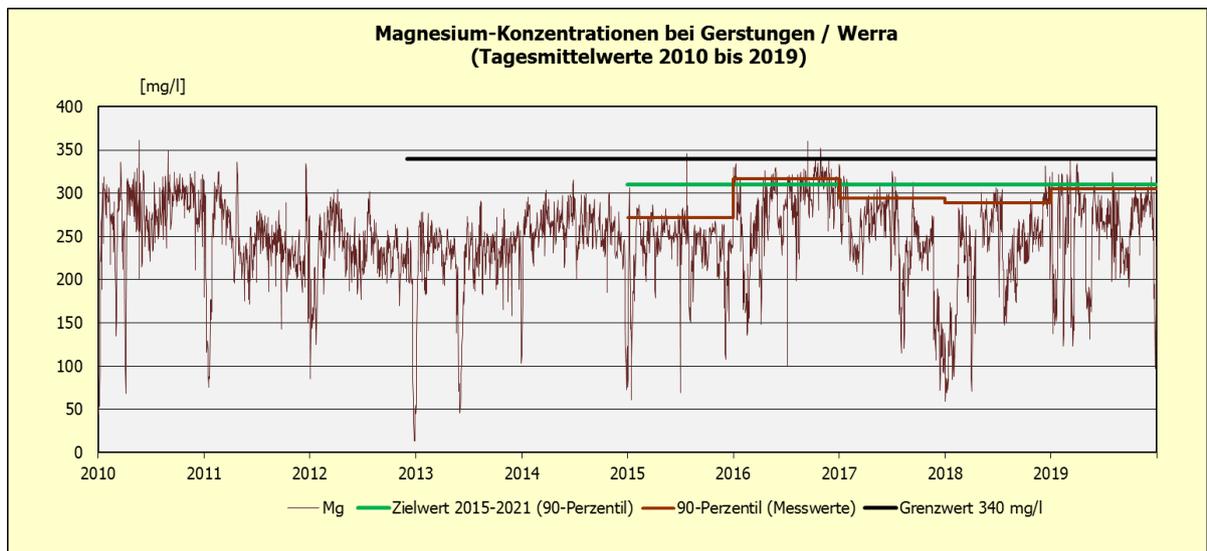


Abb. 11: Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019

Kalium

Die täglichen Kaliumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2019 von minimal 48,9 t/d bis maximal 1513 t/d (Abb. 12). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,10 Mio. t Kalium, die etwa 11 % höher ist als 2018.

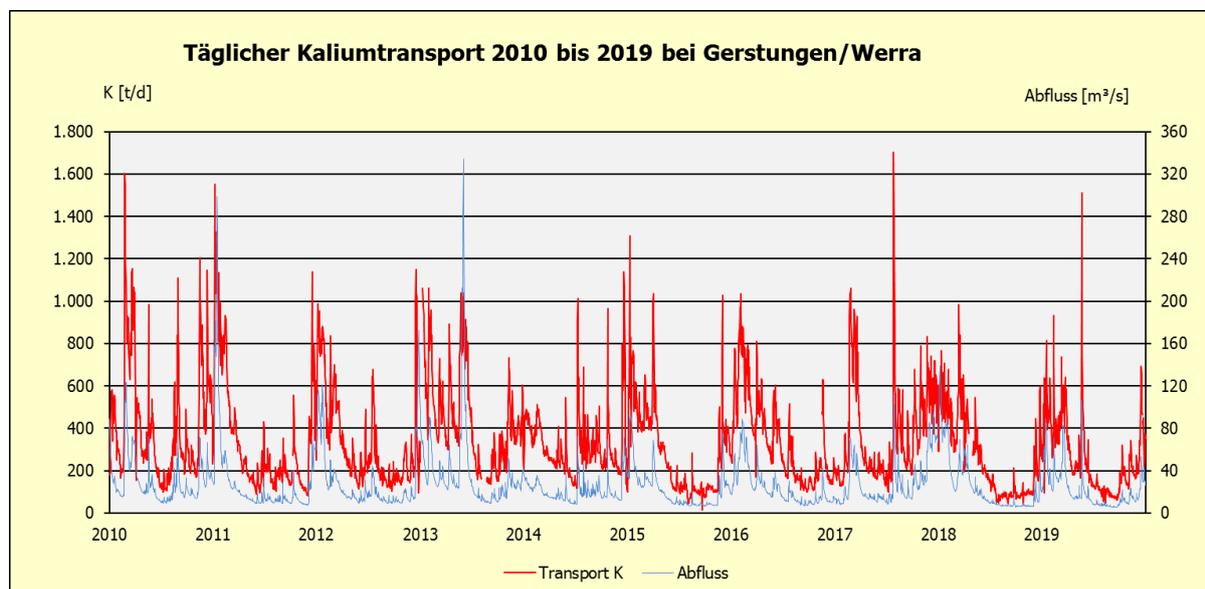


Abb. 12: Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2019

Die Tagesmittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 19 mg/l und maximal 209 mg/l (Abb. 13). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Kalium von 180 mg/l. Somit wird, wie auch schon 2015, 2017 und 2018, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 195 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 200 mg/l wurde in 2019 zweimal überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleiterlaubnisbescheide) häufiger zu Überschreitungen, mit abnehmender Tendenz.

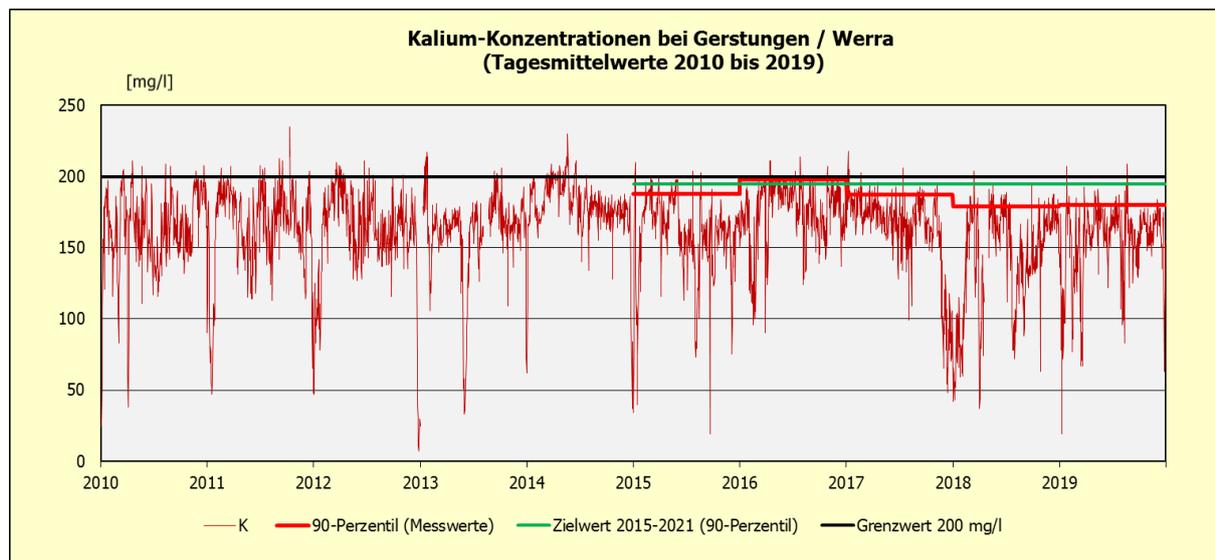


Abb. 13: Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2019

3.5.2 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2019

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.

Boffzen wurde erst im Laufe des Jahres 2016 wieder als automatische Messstation in Betrieb genommen (s. Kap. 3). Deshalb konnten 14-Tagesmittelwerte für Chlorid, Kalium und Magnesium erst ab Mai 2016 erhoben werden. 3-Tages-Mittelwerte, die zur Bildung eines 90-Perzentils besser geeignet sind, werden erst ab August 2018 erhoben.

Chlorid

Die 3-tägigen Chloridfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2019 von minimal 1.072 t/d bis maximal 8.527 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 1,06 Mio. t Chlorid, die minimal geringer (ca. 2 %) als 2018 ist (Abb. 14).

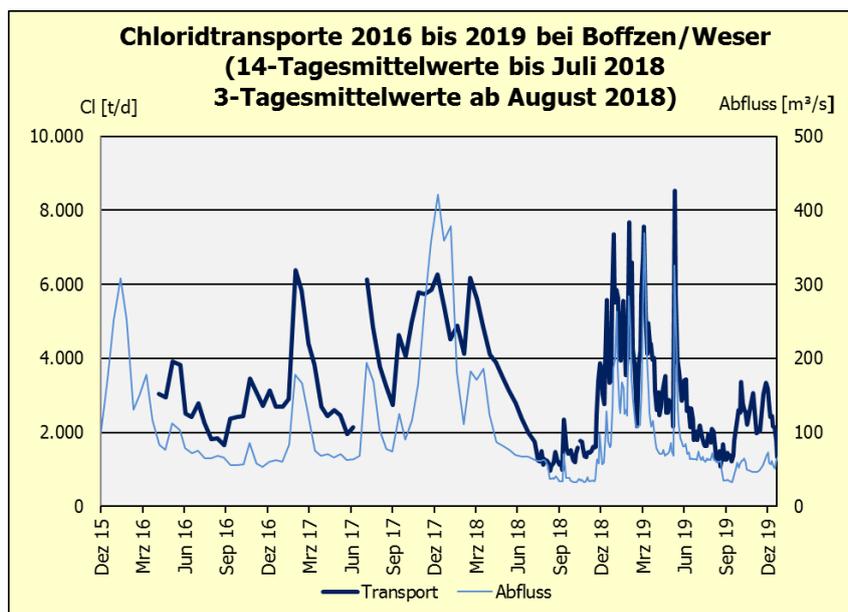


Abb. 14: 14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2019

Die 3-Tages-Mittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 184 mg/l und maximal 760 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 403 mg/l etwa 4 % unter dem Mittelwert des Vorjahres von 417 mg/l (Abb. 15). Das 90-Perzentil 2019 liegt mit 508 mg/l unterhalb des Zielwertes 2015-2021 für Chlorid von 585 mg/l.

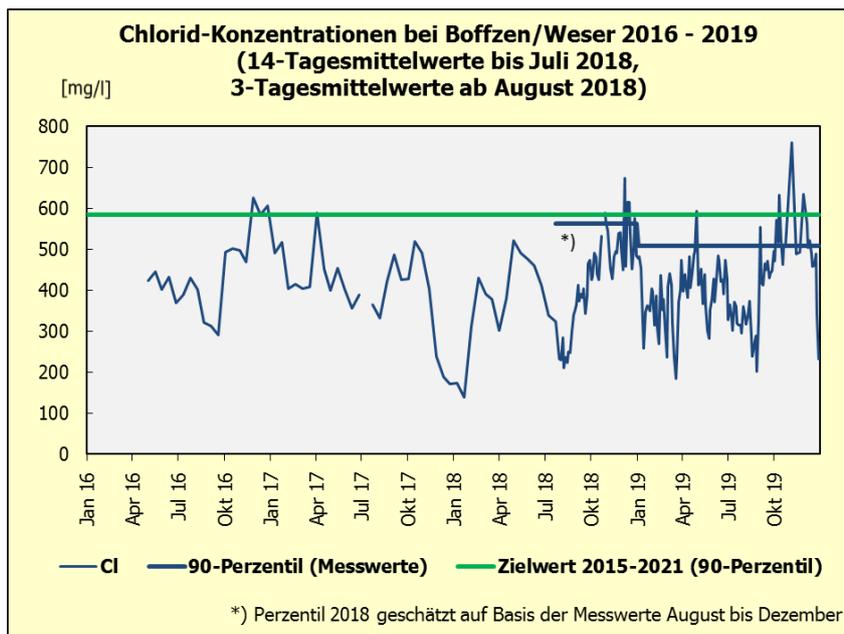


Abb. 15: Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019

Magnesium

Die 3-tägigen Magnesiumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2019 von minimal 151 t/d bis maximal 1.471 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,19 Mio. t Magnesium, die minimal geringer (ca. 5 %) als 2018 ist. (Abb. 16).

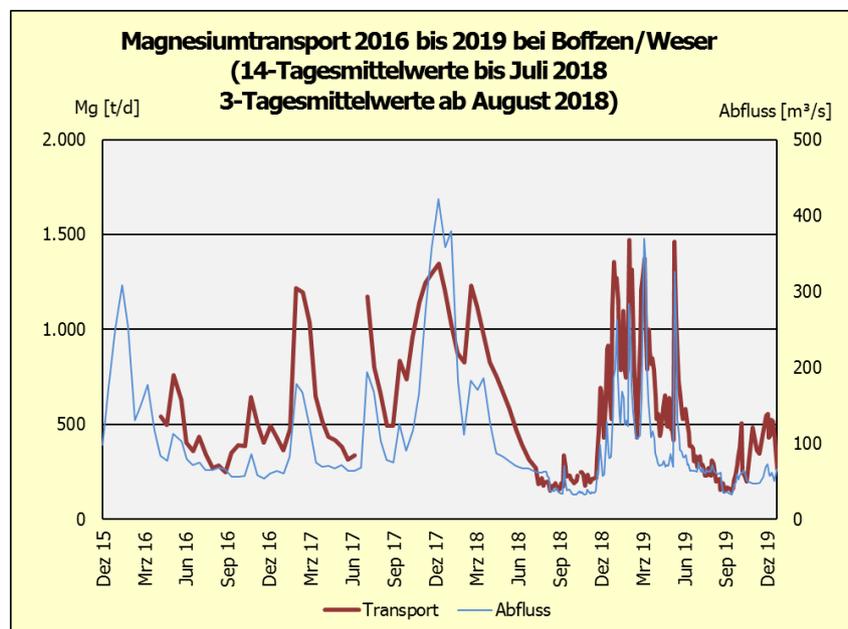


Abb. 16: 14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019

Die 3-Tages-Mittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 29 mg/l und maximal 120 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 68 mg/l etwa 3 % über dem Mittelwert des Vorjahres von 66 mg/l (Abb. 17). Das 90-Perzentil 2019 entspricht mit 90 mg/l genau dem Zielwert 2015 bis 2021 für Magnesium.

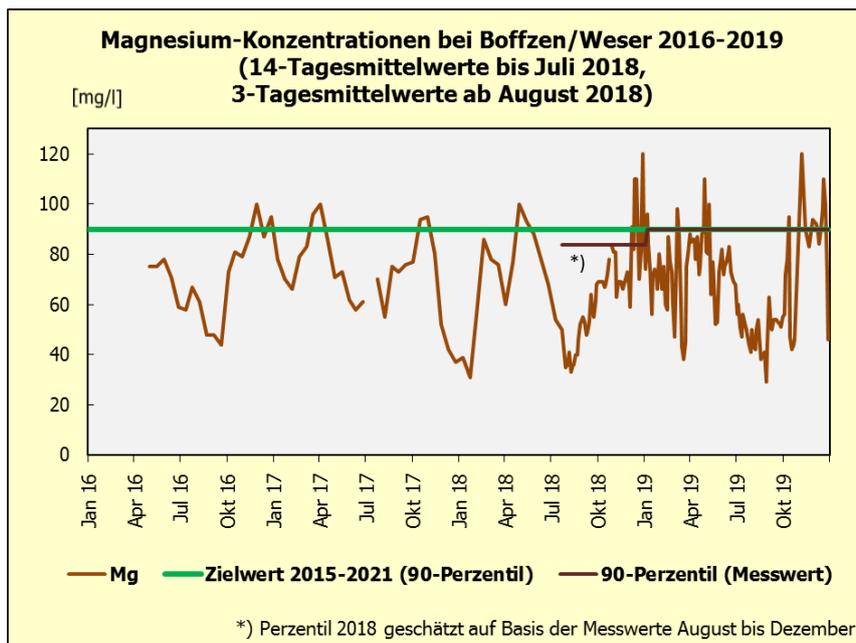


Abb. 17: Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019

Kalium

Die 3-tägigen Kaliumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2019 von minimal 80 t/d bis maximal 816 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,10 Mio. t Kalium, die wenig geringer (ca. 10 %) als 2018 ist (Abb. 18).

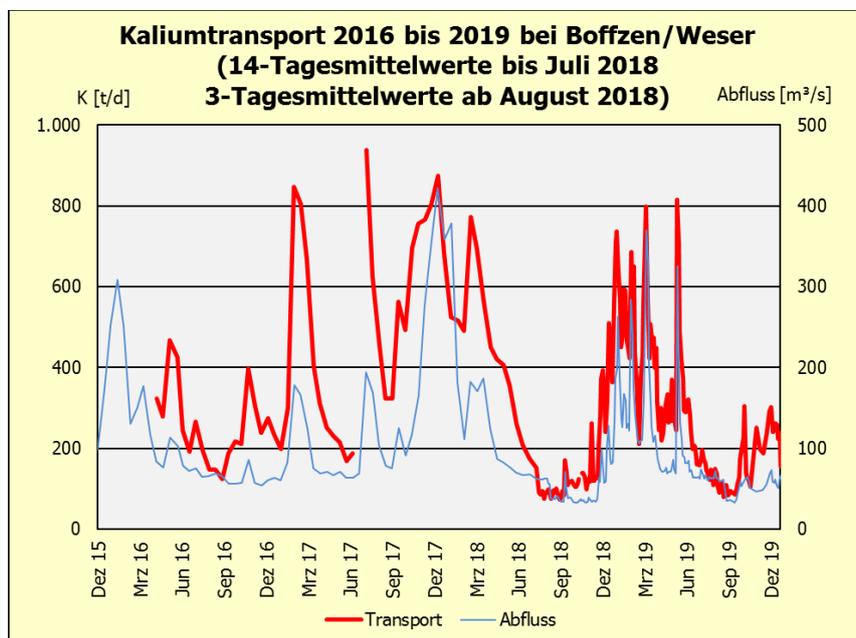


Abb. 18: Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019

Die 3-Tages-Mittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2019 zwischen minimal 15 mg/l und maximal 6 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 37 mg/l etwa 3 % über dem Mittelwert des Vorjahres von 36 mg/l (Abb. 19). Das 90-Perzentil 2019 liegt mit 49 mg/l unterhalb des Zielwertes 2015-2021 für Kalium von 50 mg/l.

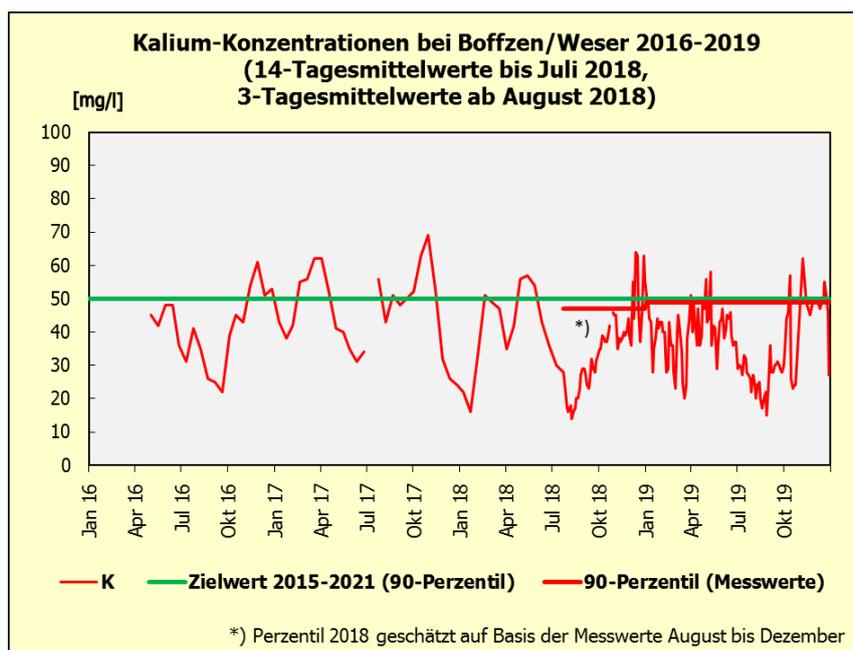


Abb. 19: Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2019

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. 20).

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.

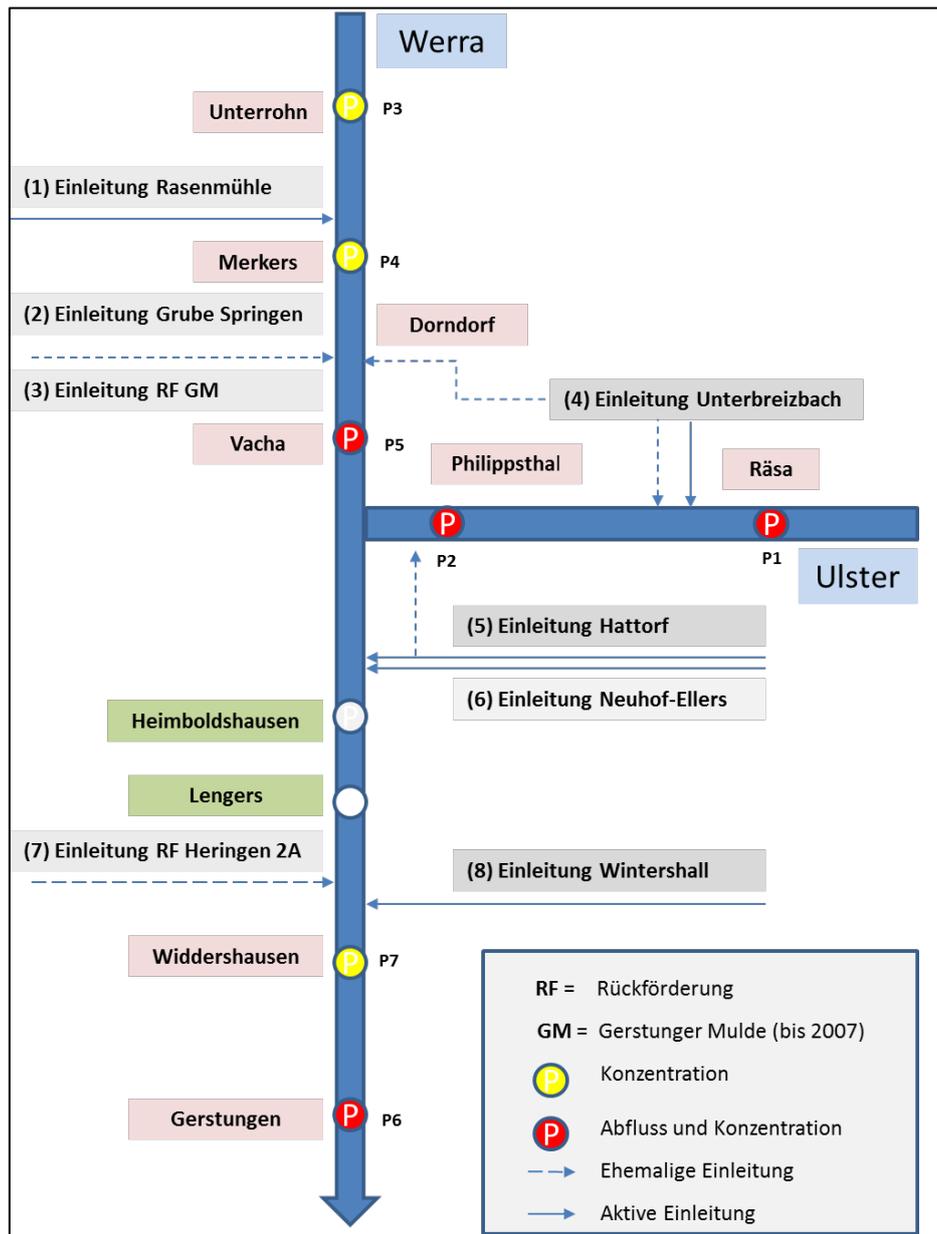


Abb. 20: Schema der Eigenkontrollstellen der K+S

In den Abb. 21 bis 23 sind die monatlichen Transporte der Salzionen für den Zeitraum 2000 bis 2019 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 Widdershausen 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.

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.

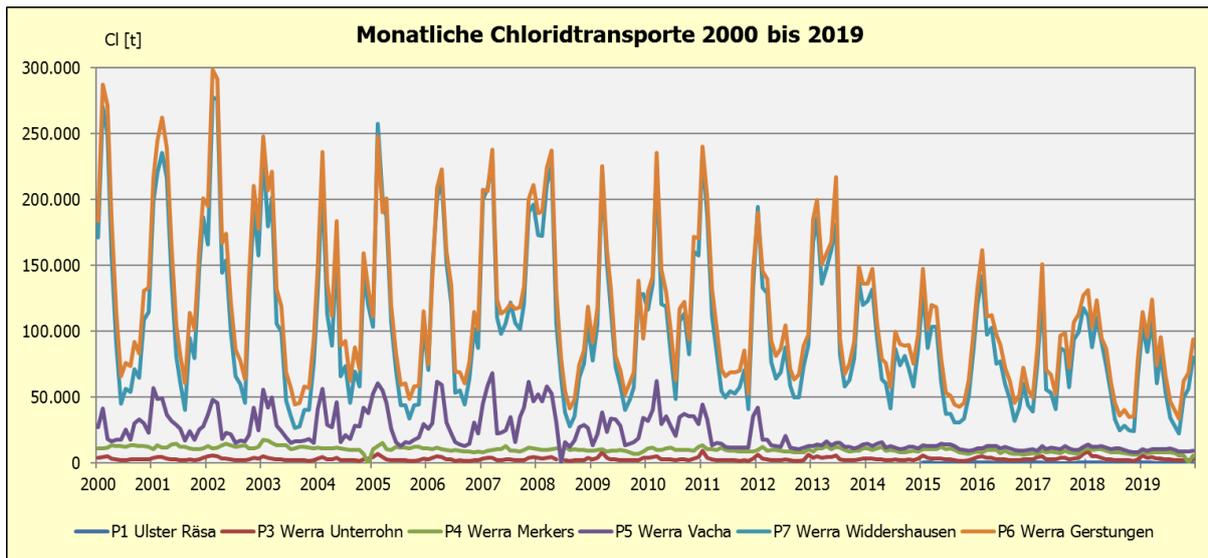


Abb. 21: Chloridtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

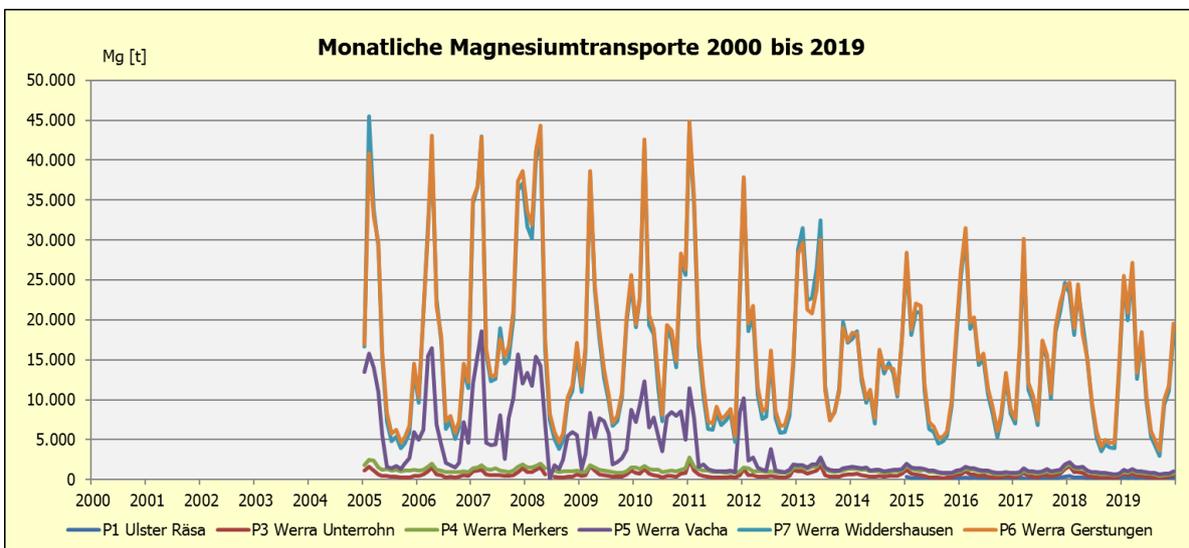


Abb. 22: Magnesiumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

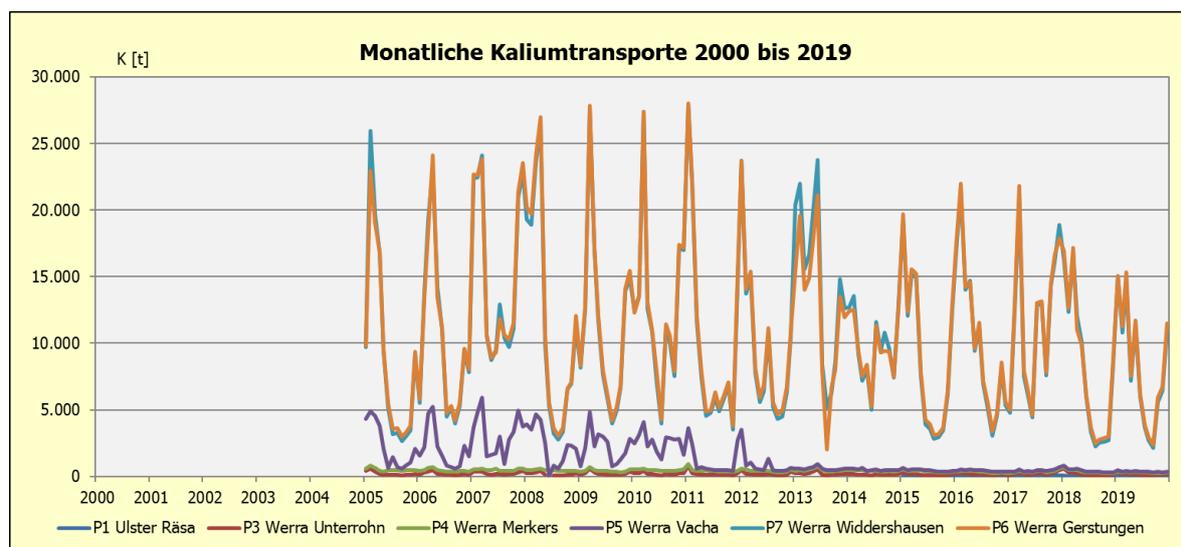


Abb. 23: Kaliumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

3.6 Grundwassermonitoring

Im Genehmigungsbescheid für die bis zum 31.12.2021 befristete Versenkerlaubnis wurde, wie im Zusammenhang mit den vormaligen Versenkerlaubnissen, ein umfangreiches von der K+S durchzuführendes Grundwassermonitoring verankert. Im dazugehörigen Mess- und Beobachtungsplan sind die aktuellen Messstellen mit den jeweils zu überwachenden Parametern festgelegt. Das Grundwassermonitoring erstreckt sich dabei über alle relevanten Grundwasserstockwerke bzw. Grundwasserleiter.

Die Ergebnisse der Grundwasserüberwachung werden jährlich den zuständigen Behörden in Form eines Jahresberichtes übermittelt. Im Ergebnis der Auswertung der Messdaten für das Jahr 2019 sind für die Messstellen im Leine-Karbonat (Plattendolomit) keine relevanten hydrochemischen Veränderungen festzustellen.

Die Ausbreitung der versenkten Salzabwässer ist durch das Grundwassermonitoring gut dokumentiert und es sind im Vergleich zu den vorherigen Jahren keine relevanten Änderungen zu beobachten. Die räumliche Ausbreitung der versenkten Salzabwässer ist weiterhin auf die bisherigen Bereiche innerhalb des Salzhangaußenrandes beschränkt.

Für den sogenannten Buntsandstein ist festzustellen, dass die stofflichen Einflüsse der Versenkung weiterhin nur auf die bisherigen Bereiche der Entlastungszonen in der Werratalaue (diffuse Einträge) und die eng begrenzte Entlastungszone im Bereich der Breitzbachsmühle beschränkt bleiben.

Die Höhe der diffusen Einträge kann, abhängig von der Wasserführung der Werra, maßgeblich die Menge der in die Werra einzuleitenden Salzabwässer bzw. langfristig die zu erreichenden Salzkonzentrationen in Werra und Weser bestimmen. 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 die 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.

Im Hinblick auf die Entwicklung der diffusen Einträge in die Werra lässt sich für das Jahr 2019 ein, im Vergleich zu den Vorjahren, weiterer Rückgang erkennen. Dieser Rückgang steht aber noch unter dem Vorbehalt einer möglichen Korrektur der verwendeten Pegelraten.

Im Berichtsjahr 2019 betrug der Anteil der diffusen Einträge an der Chloridfracht rund 21 %, an der Kaliumfracht rund 3 % und an der Magnesiumfracht rund 6 %. Somit liegen, wie schon in der Vergangenheit, die diffusen Kalium- und Magnesiumeinträge deutlich niedriger als der diffuse Chlorideintrag.

Mit der durchgeführten Versenkung sind keine Beeinflussungen der Sicherheit der Trinkwasserversorgung verbunden.

Eine neue Bewertung des Zustands der Grundwasserkörper erfolgt 2020/2021 im Rahmen der Erstellung des BWP 2021 bis 2027.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser vierte Statusbericht umfasst das **Berichtsjahr 2019**. Der Stand der sich aktuell in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen wird auf Grundlage eines Sachstandsberichts von K+S (Anhang 7.1), den umfangreichen in der AG Salzreduzierung vorgestellten Themenpapieren des Unternehmens K+S und weiteren Informationen aus den Ländern zusammenfassend dargestellt.

Die Anpassungen in der Maßnahmenumsetzung einzelner Maßnahmen im Abgleich zum Zeitplan des Maßnahmenprogramms Salz 2015 bis 2021 wurden seitens des Unternehmens K+S entsprechend in quartalsweisen Berichten vorgelegt und in den Sitzungen der Arbeitsgruppe Salzreduzierung erläutert.

Im Jahr 2019 ist es bei der Maßnahmenumsetzung einzelner Maßnahmen zu Verschiebungen im Zeitplan des Maßnahmenprogramms Salz 2015 bis 2021 gekommen, die im Hinblick auf die Auswirkungen in Bezug auf den Bewirtschaftungsplan Salz 2021 bis 2027 derzeit geprüft werden. Der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung liegt aber nach Angaben von K+S immer noch in dem vom Unternehmen projektierten und regelmäßig überprüften zeitlichen Rahmen.

Mit einem Jahresdurchschnittswert von rund 21,8 m³/s am Pegel Gerstungen lagen die **Abflüsse der Werra** deutlich unter den Abflüssen eines Normaljahres. Auch in der **Weser** zeigten sich im Jahr 2019 unterdurchschnittliche Werte bei den Abflüssen. Trotz zum Teil sehr niedriger Wasserführungen konnten abflussabhängig rund 3,94 Mio. m³ Salzabwasser direkt in die Werra eingeleitet werden. Rund 1,14 Mio. m³ wurden, entsprechend der seit 2017 gültigen Versenkerlaubnis, am Standort Hattorf in den Untergrund versenkt und eine verbleibende Menge in Höhe von 0,85 Mio. m³ wurde per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben, Gaskavernen, zur DEUSA und zur innerbetrieblichen Verwertung transportiert.

Im Werk Werra und im Werk Neuhof-Ellers wurden im Jahr 2019 in Summe rund 22,5 Mio. t **Rohsalz** in den Fabrikbetrieben verarbeitet. Diese Menge liegt rund 5 % über der Verarbeitungsmenge des Vorjahres 2018. Die höhere Verarbeitungsmenge resultierte auch aus dem Umstand, dass im Jahr 2019 keine längeren Produktionsstillstände an den Standorten Hattorf und Wintershall eingetreten sind. Trotz einer länger anhaltenden niedrigen Wasserführung der Werra konnten alle Salzabwässer durch die Einleitung in die Werra, die Versenkung und den Abtransport per LKW und Bahn entsorgt werden.

Im Jahr 2019 fielen in Summe rund 5,93 Mio. m³ an **Salzabwasser** (Prozessabwasser und Haldenwasser) an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2018 mit einer Salzabwassermenge von rund 5,64 Mio. m³ rund 0,3 Mio. m³ mehr. Die Erhöhung resultiert vornehmlich aus einer höheren Prozessabwassermenge im Vergleich zum Vorjahr. Dieser Effekt ist insbesondere auf die erhöhte Rohsalzverarbeitung in Folge der vermiedenen Stillstände zurückzuführen.

Für das Jahr 2019 ergaben sich am Pegel Gerstungen **Jahresfrachten** von rund 0,92 Mio. t Chlorid, rund 0,17 Mio. t Magnesium und rund 0,10 Mio. t Kalium. Damit liegen die Frachten aller Ionen etwas höher als im Jahr 2018.

Seit der Inbetriebnahme der **Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage** Anfang 2018 befindet sich die Anlage im störungsfreien Betrieb. Somit konnte 2019 der Regelbetrieb aufgenommen werden. Im Verlauf des Jahres 2019 konnte eine Volumenreduzierung und damit verbunden eine Abwassereinsparung beim Prozessabwasser im Vergleich zum Jahr 2015 in Höhe von 1,411 Mio. m³ erzielt werden.

Nach Abschluss des Halbtechnischen **Haldenabdeckversuchs** (HVH) in **Hattorf** befindet sich das Versuchsfeld in Beobachtung. Haldentop und Nord- und Südflanke sind nach erfolgreicher Ansaat inzwischen großflächig begrünt. Der im Juli 2019 eingereichte Genehmigungsantrag für den Großversuch an der **Halde Wintershall** (BVH) mit einer Dünnschichtabdeckung wurde zurückgezogen, weil sich K+S entschlossen hat, ein alternatives Abdeckverfahren (Infiltrationshemmschicht (IHS)) zu prüfen und zu planen. Nach der Zulassung im April 2019 wurde im Mai 2019 ein ca. 0,1 ha großes Probefeld mit einer innovativen Erosionsschicht (IES) auf dem **Haldentop Neuhof-Ellers** errichtet. Mit Inbetriebnahme der Lysimeteranlage erfolgen nun Untersuchungen über einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren. Derzeit wird geprüft, ob die Abdeckung der Halde Neuhof nicht mehr durch die IES, sondern im Dickschichtverfahren mit Boden und Bauschutt erfolgen kann.

Anhand der Erkenntnisse aus Bau und Betrieb eines Pilotpolders, als Sammelbecken für Niederschlag, auf dem Top der Halde Hattorf wurden in 2019 weitere **Polderflächen** geplant und Teile davon bereits zugelassen. Für den Haldentop Hattorf sind 1,26 ha zugelassen, weitere 9,5 ha sind geplant. Die Umsetzung beginnt im ersten Halbjahr 2020 bei geeigneter Witterung. Für den bestehenden Haldentop

Wintershall und die neu entstehende Erweiterungsfläche sind insgesamt 15 ha geplant. Derzeit wird seitens K+S geprüft, ob eine Abdeckung des Haldentops mit Bauschutt und Boden anstelle des Baus der Polder möglich ist.

Die vierbändige Dokumentation der Ergebnisse interner und externer Untersuchungen zur Maßnahme **Einstapeln und Versatz unter Tage** wurde durch die Bewertung des Markscheidesicherheitspfeilers zwischen den Grubenfeldern Wintershall und Springen für den Abschnitt des ersten Einstapelareals ergänzt. Im den Grubenfeldern Wintershall und Springen wurden die bergmännischen Vorbereitungsarbeiten fortgesetzt bzw. begonnen sowie der Aufbau der Projektstruktur fortgeführt. Nach Fachgesprächen über das Konzept der Durchörterung der Markscheidesicherheitsfeste Wintershall/Springen mit den Fachbehörden wurde im Dezember 2019 die TU Bergakademie Freiberg mit der Erstellung eines Konzeptes zur Durchörterung beauftragt.

5 Literatur

- 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).
- FGG Weser. (2019). *Die wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung in der Flussgebietseinheit Weser - Anhörungsdokument*. Hildesheim: Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser).
- LAWA. (2012). *Ableitung überregionaler Bewirtschaftungsziele in den Flussgebietseinheiten mit deutscher Federführung*. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- 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).

6 Glossar

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.
Durchörterung	Eine unterirdische Strecke anlegen (bergmännisch).
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.
Markscheide	Sie bezeichnet die Grenze eines Grubenfeldes (bergmännisch).
Markscheidesicherheitspfeiler	Ein parallel zur Markscheide verlaufender Bereich, in dem zum Schutz verschiedener Objekte kein Abbau stattfinden darf (bergmännisch).
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.

7 Anhang

7.1 Sachstandsbericht 2019 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH

Sachstandsbericht

zum Stand der Umsetzung des Maßnahmenprogramms Salz
2015 bis 2021

für den Zeitraum Oktober bis Dezember 2019

vorgelegt von der K+S Minerals and Agriculture GmbH (K+S)
am 08.01.2020



Gliederung

Vorbemerkungen

1. Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Salz
 - 1.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)
 - 1.2 Haldenabdeckung
 - 1.3 Einstapeln und Versatz unter Tage
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 Maßnahmen des Maßnahmenprogramms „Salz“ ist eine Datentabelle angelegt. Die Gliederung bzw. Ergänzung der Umsetzungsschritte einzelner komplexer technischer Maßnahmen mit den dazugehörigen zeitlichen Annahmen für die einzelnen Versuchsphasen sowie Genehmigungsschritte wurden seitens Unternehmens nach aktuellen Projektplänen ergänzt und soweit möglich der Datentabelle aus dem Maßnahmenprogramm „Salz“ tabellarisch gegenübergestellt.

Die prognostizierte Planung im Maßnahmenprogramm „Salz“ weicht von der tatsächlichen technischen Projektplanung der Maßnahmen ab. Im Wesentlichen erfolgten die Umsetzungsprognosen im Maßnahmenprogramm „Salz“ auf Basis von Maßnahmen, die sich im Prüfungs- bzw. Forschungsstadium befanden. Im Berichtswesen seitens K+S werden die wesentlichen Schritte der betrieblichen und genehmigungsrechtlichen Maßnahmenumsetzung kontinuierlich und detailliert dargestellt und in der Arbeitsgruppe Salzreduzierung erläutert.

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). Dabei wird der Stand der Prognosen des Maßnahmenprogramms „Salz“ und der tatsächliche Umsetzungsstand der vom Unternehmen projektierten Maßnahmen abgebildet. Bei Verzögerungen sind Begründungen und ggf. ein neues Enddatum anzugeben.

Alle Verzögerungen auf der Umsetzungsschiene werden in der Arbeitsgruppe quartalsweise berichtet und im Projektplan angepasst. Begleitend zum Sachstandsbericht erfolgt die Risiko-berichterstattung.

Weitere F&E-Vorhaben wurden neu ab dem Quartalsbericht 3/2017 aufgenommen und in den nächsten Quartalberichten fortgeschrieben. 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)

Durch die KKF-Anlage werden ab dem Jahr 2019 die Salzabwässer des Werkes Werra um bis zu 1,5 Mio. m³/a und die Salzfracht um bis zu 500.000 t/a reduziert.

Trotz des trockenen Sommers 2019 und weiterer zahlreicher Optimierungsläufe der technischen Anlage, hat die KKF im Verbund bereits Ihre Wirkung gezeigt, in dem abwasserbedingten Stillstände verhindert und die Menge der Prozessabwasser auf rd. 3,4 Mio. m³/a reduziert werden konnten.

1.2 Haldenabdeckung

Werk Werra

Die Beschüttung der Haldenflanke des halbtechnischen Haldenabdeckversuchs (HVH) in HA wurde im 2. Halbjahr 2018 durchgeführt und abgeschlossen. Seither befindet sich das Versuchsfeld hinsichtlich geo-/bautechnischer Eigenschaften und Elutionsverhalten (Sickerwasseranfall/-qualität) in Beobachtung. Im April 2019 wurde das Versuchsfeld großflächig mit unterschiedlichen Gräsern und Kräutern mittels Nassansaat angesät. Danach wurde eine Bewässerungseinrichtung installiert und optimiert. Trotz der extremen Witterungsbedingungen ist das Haldentop (Abb. 1) schon sehr gut begrünt und die nördliche kleinere Böschung (Abb. 2) zeigt auch schon einen guten Begrünungsfortschritt.

Die extremen sommerlichen Witterungsbedingungen nach der Erstansaat standen bisher einer großflächigen Begrünung der Südflanke (Abb. 3) entgegen. Daher wurde an dieser steilen Flanke Mitte September nochmals eine Ansaat mit verschiedenen Bearbeitungsmethoden durchgeführt. Mittlerweile ist, 3 Wochen nach der Nachsaat, auch die Südflanke bei den vegetationsfreundlichen Witterungsbedingungen im Herbst großflächig begrünt (Abb. 4).



Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Für die technischen Anlagen des Großversuchs an der Halde Wintershall (BVH) wurde Ende Juli 2019 ein Genehmigungsantrag nach BImSchG eingereicht (von der Anlieferung des Abdeckmaterials bis zur Beschüttung der Haldenflanke).

Das Verfahren ruht seit Ende des Jahres 2019, da K+S für die Beschleunigung des Genehmigungsverfahrens und der Umsetzung der Haldenabdeckung eine Steuerungsmaßnahme entwickelt hat. Im Rahmen der möglichen Abdecksystemergänzung bzw. eines alternativen Abdeckverfahrens wird die sogenannte Infiltrationshemmschicht (IHS), die bereits im Planfeststellungsverfahren zur Haldenerweiterung der Rückstandshalde des Kaliwerks Zielitz berücksichtigt ist, geprüft und geplant. Die Anwendung dieser Abdeckmethode lässt eine schnellere Genehmigungsdurchführung erwarten und würde bei einer deutlich höheren Abdeckleistung schneller zu einer Haldenwassereinsparung führen können. Allerdings lässt sich mit dieser Abdeckmethode vorerst eine Steigerung der Verdunstungsleistung auf ca. 50% erreichen. Im

1. Quartal 2020 kann dann über die Fortführung oder Einstellung des o.g. BlmSch-Verfahrens für die bisher geplante Dünnschichtabdeckung entschieden werden.

Ein ggf. notwendige Überarbeitung des Zeitplanes in der tabellarischen Darstellung im Sachstandsbericht sowie der begleitender Risikoübersicht werden nach der Diskussion des Detailkonzeptes der Haldenabdeckung mittels IHS im ersten Quartal 2020 erfolgen.

Polderbau Werk Werra

Nachdem im Juli 2019 erster zugelassener Pilotpolder mit einer Fläche von 1 ha auf dem Top der Halde Hattorf inklusive des zugehörigen Entwässerungssystems am Standort Hattorf in Betrieb genommen wurde, wurden die Erkenntnisse aus dem Bau und dem Betrieb des Polders für die Planung weiterer Polder an den Standorten Hattorf und Wintershall genutzt. Der Pilotpolder setzt somit den Startpunkt der Haldenabdeckung.

Die aus dem Pilotprojekt gewonnenen Erkenntnisse beziehen sich u.a. auf die Windsogsicherung und Böschungsgestaltung sowie die erforderliche Randstreifenbreite rund um den Polder, auf die Beschaffenheit der aufgefangenen Wässer und auf erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen. Zwischenzeitlich wurde auf dieser Basis die Umsetzung der weiteren Polder auf dem Haldentop der Halde Hattorf geplant. Die Errichtung der nächsten Polderfläche mit einer gedichteten Fläche von 1,26 ha wurde am 18.12.2019 zugelassen. Die Umsetzung beginnt im ersten Halbjahr 2020 bei geeigneter Witterung. Die Fläche wird sukzessive auf insgesamt 9,5 ha Fläche erweitert. Die in den Poldern aufgefangenen, nicht salzbelasteten Niederschlagsmengen, werden gemessen und in die Vorflut abgeleitet.

Im Rahmen des Haldenerweiterungsverfahrens für den Standort Wintershall wurden Polder mit einer Gesamtfläche von über 15 ha auf dem dortigen Haldentop und dem neu entstehenden Top der Erweiterungsfläche beantragt, und sollen sukzessive mit dem Schüttfortschritt der Erweiterung, beginnend im Jahr 2020, errichtet werden. Auch hier werden die Erkenntnisse aus Hattorf für die Vorbereitung der Betriebspläne genutzt.

Werk Neuhof-Ellers

Im Werk Neuhof-Ellers wurden die Pilotprojekte zur Untersuchung innovativer Erosionsschutz-/Haldenwasserminimierungsmaßnahmen und die vorbereitenden Forschungsarbeiten zur Entwicklung einer innovativen Erosionsschutzschicht (IES) in Q4/2018 planmäßig abgeschlossen.

Zur Beobachtung der Schichtbildungsprozesse und Schichteigenschaften wurden in Q4/2018 die Errichtung eines Probefeldes auf dem Haldentop der Halde Neuhof-Ellers sowie zur qualitativen und quantitativen Charakterisierung die Installation und der Betrieb einer Lysimeteranlage inkl. Wetterstation beantragt. Mit der Umsetzung der Lysimeteranlage konnte auf Basis der bergrechtlichen Teilzulassung im Jahr 2018 planmäßig begonnen werden.

Mit dem Bescheid vom 01.04.2019 wurde die Errichtung des Probefeldes zugelassen. Die Errichtung des ca. 1.000 m² großen Probefeldes in einer Schichtdicke von ca. 2 m sowie die Errichtung eines Referenzfeldes aus reinem Rückstand erfolgten im Zeitraum 06.05. bis 29.05.2019, s. Abb. 5. Die Inbetriebnahme der Lysimeteranlage und damit die Untersuchungen, die über einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren erfolgen sollen, wurden am 23.05.2019 gestartet, s. Abb. 6.



Abb. 5: IES Probefeld (links) und Referenzfeld aus reinem Rückstand auf dem Haldentop der Halde Neuhoef-Ellers



Abb. 6: Lysimeteranlage inkl. Wetterstation auf dem Haldentop der Halde Neuhoef-Ellers

Planmäßig wird derzeit die Ausdehnung der IES-Schicht auf eine weitere, einen Hektar große Teilfläche des Haldentops vorbereitet. Dazu wurden bereits ein Genehmigungsantrag nach BImSchG gestellt sowie ein Sonderbetriebsplan inkl. eines wasserrechtlichen Antrags und ein Nachtrag zum Rahmenbetriebsplan vom 09.03.2000 für die Westerweiterung der Kalirückstandshalde Neuhoef eingereicht. Weiterhin wird das Additiv an die Standortgegebenheiten noch weiter angepasst und optimiert.

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				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 (Halbtechni- scher Versuch)	2016 - 2020		2014	2020 ff.	

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
2.2.1	Prüfung der Materialverfüg- barkeit			2015	2016	✓
2.2.2	Chemische Analyse mögli- cher Ausgangsstoffe			2015	2017	✓
2.2.3	Analysen der Stoffgemi- sche			2015	2017	✓
2.2.4	Technische Entwicklungen			2015	2017	✓
2.2.5	Versuche zur Schwerme- tallfällung Fällung der Schwermetalle aus dem Haldenwasser im AFZ			2015	2017	✓
2.2.6	Einreichung der Antragsun- terlagen ¹⁾ 1) Rodungsantrag, 2) SBP Flächenvorberei- tung 3) SBP Beschüttung 4) Genehmigung der Be- schüttung ¹⁾			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 4) 06/2018 ¹⁾	✓
2.2.7	Beschüttung / Begrünung)			Q3/2018	Q4/2018 Q2/2019	✓
2.2.8	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch			2018	2020 ff.	
2.3	Großversuch	2018 - 2021		2016	2021 ff.	
2.3.1	Erarbeitung der Antragsun- terlagen (Versuchsort Halde Wintershall)			2016	2019 ²⁾ .	✓
2.3.2	Einreichen der Antragsun- terlagen (Versuchsort Halde Wintershall)			2019 ²⁾ .	2019	✓
2.3.3	Genehmigungsverfahren (Versuchsort Halde Win- tershall)			2019 ²⁾ .	2020 ²⁾	
2.3.4	Beschüttung (Versuchsort Halde Wintershall)			2020 ²⁾ . ff		
2.3.5	Monitoring der Stoffflüsse (Versuchsort Halde Win- tershall)			2020 ²⁾ . ff		
2.3.6	Erkenntnisgewinn aus dem Versuch (Versuchsort Halde Wintershall)			2020 ²⁾ . ff.		
2.4	Regelbetrieb (Betriebs- phase)	2021 - 2075		2019	2075	
2.4.1	Plateauabdeckung mit Pol- derbau			2019 ³⁾		
2.4.2	Flankenabdeckung			2024		
2.4.2.1	Erarbeitung der Antragsun- terlagen ⁴⁾			2019		

Haldenabdeckung Neuhof-Ellers		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
2.5	Pilotprojekte zur Untersu- chung innovativer Erosi- onsschutz-/Haldenwasser- minimierungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2016 – 2018	✓	2016	2018	✓
2.6	Beginn der Umsetzung in- novativer Erosionsschutz- /Haldenwasserminimie- rungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2018		2018 ⁴⁾	2018 ff	
2.6.1	Chemisch-physikalische (Labor-)Untersuchungen u.a. zur Auswahl geeigne- ter Zuschlagstoffe und zum Nachweis der Herausbil- dung einer „Innovativer Erosionsschutz-Schicht“. (IES)			Q2/2018	Q4/2018	✓
2.6.2	Planung und Beantragung • eines IES-Probefeldes auf dem Haldentop • von Aufbau und Betrieb Lysimeteranlage zum Funktionsnachweis			Q2/2018	Q3/2018	✓
2.6.3	Aufbau und Betrieb Lysi- meteranlage			Q4/2018	2018 ff	✓
2.6.4	Umsetzung IES-Abde- ckung beginnend mit Pro- befeld			Q2/2019 ⁵⁾	2019 ff	✓

✓ abgeschlossen

 Im Zeitplan

 Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

 Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

- 1) Das Sonderbetriebsplanverfahren zur Durchführung des Halbtechnischen Versuches zur Haldenabdeckung in Hattorf (Beschüttung) hat ca. 2½ Jahre in Anspruch genommen.
- 2) Verzögerung aufgrund des zeitaufwendigen Genehmigungsverfahrens „Pilotprojekt Halb-technischer Versuch“ - Versuchsergebnisse fließen in die Antragsunterlagen Großversuch ein.
- 3) Nicht im MNP vorgesehen, Errichtung des 1. Versuchspolders in Hattorf
- 4) Keine Berücksichtigung der Genehmigungsphase im MNP
- 5) Genehmigung lag im Q1/2019 noch nicht vor.

1.3 Einstapeln und Versatz unter Tage

Die bereits veröffentlichte und der FGG Weser vorgelegte umfangreiche Dokumentation „Großforschungsprojekt – Ergebnisbericht zu den Untersuchungen zum Einstapeln und zum Versatz von Prozesswässern in Grubenhohlräumen im hessisch-thüringischen Werra-Fulda-Kalirevier der Werke Werra und Neuhof-Ellers“ wird durch die Bewertung des Marktscheidesicherheitspfeilers zwischen den Grubenfeldern Wintershall und Springen für den Abschnitt des ersten Einstapelareals durch die Firma Ercosplan ergänzt. Am 09.12.2019 wurde der Entwurf K+S vorgelegt und ist bis ca. Ende Januar 2020 in Prüfung und Abstimmung mit dem Gutachter.

Im Q4/2019 wurden die bergmännischen Vorbereitungsarbeiten im Grubenfeld Wintershall fortgesetzt, mit den Arbeiten im Grubenfeld Springen begonnen sowie der Aufbau der Projektstruktur fortgeführt. Im November erfolgte ein 2. Fachgespräch über das Konzept der Durchörterung der Markscheidesicherheitsfeste Wintershall / Springen (K+S und TMUEN, TLUBN, HMUKLV, RP-KS, Dezernat Bergaufsicht). Im Dezember erfolgte die Beauftragung der TU Bergakademie Freiberg zur Erstellung eines Konzeptes zur Durchörterung der Markscheidesicherheitsfeste.

Die im folgenden abgebildete Umsetzungsplanung wurde um eine detaillierte Projektablaufstruktur nach einzelnen Genehmigungs-/Vorbereitungsphasen sowie technischen Umsetzungsplänen ergänzt und quartalsweise der Arbeitsgruppe Salzreduzierung vorgelegt. Die seitens K+S geplante Termine zur Realisierung der Maßnahme bis Ende 2021 wurden dort genannt.

Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
3.1	Untersuchung	2016 – Ende 2020				
3.1.1	Untersuchungen durch interne und externe Prüfung der Verträglichkeit im Rahmen eines Großforschungsprojektes			2016	2018	✓
3.2	Planung und Genehmigung	2019 – Ende 2020				
3.2.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von übertägigen Rohrleitungen, Misch- und Dosiereinrichtungen. Beschaffungsvorgänge (Grundstückskäufe/-gestattungen)			2018	2021	
3.2.2	Planung, erstmalige & komplexe Genehmigung (staatsrechtlich, bergrechtlich), Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von untertägigen Einstapelarealen, 50 km Leitungen, Pumpenanlagen, vorb. bergm. Arbeiten. Beschaffungsvorgänge. Errichtung und Inbetriebnahme von Monitoring-Programme			2018	2021	
3.3	Umsetzung	Ende 2021 – Ende 2060				
3.3.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme einer 3-stufigen Eindampfanlage im laufenden Betrieb. Erweiterung der untertägigen Infrastruktur.			2022	2028	
3.3.2	Phase 1: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a vorhandener KKF-Lösung nach Konditionierung im Grubenfeld Springen (Südwest).			01.01.2022		

Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
3.3.3	Phase 2: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a KKF-Lösung nach Konditionierung im erweiterten Grubenfeld Springen.			2025		
3.3.4	Phase 3: Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m ³ /a KKF-Lösung nach Konditionierung und 1,7 Mio. m ³ /a konditionierter Prozesswässer im gesamten Grubenfeld Springen bis 2042.			2028		

abgeschlossen

Im Zeitplan

Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

2 Laufende / geplante F&E-Vorhaben

Schwerpunkt der F&E- Arbeiten in Q4/2019 waren Projekte im Rahmen der „Konditionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen“. Weiterhin wurden zusammen mit externen Partnern für zwei F+E-Vorhaben Projektskizzen erarbeitet und eingereicht. Mit einem Industriekonsortium die Projektskizze „Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring“ im Rahmen des BMBF-Förderung „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ im Bundesprogramm „Wasser-Forschung und Wasser-Innovationen für Nachhaltigkeit – Wasser:N“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) eingereicht. Sollte dieses Förderprojekt bewilligt werden, wird das Potenzial von mehreren innovativen Technologien, insbesondere Membranverfahren, systematisch untersucht werden. Mit einem zweiten Forschungskonsortium wurde ebenfalls dort eine Projektskizze "Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Aufbereitung von Neutralsalzlösungen auf Basis von Membrandestillationsprozessen" eingereicht.

Einen umfassenden Überblick über die durchgeführten F&E-Vorhaben des Jahres 2019 hinsichtlich der zeitnahen Realisierung und des Reduktionspotentials wird K+S in üblicher Form in einem Jahresbericht Ende März 2020 zur Verfügung stellen.

Folgende Tabelle stellt aktuellen Stand der laufenden Maßnahmen dar. In der zweiten Tabelle sind bereits im Jahr 2018 zum Abschluss gebrachte Maßnahmen aufgeführt.

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		F&E-Projektende nach aktueller Planung K+S	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens		
1.1	ESTA Freifallscheider verbessern	kontinuierlich	(V, S)
1.2	Neukonzept 'Staub'ESTA	2020	(V, S)
1.3	Steinsalzvorbereitung u.T.	2020	(V, S)
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.1	Versuche zur Sylvio-Flotation in der KKF-Anlage in Hattorf	2019	(S)
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA Hattorf	kontinuierlich	(V, S)

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		F&E-Projektende nach aktueller Planung K+S	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
2.3.1.	Untersuchung alternativer Konditionierungsmittelregime für die CMg-Stufe der ESTA NE	kontinuierlich	(V, S)
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		
3.1	Beauftragung der K-UITEC resultierend aus Machbarkeitsstudie Einstapelung von MgCL2-reichen Prozesslösungen mit Verfestigung in Grubenhohlräumen	2018	✓
3.2	Eindampfversuche im Rahmen von Einstapelung von Salzabwässern (Konzentrationsniveaus)	2021	(V)
3.2.1	Konditionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen	2021	(V)
4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung		
4.2	Überlegungen zu Verbesserung der Basisabdichtung	2020	
5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren		
5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb	2019	(V, S)
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Nanofiltration (2. Teilprojekt)	2019	(S)
6.2	Membrandestillation - Machbarkeitsstudie	2019	(V)
8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung: HVH	offen	(V, S)
8.2	Innovativer Erosionsschutz Halde Neuhof	2019	(V, S)
8.3	Polder auf Haldentop in Hattorf	2019	(V, S)
8.4	Biokrusten zur Haldenwasserminimierung, Neuhof	offen	(V, S)
9	Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwassermeidung		
9.3	Prozessanalytik, Prozessanalysetechnik (PAT)	kontinuierlich	
9.7	Weitere Versuche zur Entwertung von Spülwasser in HA	2019	(S)
9.8	Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage in HA	2019	
9.9	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort HA	2019	
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.1	KKF Kainit substituiert Kieserit, Versuch in der Sulfatanlage HA	2019	✓
10.2	Verwendung von Langbeinit aus EDA für die Sulfatherstellung WI (Machbarkeitsstudie zur Nassklassierung mittels Zyklon)	2019	(S)
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		
11.3	Entwicklung eines Magnesiumzementschaums und einer Applikationsapparatur	2019	(V, S)
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems für PAT	2019	
13	Sonstiges		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden	offen	
13.2	Versuche zur Abbindung von Salzabwässern mit Zuschlagsstoffen		✓
13.3	Versuche zum analytischen Nachweis und Abbau von organischen Aufbereitungshilfsstoffen	2019	
13.4	Crowdsourcing zur Haldenabdeckung	2019	(V, S)

✓ abgeschlossen

■ Im Zeitplan

■ Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

■ Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

Abgeschlossene F&E-Vorhaben im Jahr 2018		F&E-Projektende K+S	Stand
2.2	Klassierverfahren in der KKF	Q2/2018	✓
4.1	Schütttechnikversuche Werk Neuhof-Ellers	2018	✓
7	Optimierung der Fest/Flüssigtrennung		
7.1	Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall	2018	✓
7.2	Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall	2018	✓
9.1	Optimierung der Kieseritausbeute bei der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf (Filtertuch)	2018	✓
9.2	Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Verdrängung von Haftlösung)	2018	✓
9.4	Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf	2018	✓
9.5	Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall	2018	✓
9.6	Wertstoffrückgewinnung in optischen Verfahren aus der Tonfraktion am Standort NE	2018	✓
11.1	Baustoff Sorelzement	2018	✓
11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung	2018	✓
12.2	ICP-Messraum, Teilprojekt Redundanz zur Störfallabsicherung durch Einbindung des 2. ICP-OES	2. Quartal 2018	✓

3 Zusammenfassung/Fazit

Zum Ende des 4. Quartals 2019 liegt der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung in dem vom Unternehmen projektiertem und regelmäßig überprüften zeitlichen Rahmen.

7.2 F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2019 der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH



Jahresbericht 2019

F&E-Vorhaben

im Rahmen des
Maßnahmenprogramms
2015 - 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms.....	5
2	Allgemeines.....	8
2.1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA®-Verfahrens.....	9
2.1.1	ESTA® Freifallscheider verbessern	9
2.1.2	Trennung von Stäuben in der ESTA®.....	10
2.1.3	Steinsalzvorabtrennung unter Tage.....	11
2.2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge	11
2.2.1	Eindampfung von Prozesswässern in der Kainit-Kristallisations- Flotationsanlage (KKF-Anlage) am Standort Hattorf	12
2.2.2	Konditionierungsmittelversuche in der ESTA® Hattorf.....	12
2.2.3	Vor-Untersuchung alternativer Konditionierungsmittelregime für die C _{Mg} - Stufe der ESTA® in Neuhof-Ellers	13
2.3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren.....	13
2.3.1	Eindampfoptionen für die untertägige Einstapelung von Salzlösungen	13
2.3.1.1	Konfektionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen	15
2.4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung.....	16
2.4.1	Überlegungen zur 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	20
2.7	Optimierung der Fest-/Flüssigtrennung	21
2.8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen	21
2.8.1	Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra – Halbtechnischer Versuch in Hattorf (HVH)	21
2.8.2	Innovativer Erosionsschutz an der Halde Neuhof-Ellers.....	24
2.8.3	Errichtung von Poldern auf der Halde Hattorf.....	25
2.8.4	Versuche mit Biokrusten zur Haldenwasserminimierung.....	25

2.9	Optimierung der bestehenden Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung	26
2.9.1	Prozessanalytik und Prozessanalysetechnik (PAT).....	26
2.9.2	Weitere Versuche zur Verwertung von Spülwässern in Hattorf	27
2.9.3	Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Kaliumsulfatanlage in Hattorf.....	28
2.9.4	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Kaliumsulfatherstellung in Hattorf.....	29
2.9.5	Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA® des Standortes Wintershall.....	29
2.9.6	Haftlösungsverdrängung im Carnallitersetzungsprozess am Standort Unterbreizbach	30
2.10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen	30
2.10.1	Verwendung von Langbeinit aus der Eindampfanlage Wintershall.....	31
2.11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder	31
2.11.1	Entwicklung eines Magnesiazementschaums und einer Applikationsapparatur	31
2.12	Optimierung der Salzlaststeuerung	32
2.12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems	32
2.13	Sonstiges.....	32
2.13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden.....	33
2.13.2	Methodenentwicklung zum analytischen Nachweis organischer Verbindungen und deren Abbaubarkeit.....	33
2.13.3	Crowdsourcing (Internationaler Ideenwettbewerb) für die Haldenabdeckung.....	35
2.13.4	Tests zur Schwermetallreduktion in Haldenwässern	35
2.13.5	KVP-Vorschlagswesen – aktueller Vorschlag 2019.....	36
3	Fazit.....	36

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Konfektionierung von Salzlösungen ohne Wertstoffgewinnung	15
Abbildung 2: Konfektionierung von Salzlösungen mit Wertstoffgewinnung	15
Abbildung 3: Verfahrenskonzeption für die Grube Springen.....	16
Abbildung 4: Durchführung der Flankenbeschüttung im Spätsommer/Herbst 2018- Halbtechnischer Versuch Hattorf	22
Abbildung 5: Nassansaat im Frühjahr 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf	22
Abbildung 6: Begrünungszustand im Sommer 2019 (links) und Nachbehandlung/Nachsaat im Herbst 2019 (Mitte, rechts) – Halbtechn. Versuch Hattorf.....	23
Abbildung 7: Begrünungszustand drei Wochen nach der Nachsaat im Herbst 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf	23
Abbildung 8: Schema Polderbecken auf dem Haldentop	25
Abbildung 9: Neu entwickeltes Probenahmesystem	27
Abbildung 10: GC-MS/MS Gaschromatographie Massenspektrometer Triple Quad (Shimadzu)	34

Bearbeiterin: Gerlinde Minkel (T-RD)

1 Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms

Die FGG Weser hat im aktuellen Maßnahmenprogramm 2015 – 2021 bezüglich 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 an die zuständige Behörde zu berichten. Zu den bisher durchgeführten sowie den weiterhin laufenden F&E-Vorhaben wurden von K+S die Jahresberichte 2017 und 2018 sowie der vorliegende Jahresbericht 2019 erstellt und der FGG Weser sowie dem RP Kassel übergeben. Im Zeitraum von 2017 bis 2019 wurden eine ganze Reihe von Einzelprojekten abgeschlossen und je nach Ergebnis auch umgesetzt. Ausführliche Beschreibungen der abgeschlossenen Projekte sind den jeweiligen Jahresberichten zu entnehmen.

In der vorliegenden Dokumentation werden die aktuell von K+S ergriffenen Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen (F&E-Vorhaben) beschrieben und dargestellt. Mit diesem Jahresbericht 2019 wird die kontinuierliche Kommunikation im Bereich F&E zwischen K+S und der Flussgebietsgemeinschaft Weser (FGG Weser) weiterhin sichergestellt, der Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres verdeutlicht, sowie der behördlich geforderten Berichtspflicht Rechnung getragen.

Die bereits abgeschlossenen Forschungsvorhaben und Entwicklungsprojekte der Vorjahre sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Im vorliegenden Jahresbericht wird auf diese abgeschlossenen Projekte nicht mehr detailliert eingegangen.

Tabelle 1: Abgeschlossene und veröffentlichte F&E Maßnahmen

Zuordnung	F&E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 - 2021	Projekt-Ende	Veröffentlichung abgeschlossener Projekte in F&E Jahresberichten
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.2	Klassierverfahren in der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage	2018	2018
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		
3.1	Beauftragung K-UTEC mit Konzept- u. Machbarkeitsstudie Aufbereitung anfallender Produktionsabwässer u. Haldenwässer	2018	2017, 2018
4	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung		
4.1	Schütttechnikversuch Werk Neuhof-Ellers	2017	2017
5	Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren		
5.2	Zweistufige NaCl-Flotation aus KNZ-Salz der ESTA HA zur Deckwasserreduzierung	2018	2018
7	Optimierung der Fest-/Flüssigtrennung		
7.1	Aufbereitung von Rückständen des Kieseritbetriebes am Standort Wintershall	2017	2017
7.2	Untersuchungen zur Optimierung der Eindampfanlage auf Kainit (EDA-Kainit) am Standort Wintershall	2017	2017
9.	Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung		
9.1	Optimierung der Kieseritausbeute bei der elektrostatischen Aufbereitung am Standort Hattorf (Filtertuch)	2017	2017
9.2	Optimierung der Leonitumsetzung am Standort Wintershall (Verdrängung von Haftlösung)	2017	2017
9.4	Aufbereitung von Rückständen des Löse- und Kieseritbetriebes am Standort Hattorf	2017	2017
9.5	Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwertung von Beckensalzen im Lösebetrieb Wintershall	2017	2017
9.6	Wertstoffrückgewinnung in opt Verfahren: aus der Tonfraktion am Standort NE in opt. Verfahren	2018	2018

10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.1	KKF Kainit substituiert Kieserit, Versuch in der Sulfatanlage HA	2018	2018
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		
11.1	Baustoff Sorelzement	2017	2017
11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung	2017	2017
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.2	ICP-Messraum, Teilprojekt Redundanz zur Störfallabsicherung durch Einbindung des 2. ICP-OES	2018	2018
13	Sonstiges		
13.2	Versuche zur Abbindung von Salzabwässern mit Zuschlagsstoffen	2018	2018

K+S hat bis heute eine ganze Reihe wichtiger verfahrenstechnischer 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 der Werke Werra und Neuhof-Ellers 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. Im Rahmen des K+S-Ideenmanagements werden Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter innerhalb der Prozesskette kontinuierlich erfasst.

Externe Studien oder Gutachten ergänzen und verifizieren bei Bedarf eigene Forschungsmaßnahmen. Bei grundlegenden F&E-Projekten wird in verschiedenen Kooperationen mit Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen eng zusammengearbeitet damit neueste wissenschaftliche Erkenntnisse und Potentiale einfließen können.

2 Allgemeines

In den vergangenen Jahren lagen wesentliche Schwerpunkte der F&E-Vorhaben in den Fragestellungen, ob durch die Anwendung weiterer (klassischer) thermischer Aufbereitungsverfahren, wie der Eindampfung und Kühlkristallisation, eine Gewinnung von Wertstoffen und damit verbunden eine Senkung des Salzabwasseranfalls technisch möglich, ökologisch vertretbar und ökonomisch tragbar ist. Ein zentrales Ergebnis dieser Arbeiten waren die Planung, der Bau und die erfolgreiche Inbetriebnahme der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage) am Standort Hattorf. Durch diese Anlage gelingt es, im Verbund des Werkes Werra, den Produktionsabwasseranfall jährlich um bis zu 1,5 Mio. m³ zu senken und weitere Mengen an Wertstoffen aus den Prozesslösungen zurück zu gewinnen. Zudem liefert die KKF-Anlage eine hochkonzentrierte MgCl₂-Lösung, die durch weitere Schritte nur noch moderat an die für das Einstapeln unter Tage erforderliche MgCl₂-Konzentration angepasst, d.h. konfektioniert werden muss.

Darüber hinaus hat K+S in Zusammenarbeit mit externen Ingenieurbüros, insbesondere mit der Firma K-UTEC AG Salt Technologies, die Fragestellung untersucht, ob aus den nach Inbetriebnahme der KKF-Anlage noch verbleibenden Prozesslösungen und Haldenwässern durch die klassischen thermischen Verfahren weitere Wertstoffe gewonnen werden können. Im Ergebnis dieser Untersuchungen war festzustellen, dass eine vollständige Eindampfung aller Salzlösungen nicht den Anforderungen an den Stand der Technik gerecht werden kann. Dies gilt insbesondere aufgrund des enormen Energiebedarfes, der erforderlichen Anlagentechnik, den damit verbundenen extrem hohen Investitions- und Betriebskosten sowie den damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt. Weitere Details sind in den schon vorliegenden Jahresberichten enthalten.

Vor diesem Hintergrund werden von K+S weitere F&E-Vorhaben mit Fragestellungen, ob durch klassische thermische Verfahren eine weitere Wertstoffgewinnung oder Salzabwasserreduzierung erreichbar ist, derzeit nicht weiterverfolgt. Der künftige Fokus liegt dagegen auf Fragestellungen, ob alternative bzw. neue thermische Verfahren, wie z.B. die Membrandestillation für den Bereich der Kaliindustrie entwickelt und im großtechnischen Maßstab eingesetzt werden können.

Unabhängig davon werden natürlich alle schon in Betrieb befindlichen Anlagen und Aufbereitungsschritte nach weiteren Verbesserungs- und Optimierungspotentialen untersucht.

Im Folgenden wird über die F&E-Vorhaben gemäß des detaillierten Maßnahmenprogramms der FGG Weser (Absatz 4.2.2.5) berichtet. Es werden hierbei nur die 2019 weitergeführten oder neuen Projekte beschrieben.

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 großtechnisch umgesetzt. Seither arbeitet K+S kontinuierlich an deren Optimierung und Weiterentwicklung.

2.1.1 ESTA® Freifallscheider verbessern

Ein Ziel aktueller Forschungsarbeiten ist es, durch konstruktive Änderungen der bestehenden Anlagenkonzeption der ESTA®-Freifallscheider ein verbessertes Trennverhalten zu realisieren und die Anlagen weiter zu entwickeln. 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. Diese verbesserte Trennung kann potenziell dazu beitragen, die Wertstoffkomponenten noch besser und effizienter von den festen Rückständen abzutrennen. Im Zuge der Weiterentwicklung der Röhrenelektroden sind Probleme mit der Stabilität der vorhandenen Konstruktion sichtbar geworden. Mechanisch konnte das neu konstruierte Anlagenteil nicht mit der vorhandenen Technik betrieben werden, so dass eine generelle Überarbeitung der Antriebskonstruktion notwendig wird. Die Grundlagenforschung ist derzeit abgeschlossen, eine Nachrüstung in die bestehende Scheidergeneration lässt sich technisch und wirtschaftlich nicht realisieren. Die gewonnenen Erkenntnisse werden deshalb nur bei potenziellen Scheider-Neukonstruktionen einfließen.

Neben der konstruktiven Veränderung des ESTA®-Scheiders kann auch die Verschaltung der einzelnen ESTA®-Stufen und der Nachfolgeprozesse verändert werden. So

wurde 2019 die Verschaltung der Scheider in der ESTA® am Standort Wintershall geändert, um eine Mittelgutausfuhr am ESTA-Freifallscheider der A-Stufen direkt in den Lösebetrieb zu ermöglichen; damit wurden ältere Entwicklungsergebnisse des AFZ betrieblich umgesetzt. Vor Umsetzung der Maßnahme wurde das gröbere Mittelgut im Kreis geführt und dabei gemahlen. Seit Dezember 2019 ist der neue Verarbeitungsweg, die direkte Zufuhr des Mittelgutstroms in den Löseprozess, im Dauerbetrieb und dies bei gleichzeitiger Erhöhung der Rohsalzaufgabe in den ESTA®-Prozess. Durch diesen Umbau der drei Straßen der A-Stufe in Wintershall konnte die Abtrennung von Halit (NaCl) in der ESTA® verbessert werden.

2.1.2 Trennung von Stäuben in der ESTA®

Neben der 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 Lagerungsfall- und Fließverhalten deutlich von den Kristallen mit gewöhnlicher ESTA®-Korngrößenverteilung (0,1 mm – 1,5 mm Partikel). Der zwangsweise anfallende Staub kann nicht in der etablierten ESTA®-Freifallscheidertechnik getrennt werden. Aus diesem Grund wäre es wünschenswert, einen weiteren trockenen Aufbereitungsschritt zur Trennung dieser Stäube nachzuschalten. Diese Stäube zu trennen bedarf jedoch einer wesentlich komplexeren ESTA®-Technik und eines höheren Energieeinsatzes. Im Werk Neuhof ist eine entsprechende neuartige ESTA®-Versuchsanlage aufgebaut. Diese Staubaufbereitung ist in Neuhof-Ellers besonders zielführend, um die vorhandene Nassaufbereitung (Flotation) zu entlasten. Seit 2018 wurden in dieser ESTA®-Versuchsanlage zahlreiche Verbesserungen realisiert, z.B. wurde die Aufgabe der Salzstäube verbessert und das bestehende Antriebskonzept ‚verschleißfester‘ gemacht, um die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen. Die zahlreichen Versuche haben bisher gezeigt, dass durch diese trockene zusätzliche Staubaufbereitung in der ESTA®- in Neuhof-Ellers die Kieseritausbeute potenziell erhöht werden könnte und damit weniger Kieserit im Rückstand auf die Halde gelangen würde. Eine direkte Übertragung auf das Werk Werra ist aufgrund anderer Prozessführungen und Rahmenbedingungen leider nicht möglich. Die Entwicklungsarbeiten auf der Versuchsanlage in NE sind überwiegend abgeschlossen. Ob diese neue

Anlagenkonzeption in Neuhof-Ellers ökonomisch in eine neue Betriebsanlage umsetzbar ist, wird derzeit geprüft.

2.1.3 Steinsalzvorabtrennung unter Tage

Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt im Bereich der ESTA[®]-Technologie ist die Abtrennung von NaCl aus dem Rohsalz unter Tage, die sogenannte Steinsalzvorabtrennung. Diese könnte das Rückstandsaufkommen über Tage punktuell reduzieren. Eine erste, neuartige ESTA[®]-Testanlage, die die Anforderungen für die Werke Werra und Neuhof-Ellers erfüllen könnte, wurde im Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) entwickelt. Mit dieser neuartigen Technikumsanlage des AFZ konnte die Trennfähigkeit von kieseritischem Hartsalz aus Neuhof-Ellers grundsätzlich nachgewiesen werden. Aufgrund dieser ersten Erfahrungswerte wurde die Verfahrenstechnik für den potenziellen Einsatz in der Grube weiterentwickelt und eine Konzeption zur Einbindung einer ersten ESTA[®]-Pilotanlage in die laufende untertägige Produktion erstellt. Es müssen Herausforderungen wie die Minimierung der Bauhöhe, die Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit und -robustheit, die Einbindung in eine bestehende untertägige Infrastruktur, sowie der Entwicklung einer mobilen Absieb-/ und Kontaktierungseinheit gelöst werden. Da unter Tage keine komplette Rohsalzaufmahlung auf die Zielkorngröße (0,1 – 2 mm) realisierbar erscheint, ist nur die Sortierung einer Teilmenge des gewonnenen Rohsalzes das Ziel der momentanen Entwicklung.

In einem weiteren Schritt wurde ein Konzept zur verfahrenstechnischen Einbindung dieser Pilotanlage in die laufende untertägige Produktion des Werkes Neuhof-Ellers erstellt, um die entwickelte Technik (Konstruktion, Werkstoffe etc.) unter realen Bedingungen zu testen. Der Bau der ESTA[®]-Pilotanlage in der Grube Neuhof-Ellers ist für 2020 geplant. Mit dieser ESTA[®]-Pilotanlage kann dann die betriebliche Tauglichkeit im späteren Einsatzgebiet getestet werden.

2.2 Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge

In einer ganzen Reihe von Prozessschritten werden bei der Produktherstellung hohe Anforderungen an die Reinheit der Vor- und Zwischenprodukte gestellt. Aus diesem

Grund ist eine gute Vorselektion eine Voraussetzung für die Erreichung der erforderlichen Produktqualität. Damit geht einher, dass hohe Qualitäten bzw. Reinheiten der Vorprodukte zu einer Reduzierung der Nachbehandlung der Produkte führen und damit zur Senkung des Abwasseranfalls.

2.2.1 Eindampfung von Prozesswässern in der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage) am Standort Hattorf

Am Standort Hattorf wurde im Jahr 2018 die KKF-Anlage erfolgreich in Betrieb genommen. Die verfahrenstechnischen Ziele konnten erreicht werden. Die Anlagenverfügbarkeit wurde im Jahre 2019 kontinuierlich verbessert und weitere Optimierungspotentiale evaluiert, so dass sich der Optimierungsprozess auch im Jahr 2020 fortsetzen wird, wobei insbesondere die Werkstoffbeständigkeit Gegenstand weiterer Untersuchungen sein wird.

Es wurden stetig Erfahrungen zum Einfluss verschiedener Betriebsparameter z. B. auf das Klassierergebnis in der Flotation gesammelt, anhand dieser Erfahrungen konnten Fahrweisen optimiert und das Personal geschult werden. Im Ergebnis können dadurch im Vergleich zur Inbetriebnahmephase bessere Verfahrensausbeuten und Qualitäten der Zwischenprodukte erzielt werden. In diesem Zusammenhang wurde beschlossen die Untersuchungen zur Sylvinflotation nicht fortzuführen. Aufgrund der optimierten Betriebsweise sowie des nach Eindampfung/Kühlung insgesamt recht feinen Kornbandes des Kristallisatgemisches sind die Kapazitäten im Bereich Eindickung und Fest-Flüssig-Trennung weitgehend ausgelastet. Weiterhin wird aufgrund der bisherigen Untersuchungsergebnisse erwartet, dass durch eine zusätzliche Sylvinflotation der Eintrag an Halit (NaCl) in den Kaliumsulfatherstellungsprozess zunehmen wird. Dies hätte zur Konsequenz, dass die Verfahrensausbeute sinken würde, so dass insgesamt kein Vorteil gegenüber dem jetzigen Verfahren hinsichtlich einer potenziellen Abwasser-/Frachtreduzierung absehbar ist.

2.2.2 Konditionierungsmittelversuche in der ESTA® Hattorf

Die Forschungsansätze zum Einsatz alternativer Konditionierungsmittel sind ausgerichtet auf deren ökologische Vorteilhaftigkeit und eine Verbesserung der Wertstoffgewinnung. Durch die Änderung der Konditionierung in der ESTA®-Anlage können, so

zeigen Vorversuche in der ESTA[®]-Technikumsanlage im AFZ, die Kaliwertstoffe noch besser abgetrennt werden.

Die Ergebnisse aus der ESTA[®]-Technikumsanlage wurden im Rahmen eines ersten Betriebsversuchs großtechnisch überprüft und weitere Betriebsversuche wurden 2019 fortgeführt und hierbei in der ESTA[®] in Hattorf das Konditionierungsmittelregime mit dem Ziel einer höheren Kieseritausbeute ausgetauscht. Die Betriebsversuchsdaten bestätigen das in AFZ-Versuchen herausgefundene Trennpotential der geänderten Konditionierung. Es werden 2020 weitere Versuche zur Optimierung des Konditionierungsmittelregimes geplant.

2.2.3 Vor-Untersuchung alternativer Konditionierungsmittelregime für die C_{Mg}-Stufe der ESTA[®] in Neuhof-Ellers

Um die Ammoniumfracht im Haldenwasser zu senken, werden im Werk Neuhof-Ellers in der C_{Mg}-Stufe alternative und ammoniumfreie Ersatzstoffe getestet. Die 2018 durchgeführten Testserien brachten noch nicht das gewünschte Ergebnis. 2019 wurden im AFZ aussichtsreiche alternative Konditionierungsmittel identifiziert. Eine Erprobung im Werk Neuhof-Ellers wird derzeit evaluiert.

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 daher in weiteren Schritten aufgereinigt werden. Grundsätzlich sind solche Eindampf- und Kristallisationsprozesse sehr energieintensiv.

2.3.1 Eindampfoptionen für die untertägige Einstapelung von Salzlösungen

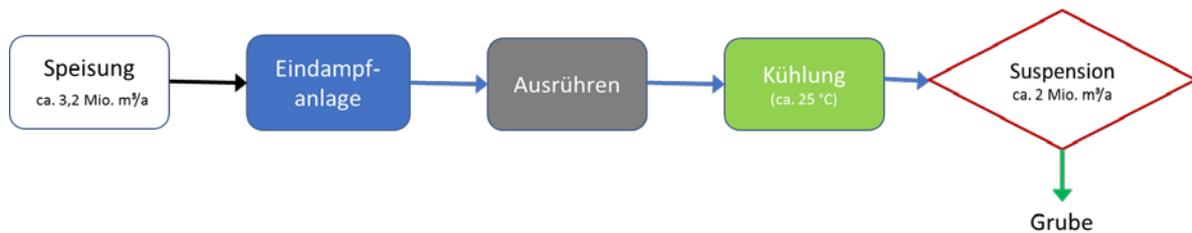
Im Rahmen der Untersuchungen zum Einstapeln von Salzlösungen in untertägigen Grubenhöhlräumen ist es aus phasentheoretischen Überlegungen erforderlich bestimmte Salzlösungen des Werkes Werra zu konfektionieren. Dabei sind entsprechend

hohe $MgCl_2$ - Konzentrationsniveaus einzustellen, so dass die so konfektionierte Einstapellösung kein oder nur noch ein sehr geringes Umlösepotenzial bezüglich des Carnallits aufweist und somit für das untertägige Einstapeln in Grubenhohlräumen geeignet ist. In vorherigen Untersuchungen wurde mittels Prozessmodellen die Eindampfung von Prozesswässern des Werkes WE vor dem Hintergrund eines möglichen Einstapelns in der Grube NE und WE betrachtet. Die Ergebnisse zu diesen Untersuchungen finden sich in den Bänden II und III zum „Großforschungsprojekt zu den Untersuchungen zum Einstapeln und zum Versatz von Prozesswässern in Grubenhohlräumen im hessisch-thüringischen Werra-Fulda-Kalirevier der Werke Werra und Neuhof-Eilers“.

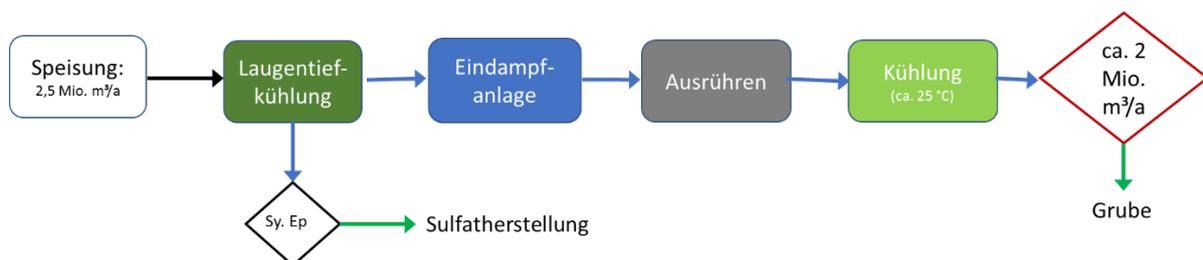
Im Rahmen des gleichen Projektes wurden in enger Zusammenarbeit zwischen dem Werk Werra und dem AFZ ebenfalls mittels Prozessmodellierungen die Eindampfung von Prozesswässern mit und ohne Wertstoffgewinnung vor dem Hintergrund des Einstapelns in der Grube Springen betrachtet. Die Ergebnisse hierzu finden sich im Band III.1 des o.g. Projektes.

In zwei entwickelten Varianten „*Ohne Teilverwertung des Wertstoffes*“ und „*Mit Teilverwertung des Wertstoffes*“ ist vorgesehen, die anfallenden Produktionsabwässer in einer sogenannten Anlage zur Konfektionierung (AK) aufzubereiten, um eine nahezu Carnallit gestättigte (>98 %) Lösung zu erzeugen, die dann in der Grube Springen eingestapelt werden kann.

Bei der Variante „*Ohne Teilverwertung des Wertstoffes*“ werden alle derzeit zu entsorgenden Produktionsabwässer (rund 3,2 Mio. m^3/a inkl. Verdünnung) in einem Prozess aufbereitet, der aus einer Eindampfung mit nachgeschalteter Kühlung der Suspension besteht. Die Suspension kann dann unter Tage eingestapelt werden. Dieser Prozess ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

Abbildung 1: Konfektionierung von Salzlösungen ohne Wertstoffgewinnung

Bei der Variante „Mit Teilverwertung des Wertstoffes“ werden alle $MgCl_2$ -reichen Produktionsabwässer (ca. 2,5 Mio. m^3/a inkl. Verdünnung), also ohne die Kieseritdeckwässer aufbereitet, wobei die in die Grube zu verbringende Suspension eine möglichst geringe Feststofffracht aufweist. Hierbei wird der in einer vorgeschalteten Lösungstiefkühlung abgetrennte Wertstoff vollständig in der Kaliumsulfatherstellung verwendet. Der Gesamtprozess der AK besteht aus einer Lösungstiefkühlung, einer Eindampfanlage und einer Kühlung, wie in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abbildung 2: Konfektionierung von Salzlösungen mit Wertstoffgewinnung

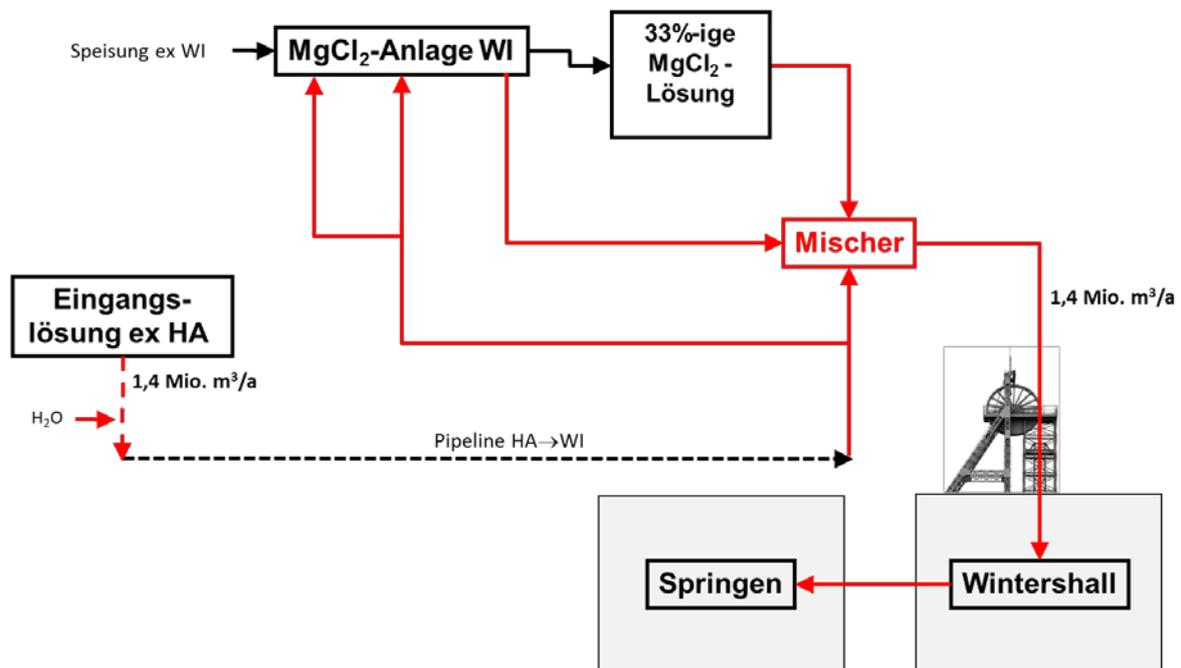
Die bisher vorgenommenen Betrachtungen zeigen, dass ein reines Eindampfen von Salzlösungen zur Einstellung gewünschter Zielkonzentrationen theoretisch möglich ist.

2.3.1.1 Konfektionierung und Einstapeln im Grubenfeld Springen

Das Konzept „Einstapeln von Produktionsabwässern in das Grubenfeld Springen“ setzt voraus, dass die einzustapelnden Salzlösungen ein bestimmtes, hohes $MgCl_2$ -Konzentrationsniveaus besitzen, so dass diese kein oder nur noch ein geringes Umlösepotential bezüglich des Carnallits aufweisen. Das notwendige $MgCl_2$ -Konzentrationsniveau kann neben einem Eindampfprozess (siehe Kapitel 2.3.1) auch durch das Mischen mit einer höherkonzentrierten $MgCl_2$ -Lösung erreicht werden.

Vom AFZ wurde hierfür gemeinsam mit dem Werk WE ein Konzept zur Konfektionierung von 1,4 Mio. m³/a Salzlösungen ausgearbeitet. Der Konfektionierungsprozess der Eingangslösung (z.B. KKF-Lösung) erfolgt in der sog. MgCl₂-Anlage am Standort WI zur Herstellung einer 33%igen MgCl₂-Lösung. Die folgende Abbildung zeigt dieses Konzept (Neuinstallationen in rot):

Abbildung 3: Verfahrenskonzeption für die Grube Springen



Im Jahr 2019 wurden hierzu im AFZ zahlreiche weitere Modellierungsrechnungen und begleitende Laborversuche durchgeführt und die bisherigen Betrachtungen nochmals verfeinert und optimiert. Zudem wurde durch ein Projektteam mit der detaillierten Prozess- und Anlagenplanung begonnen. Dieses Konzept soll bis 2021 realisiert werden und befindet sich zurzeit in der Beantragung und großtechnischen Umsetzung.

2.4 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung

Die Aufhaldung von Rückständen aus der Kalirohsalzaufbereitung, überwiegend Natriumchlorid (NaCl), ist weltweit Stand der Technik. Fällt Niederschlag auf einen solchen Haldenkörper, kommt es hierdurch zur Entstehung salzhaltiger Haldenwässer, 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.

2.4.1 Überlegungen zur Verbesserung der Basisabdichtung

In der aktuellen Beschüttung der Haldenerweiterung in Hattorf kommt das neuentwickelte „System Basisabdichtung“ zum Einsatz. Weiterhin wird derzeit in Zusammenarbeit mit mehreren Gutachtern und Institutionen untersucht, ob Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) als Basisdichtung an den Großhalden der K+S geeignet sind. Schwerpunkte entsprechender Eignungsuntersuchungen sind das Verformungs- und Langzeitverhalten der KDB unter besonderer Berücksichtigung der haldenspezifischen Beanspruchungen. Im Wesentlichen abgeschlossen sind Laborversuche zum Verbundreibungswinkel. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen fließen in derzeit noch laufende numerische Untersuchungen ein, mit denen der Nachweis zur Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems unter expliziter Berücksichtigung einer KDB mit deren mechanischen Eigenschaften geführt werden soll. Die Untersuchungen sollen 2020 abgeschlossen werden.

2.5 Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren

In den Produktionsbetrieben wird u.a. zu Spülzwecken Wasser eingesetzt. Durch eine Vielzahl von Kleinprojekten und Verbesserungsmaßnahmen konnte der Einsatz von Frischwasser reduziert werden. Darüber hinaus werden durch den Einsatz von Prozessanalysetechnik Daten verfügbar, mit deren Hilfe die Sättigungsverhältnisse und die resultierenden Lösekapazitäten exakter berechnet werden können, tendenziell ist damit eine Wassereinsparung durch optimierte Prozessführung erreichbar.

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 Re-

chenmodelle entwickelt werden, mit deren Hilfe die Sättigungsverhältnisse in den heißen Lösungen berechnet und somit die Lösekapazitäten besser ausgenutzt werden können. Durch diese Maßnahmen ist eine potenzielle Reduzierung von Überschusslösungen, die an anderen Standorten verarbeitet werden müssen, zu erwarten. Die Prozessanalysetechnik wurde im zweiten Quartal 2019 installiert und bis Ende des Jahres optimiert und kalibriert. Aktuell wird die Messtechnik auf ihre Langzeitstabilität hin untersucht.

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 weisen allerdings ein circa 10-fach höheres Konzentrationsniveau an Salzen - insbesondere eine NaCl-Sättigung - sowie eine andere Ionenzusammensetzung auf. Derzeit ist der Einsatz von Membranverfahren bei diesen hohen Konzentrationen nicht Stand der Technik. Dennoch wird geprüft, ob bestimmte Membrantechniken ein Potential für die Aufbereitung von einzelnen Salzabwässern bieten können. Die derzeitigen Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Membrandestillation und der Nanofiltration.

2.6.1 Nanofiltration

Die Nanofiltration wird in der Salzindustrie bislang hauptsächlich verwendet, um zweiwertige Ionen (z.B. Sulfat) und größere einwertige Ionen, wie etwa Schwermetalle, aus einer Salzlösung zu entfernen.

K+S ist mit dem Unternehmen Hager und Elsässer GmbH (H+E) eine Forschungskooperation über den Einsatz von Nanofiltration zur Aufbereitung von Salzabwässern der Kaliindustrie eingegangen. In den letzten Jahren wurden eine ganze Reihe von Versuchen zur Abtrennung von Erdalkali- und/oder Sulfat-Ionen aus konzentrierten bis gesättigten Salzlösungen der Kalirohsalzaufbereitung via Nanofiltration durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den vorherigen Jahresberichten zu den F&E-Vorhaben dokumentiert. Neben einer Machbarkeitsstudie wurden auch Pilotversuche am Beispiel der Hal-

denwässer des Werkes Neuhof-Ellers in einer Containerversuchsanlage in Köln durchgeführt. Als Ergebnis dieser Versuche ist festzustellen, dass die Auftrennung mit Hilfe der verwendeten Membrane noch nicht ausreichend ist, um zumindest einen Teilstrom in bestehende Aufbereitungsprozesse des Werkes WE einzubinden. K+S beabsichtigt weitere Untersuchungen durchzuführen, um die Trennleistung der Membran sowie deren Durchsätze weiter zu verbessern.

Bei den Versuchen kamen Kunststoffmembranen unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. Im Jahr 2019 wurden aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) aus Hermstorf weitere Ansätze zur Forschung an Membranen erörtert. Ein Schwerpunkt für Untersuchungen zur Nanofiltration liegen in der Fragestellung, ob keramische Nanofiltrationsmembranen Vorteile gegenüber Kunststoffmembranen besitzen und ob eine Variation des Druckes zu einer Verbesserung der bisherigen Trennleistung führen kann. Dabei sollen in den Versuchen Betriebsdrücke bis 100 bar gefahren werden. K+S hat daher die IKTS beauftragt im Jahr 2020 „Machbarkeitsuntersuchungen zum Filtrations- und Rückhalteverhalten von salzhaltigen Wässern mittels keramischer Nanofiltrationsmembranen bei Betriebsdrücken bis 100 bar“ durchzuführen. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse bei den Versuchen mit Kunststoffmembranen werden in einem ersten Ansatz wiederum Salzlösungszusammensetzungen getestet, die der Haldenwasserzusammensetzung aus dem Werk Neuhof-Ellers entsprechen, also die folgenden Bestandteile enthalten:

KCl = ca. 31 g/l

MgCl₂ = ca. 46 g/l

MgSO₄ = ca. 77 g/l

NaCl = ca. 138 g/l

CaSO₄ = < 1g/l

Mit konkreten Ergebnissen ist bis Ende 2020 zu rechnen.

Weiterhin hat sich K+S 2019 entschieden mit anderen namhaften Industriepartnern eine Förderung für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) zu beantragen. Neben der Weiterentwicklung der Nanofiltration stehen auch weitere innovative Membrantechnologien auf dem zwischen

den Projektpartnern abgestimmten Versuchsplan. Es wurde eine Projektskizze mit den potenziellen Industrie- und Hochschulpartnern erstellt, welche im September 2019 beim BMBF eingereicht wurde. Dem Projektkonsortium wurde inzwischen die Möglichkeit zur konkreten Antragstellung gegeben und die Projektskizze wird nun konkretisiert. Im kommenden K+S Jahresbericht wird, vorbehaltlich der Zustimmung der Projektpartner (Vertraulichkeit), hierüber konkret informiert werden.

2.6.2 Membrandestillation

In den Jahren 2017 und 2018 wurden zur Bewertung der Eignung der Membrandestillation für die Abwasserreduktion zahlreiche Gespräche mit Ingenieurfirmen und Anbietern von Membrandestillationsanlagen geführt. Bislang ergab sich hieraus kein konkreter Ansatz für eine weitere Forschungsinitiative. Da aber noch eine abschließende fachliche Klärung aussteht, wurden diese Bemühungen 2019 fortgesetzt.

Zur Zeit prüft K+S zusammen mit einem anderen Bergbauunternehmen die Beauftragung einer „Prozessevaluierung zur Aufbereitung von Haldensickerwässern mittels Pilotversuchen zur Membrandestillation“ durch die K-UTEC AG Salt Technologies, Solar Spring GmbH (SoSp) und das Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme. Hierbei soll die Einbindung der Technik der Membrandestillation in ein Aufbereitungskonzept für Haldenwässer technisch und ökonomisch in einem 3-stufigen Prozess geprüft werden, um im Erfolgsfall diesen Ansatz in den Industriemaßstab zu überführen. Allerdings wurde zunächst noch eine Vorprüfungsphase vereinbart, die aus einer prinzipiellen Prüfung der allgemeinen technischen und ökonomischen Erfolgsaussichten des angedachten Lösungsansatzes besteht.

Auch auf dem Gebiet der Membrandestillation hat K+S 2019 entschieden mit anderen potenziellen Projektpartnern eine Förderung für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) zu beantragen. Es wurde gemeinsam eine entsprechende Projektskizze erstellt und im September 2019 eingereicht. Auch hier wurde das Projektkonsortium inzwischen aufgerufen den nächsten Schritt einer konkreten Antragstellung zu gehen und die eingereichte Projektskizze weiter zu konkretisieren. Eine solcher Schritt wird aber nur dann von Seiten K+S wei-

terverfolgt, wenn die benannte Vorprüfungsphase, die im ersten Quartal 2020 umgesetzt sein wird, eine positive technische und ökonomische Erfolgsaussicht aufzeigen wird.

2.7 Optimierung der Fest-/Flüssigtrennung

Im vergangenen Jahr wurden in dieser Maßnahmengruppe keine neuen Projekte durchgeführt.

2.8 Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen

Eine Möglichkeit, die Menge des anfallenden Haldenwassers zu reduzieren ist die Abdeckung und – in Abhängigkeit vom Abdeckmaterial – eine anschließende Begrünung der Halden. Dabei soll durch die Bildung einer verdunstungsfördernden Patina-Schicht oder durch entsprechenden Pflanzenbewuchs eine hohe Evapotranspirationsleistung erzielt werden. Zur Entwicklung funktionsfähiger Systeme werden bei K+S zahlreiche F&E-Maßnahmen durchgeführt.

2.8.1 **Versuche zur Haldenabdeckung an den Standorten des Werkes Werra – Halbtechnischer Versuch in Hattorf (HVH)**

In Fortsetzung der abgeschlossenen Lysimeterversuche befindet sich derzeit ein halbtechnischer Versuch in Hattorf (HVH) in Umsetzung. In diesem Entwicklungsschritt wurde die Herstellung der Abdeckmischung, deren Logistik zum Werk und auf der Halde sowie das Materialverhalten am Hang (Abrollverhalten, Staubverhalten, Wasserzugabe, Setzung etc.) während und nach der Beschüttung untersucht und optimiert.

Abbildung 4: Durchführung der Flankenbeschüttung im Spätsommer/Herbst 2018- Halbtechnischer Versuch Hattorf



Seit Fertigstellung der Beschüttung unterliegen der Versuchskörper und seine Umweltauswirkungen (Staub, Abwasser) sowie die Begrünungsentwicklung einem umfangreichen Monitoringprogramm. Nach ersten Ansaatversuchen bereits Ende 2018 wurde im April 2019 eine flächendeckende Nassansaat durchgeführt.

Abbildung 5: Nassansaat im Frühjahr 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf



Während sich im Sommer 2019 auf dem Top der Abdeckung eine flächendeckende Vegetation entwickelt hat, war der Begrünungserfolg auf der steilen Südflanke witterungsbedingt begrenzt. Daher erfolgte im September 2019 nochmals eine Ansaat und Oberflächenbearbeitung mit verschiedenen Methoden.

Abbildung 6: Begrünungszustand im Sommer 2019 (links) und Nachbehandlung/Nachsaat im Herbst 2019 (Mitte, rechts) – Halbtechn. Versuch Hattorf



Entsprechend der vegetationsfreundlichen Witterung im Herbst 2019 waren in Abhängigkeit der Bearbeitungsmethode bereits nach drei Wochen große Teile der anspruchsvollen Südseite erfolgreich begrünt.

Abbildung 7: Begrünungszustand drei Wochen nach der Nachsaat im Herbst 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf



Seit Ende 2019 wird ein Systemwechsel bei der Abdeckung der Werrahalden angestrebt. Ein neues Konzept zur Abdeckung inklusive eines Forschungsprogramms wird erarbeitet.

Das Konzept der Dünnschichtabdeckung wird weiterhin verfolgt und die Versuchsfläche HVH soll weiterhin dauerhaft zum Erkenntnisgewinn untersucht werden. Die Umsetzung eines weiteren Betriebsversuchs mittels Dünnschichtabdeckung ist aktuell nicht vorgesehen.

2.8.2 Innovativer Erosionsschutz an der Halde Neuhoof-Ellers

Eine Besonderheit der Rückstandshalde Neuhoof-Ellers besteht in ihrem vergleichsweise hohen Tongehalt. Der geogen im Abbaubereich vorhandene Ton fällt nach **selektiver Mahlung** als gesonderte Fraktion, als „SELMA-Ton“ (Gemisch aus Salz und Ton) in der Produktion an und wird größtenteils zusammen mit Rückstand auf die Halde verbracht. Dieser SELMA-Ton kann – nach dessen Anreicherung an der Haldenoberfläche durch natürliche Ablaugung – einerseits zu höheren Verdunstungsraten im Vergleich zum reinen Rückstand führen. Andererseits könnte durch eine ausreichend dicke Tonschicht der direkte Kontakt von Niederschlagswasser mit dem wasserlöslichen Rückstandssalz verringert werden. Beides würde zur Reduzierung der zu entsorgenden Haldenwassermenge beitragen. Voraussetzung dafür ist allerdings die Stabilisierung einer solchen Tonschicht auf der Haldenoberfläche, die ansonsten der natürlichen Erosion unterliegt. Vor diesem Hintergrund wurden 2016-2018 Versuche im Rahmen des Forschungsprojektes „Innovativer Erosionsschutz und Haldenwasserminimierung“ durchgeführt. Die Forschungsaktivitäten wurden Ende 2018 planmäßig abgeschlossen und die Ergebnisse im Jahresbericht zusammengefasst.

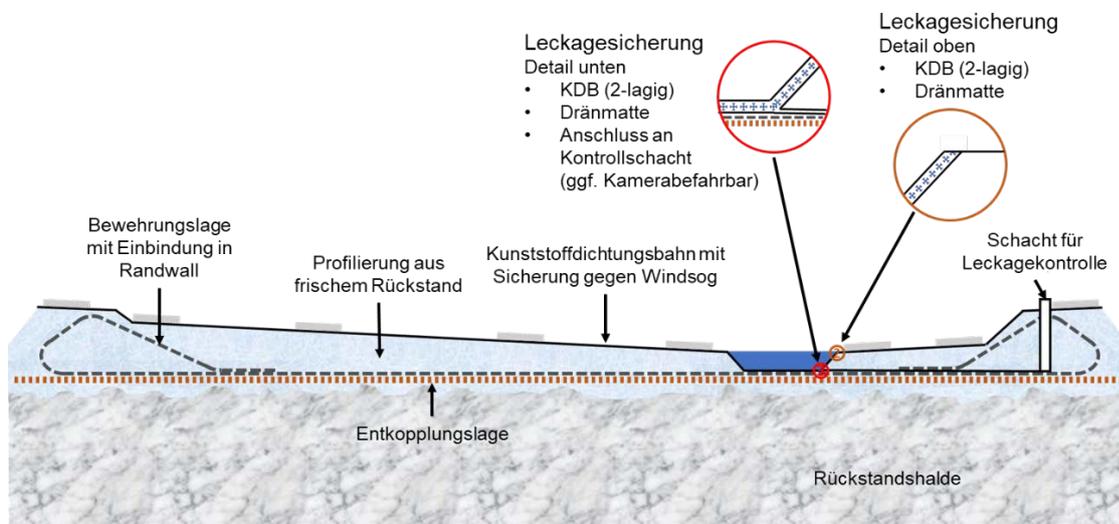
Aktueller Stand ist, dass Ende 2018 - unter Anwendung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse - planmäßig mit der Umsetzung der Haldenwasserminimierungsmaßnahmen begonnen wurde. 2019 erfolgte die Errichtung eines Probefeldes zur Etablierung einer innovativen Erosionsschutzschicht (IES) auf dem Haldentop der Halde Neuhoof-Ellers. Zum qualitativen und quantitativen Nachweis der Haldenwasserreduzierung wird seit Mai 2019 eine Lysimeteranlage inkl. Wetterstation betrieben. Die Ausdehnung

der IES-Schicht auf weitere Teilflächen des Haldentops wird vorbereitet. Entsprechende Genehmigungsverfahren werden derzeit durchgeführt. Weitere Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen sind zurzeit nicht geplant.

2.8.3 Errichtung von Poldern auf der Halde Hattorf

Im Rahmen der Haldenerweiterung Hattorf Phase 1 werden als Sickerwasserminimierungsmaßnahme sowie zur Reduzierung des niederschlagsbedingten Haldenwasseranfalls Bereiche der Plateaufläche auf der Bestandshalde bis zur Errichtung der endgültigen Abdeckung mit einer temporären Abdichtung versehen. Diese besteht aus kunststoffgedichteten Becken (Poldern) und einer Entwässerungsanlage. Somit kommt das Regenwasser nicht in Kontakt mit dem Rückstand. Der Bau eines Versuchspolders wurde Ende 2018 beantragt. Die Umsetzung fand 2019 statt. Der Polder erweist sich als funktionsfähig. Am ersten Polder finden weiterhin extern betreute Mess- und Monitoringkampagnen statt, die Rückschlüsse auf eine weitere Optimierung der Polderkonstruktion liefern sollen. Zudem soll die Konstruktion und Errichtung des zweiten Polders im weiteren Bauablauf verbessert werden (bspw. Windsogsicherung).

Abbildung 8: Schema Polderbecken auf dem Haldentop



2.8.4 Versuche mit Biokrusten zur Haldenwasserminimierung

Die von K+S verfolgten Ansätze zur Haldenabdeckung mit den Verfahren Infiltrationshemmschicht und Innovativer Erosionsschutz nutzen die Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit und der Verdunstungsleistung des Rückstands durch Zugabe von Additiven.

Eine dauerhafte Begrünung mit höheren Pflanzen (wie z.B. Gräsern oder Gehölzen) ist bei diesen Systemen auf Grund der geringen Substratzugabe nicht möglich. Es wird jedoch derzeit intensiv untersucht, ob die Verdunstungsleistung und damit die Effektivität dieser Abdeckungsvarianten durch die Etablierung sogenannter Biokrusten (Lebensgemeinschaften z.B. aus Algen, Moosen oder Flechten) weiter erhöht werden kann. Die Biokrusten sind der Grundstein für eine zukünftige Bodenbildung, die langfristig auch eine Etablierung von Vegetation ermöglichen kann. Die Untersuchungen werden in Zusammenarbeit zwischen den K+S Standorten Kassel, Zielitz und Neuhoof, dem Ingenieurbüro upi und dem Institut für Biowissenschaften der Universität Rostock durchgeführt.

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 enthalten die festen und flüssigen Rückstände.

2.9.1 Prozessanalytik und Prozessanalytentechnik (PAT)

Unter Prozessanalytentechnik (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. 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 Prozessanalytentechnik auch 2019 weiter fortgesetzt.

Abbildung 9: Neu entwickeltes Probenahmesystem

2.9.2 Weitere Versuche zur Verwertung von Spülwässern in Hattorf

Durch die erfolgreiche Inbetriebnahme der KKF-Anlage am Standort Hattorf konnte eine Erhöhung der Wertstoffausbeute sowie eine Reduzierung des zu entsorgenden Prozesswassers erreicht werden. Aufbereitungsanlagen in den sogenannten Nassbetrieben müssen aber in bestimmten Zeitabständen mit Wasser gespült bzw. gereinigt werden. Dabei entstehen die sogenannten Spül- und Reinigungswässer. Es ist gängige Praxis diese Spülwässer mehrfach zu nutzen, bis sie sich aufgrund ihrer Mineralisation nicht mehr für weitere Spülzwecke oder andere Einsatzmöglichkeiten eignen. Je nach Zusammensetzung dieser Spülwässer ist bis zu einem bestimmten Grad eine Verwertung in geeigneten Aufbereitungsprozessen möglich. Diese Wässer werden dann getrennt von anderen Prozesswässern gesammelt und nach Bedarf weiter verwertet.

Mit der Inbetriebnahme der KKF-Anlage steht nun eine weitere Anlage zur Verfügung, in der ebenfalls überschüssige Spül- und Reinigungswässer (neben denjenigen, die in der Anlage selbst erzeugt werden) verwertet werden könnten. In Abhängigkeit vom

Produktionsregime und der Rohsalzzusammensetzung variiert die Menge an Hartsalzlösung, die üblicherweise in der KKF-Anlage verwertet wird. Um die verfügbaren Kapazitäten der KKF-Anlage jederzeit vollumfänglich ausnutzen zu können, wird geprüft unter welchen betrieblichen Bedingungen und unter Berücksichtigung von Auslegungsparametern sowie Arbeitspunkten eine Verwertung weiterer aufkonzentrierter Spülwässer möglich ist. Im Ergebnis kann bestätigt werden, dass unter bestimmten Bedingungen, beispielsweise den derzeitigen Rohsalzzusammensetzungen und der Produktionsregime (z.B. Produktportfolio) der Fabriken Hattorf und Unterbreizbach zeitweise eine Verwertung weiterer Wässer in der KKF-Anlage möglich wäre. Die Forschungstätigkeiten sind abgeschlossen und es wird aktuell geprüft, welche technischen Anpassungen/Ergänzungen zur Umsetzung der Maßnahme erforderlich sind.

2.9.3 Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der zweiten Umsetzungsstufe der Kaliumsulfatanlage in Hattorf

Am Standort Hattorf wird in einem zweistufigen Prozess Kaliumsulfat hergestellt. In der ersten Prozessstufe wird ein Kali-Magnesia-Zwischenprodukt hergestellt, welches in der zweiten Prozessstufe zu Kaliumsulfat umgesetzt wird. Das Zwischenprodukt wird zur Umsetzung in der zweiten Stufe einer Fest-Flüssig-Trennung (Filtration) unterzogen. Durch den Einsatz von feuchtem Zwischenprodukt in der zweiten Prozessstufe werden signifikante Mengen an Haftlösung in die zweite Stufe eingetragen. Dies führt zu einer entsprechenden Vermehrung an Lösung in der zweiten Umsetzungsstufe und den weiteren Produktionsprozessen. Um den Lösungsanfall zu reduzieren soll auf den vorhandenen Filtern zur Abtrennung des Zwischenproduktes eine Haftlösungsverdrängung mit Lösung aus der zweiten Umsetzungsstufe vorgenommen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass es zu keiner Vermischung der beiden Lösungen aus der ersten und zweiten Umsetzungsstufe kommt. Durch diese Maßnahme kann im Idealfall der Anfall an Lösungsüberschüssen am Standort Hattorf in Form von Hartsalzlösung reduziert werden. Freie Eindampfkapazitäten in der KKF-Anlage könnten dann anderweitig genutzt werden.

Die technische Umsetzung der Maßnahme ist erfolgt. Derzeit wird die Haftlösungsverdrängung im Probetrieb getestet. Es ist geplant den Probetrieb in etwa bis zur Sommerpause 2020 durchzuführen. Danach werden die gewonnenen Daten ausgewertet, um den Effekt dieser Maßnahme bewerten zu können.

2.9.4 Optimierung von Filtrationsprozessen in der Kaliumsulfatherstellung in Hattorf

Durch die Optimierung von Filtrationsprozessen soll am Standort Hattorf im Bereich der Sulfatherstellung der notwendige Wassereinsatz reduziert werden. Vorgesehen ist der Einbau von Messgeräten (IDM), um den Wasserverbrauch einzelner Filteranlagen erfassen/überprüfen zu können. Gleichzeitig sollen Wasserfilter installiert werden, um Schwebstoffe im Reinigungswasser abzufangen und dadurch die Reinigungswirkung des Wassers z. B. bei der Tressenspülung zu erhöhen. Aus diesen beiden Maßnahmen soll dann der optimale Wasserverbrauch in der Filtration ermittelt und eingestellt werden. Zur Auswertung der Daten ist es erforderlich die Messwerte an das Prozessleitsystem (PLS) zu übermitteln und aufzuzeichnen. Eine Anbindung an das PLS ist allerdings ohne Produktionsrisiken nur während längerer Stillstände möglich, so dass sich die vollständige Umsetzung des Projektes noch über das Jahr 2020 erstrecken wird.

2.9.5 Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA® des Standortes Wintershall

Am Standort Wintershall wird das Rohsalz in einem elektrostatischen Trennverfahren aufbereitet. Das elektrostatische Trennverfahren ist ein unter dem Namen ESTA® - Verfahren patentiertes Aufbereitungsverfahren zur trockenen Aufbereitung von Rohsalzen. Der erhebliche Vorteil des ESTA®-Verfahrens liegt in der Schonung der Umwelt, da das Verfahren selbst keine Abwässer erzeugt. Der Nachteil des elektrostatischen Verfahrens liegt allerdings in seiner Empfindlichkeit gegenüber schwankender Rohsalzzusammensetzung, welche die Trennschärfe im elektrostatischen Feld bereits bei leichten oder mittleren Schwankungen reduzieren kann. Das bedeutet, dass bei Veränderungen im Rohsalz das Trennverfahren an die jeweilige Rohsalzzusammensetzung entsprechend anzupassen ist. Zurzeit wird geprüft, ob durch Optimierungen im Bereich Mess- und Regeltechnik die Steuerung der Anlage verbessert werden kann. Wenn dies gelingt, kann ein besseres Wertstoffausbringen die Folge sein. Die Untersuchungen werden voraussichtlich im Jahr 2021 abgeschlossen.

2.9.6 Haftlösungsverdrängung im Carnallitersetzungsprozess am Standort Unterbreizbach

Am Standort Unterbreizbach (UB) wird bei der Fest-Flüssig-Trennung zur Entwässerung des Salzes nach der KVZ (**kalte Vor**setzung) Wasser zur Verdrängung anhaftender Lösung eingesetzt. Eine Haftlösungsverdrängung ist zum Beispiel dann erforderlich, wenn bestimmte Qualitäten von Produkten oder Zwischenprodukten hergestellt werden müssen oder eine Verschleppung der anhaftenden Lösung die nachfolgenden Prozesse beeinträchtigen würde. Allerdings kann der Wassereinsatz auch zu einem höheren Anfall an Prozesslösung führen. Daher wurde untersucht, ob der Einsatz von Wasser in der Fest-Flüssig-Trennung durch den Einsatz von geeigneten Prozesslösungen reduziert werden kann. Zunächst wurde in einer theoretischen Betrachtung abgeschätzt, wieviel Lösung anstelle von Wasser eingesetzt werden müsste, um die Haftlösung gleichermaßen zu verdrängen. Anschließend wurden die praktischen Untersuchungen direkt im großtechnischen Produktionsbetrieb am Standort Unterbreizbach durchgeführt. Dabei wurde herausgefunden, dass prinzipiell eine Haftlösungsverdrängung mit Lösung anstelle von Wasser funktioniert. Als nachteilig erwies sich jedoch, dass der Einsatz von hochmineralisierten Salzlösungen zu einer etwas schlechteren Qualität des Zwischenproduktes führte. Dies lässt sich darin begründen, dass Wasser im Vergleich zur Lösung zusätzlich über eine gewisse Deckkraft (d.h. selektives Verlösen von NaCl) verfügt, während Salzlösungen die anhaftende Lösung lediglich „mechanisch“ verdrängen. Auch konnte keine nachweisbare Reduzierung des Lösungsanfalls im Produktionsbetrieb UB durch diese Maßnahme festgestellt werden. Erschwerend kam hinzu, dass bisher Wasser zur Haftlösungsverdrängung eingesetzt wurde, welches bereits vorher z. B. zur Tuchreinigung von Filtern verwendet wurde. Durch den Ersatz dieses Wassers durch hochmineralisierte Salzlösungen verblieb die entsprechende Menge an gering mineralisiertem Wasser als Überschuss. Die Untersuchungen werden im ersten Quartal 2020 abgeschlossen und die Maßnahme nicht dauerhaft umgesetzt.

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.

2.10.1 Verwendung von Langbeinit aus der Eindampfanlage Wintershall

Bei der Eindampfung der sogenannten E-Lösung am Standort Winterhall fällt als Kristallinat Langbeinit ($K_2Mg_2[SO_4]_3$) an, der u.a. mit NaCl verunreinigt ist. Bislang konnte dieser anfallende Langbeinit nicht verfahrenstechnisch verwertet werden, da die Abtrennung von NaCl aufgrund der hohen Temperaturen technisch sehr aufwändig ist. 2018 wurden Klassierversuche zur Abtrennung des Langbeinit via Hydrozyklon durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass eine selektive Abtrennung von Langbeinit prinzipiell möglich ist. Da bislang keine Erkenntnisse zu Verschleißfestigkeit und Temperaturbeständigkeit der verwendeten Werkstoffe der Hydrozyklone vorliegen, sollen in einem Langzeitversuch die Haltbarkeit des gewählten Werkstoffes vor Ort und die Reproduzierbarkeit der Klassier-Ergebnisse getestet werden. Ein erster Versuch wurde im 2. Halbjahr 2019 gestartet. Nach verhältnismäßig kurzer Zeit traten jedoch Probleme durch Verstopfungen im Hydrozyklon auf, die sogar zu einem Defekt der Versuchsanlage führten. Derzeit wird die Anlage repariert. Anschließend sollen die Untersuchungen fortgesetzt werden.

2.11 Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder

MgCl₂-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 MgCl₂-haltigen Lösungen oder die Herstellung von neuen Produkten aus MgCl₂-haltigen Lösungen sind ein Forschungsschwerpunkt der Kali-Industrie seit mehr als 100 Jahren.

2.11.1 Entwicklung eines Magnesiacementschaums und einer Applikationsapparatur

Im Labormaßstab konnte 2018 gezeigt werden, dass es gelingt einen Mineralschaum auf Basis von Sorelzement auf einer handelsüblichen Schaumbeton-Versuchsanlage herzustellen. Hierbei wird zunächst aus Wasser, einem Schaumbildner und Luft ein feinporiger Schaum hergestellt; dieser wird dann in einem Mischer mit der Baustoff suspension bestehend aus Magnesiumoxid und Magnesiumchloridlösung vermischt. Der sogenannte Sorelzementschaum bindet innerhalb mehrerer Stunden ab. 2019 wurde

eine Schaumbeton-Versuchsanlage zur Sorelzementschaumerzeugung im AFZ angeschafft. Es wurden verschiedene Rezepturen entwickelt und unterschiedliche Applikationsmöglichkeiten für diesen Sorelzementschaum erprobt. Weitere Versuche sind in Arbeit.

2.12 Optimierung der Salzlaststeuerung

Die optimale Einleitung der Salzabwässer des Werra-Fulda Kalireviers 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 Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems

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 unterschiedlichen Flüssigprobenströmen umgesetzt. Die Inbetriebnahme der vollautomatisierten parallelen Probenvorbereitung mit Anschluss an die vorhandene Online-ICP-OES ist abgeschlossen und die kontinuierliche Überwachung des Werrawassers gewährleistet.

2019 begleitete das AFZ mit Versuchen den dauerhaften Onlinebetrieb, um dessen Qualität sicher zu stellen und um eventuelle Abweichungen schnell zu beheben. Durch die Implementierung der DIN-konformen Analyseverfahren ICP-OES im Online-Betrieb konnte insgesamt eine höhere Zuverlässigkeit der Analyseergebnisse im Vergleich zur bisher eingesetzten Methodik erzielt werden. Dank der vollautomatisierten Probenvorbereitung konnte die Analysefrequenz erhöht werden, so dass über die höhere Anzahl an analysierten Proben eine höhere Aussagegenauigkeit generiert werden kann.

2.13 Sonstiges

Der von der FGG Weser verabschiedete Masterplan Salzreduzierung differenziert zwölf F&E Maßnahmengruppen oder Projektbereiche. In diesem 13. Kapitel werden

Maßnahmen beschrieben, die keinem der voran gegangenen Kapitel bzw. Projektbereiche zugeordnet werden können.

2.13.1 Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden

Im Zuge von unterschiedlichen Untersuchungen an lokalen Böden und Bohrkernen sowie Kartierungen vor Ort konnten mehrere Maßnahmen zum Umgang mit der Mobilisierung von geogenen Schwermetallen abgeleitet werden.

Jedoch kann auf den Einsatz von zusätzlichen Maßnahmen zur Vergütung des Untergrundes, um mögliche Schwermetallausträge zu vermeiden, die über die derzeitige Ertüchtigung des anstehenden Untergrundes hinausgehen, verzichtet werden. Dies begründet sich durch die weiterentwickelte Basisabdichtung im Rahmen der Haldenerweiterungen. Weitere Abwehrmaßnahmen wie der Bau einer Liniendrainage und einer Brunnengalerie sind abgeschlossen bzw. befinden sich noch in der Umsetzungsphase.

Die Untersuchungsberichte zur Ursachenforschung der geogenen Schwermetallmobilisierung der BTU Cottbus werden für 2020 erwartet. Die PHREEQC-Modellierung, eine chemische Modellierung der Mobilisierungs- und Transportprozesse, wird fortgesetzt. Ein fortlaufendes Monitoring sowie weitere Maßnahmen werden im Bedarfsfall über den laufenden Betrieb umgesetzt, sodass aktuell derzeit keine weiteren Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen geplant sind.

2.13.2 Methodenentwicklung zum analytischen Nachweis organischer Verbindungen und deren Abbaubarkeit

Zur Verbesserung der Analytik ausgewählter Carbonsäuren und ihrer Derivate in konzentrierten Salzlösungen wurde eine flüssig-chromatografische Tandem-Massenspektrometrie-Methode (LC-MS/MS) entwickelt. Hintergrund ist die Verbesserung der analytischen Nachweisempfindlichkeit für die in den Aufbereitungsprozessen eingesetzten organischen Aufbereitungshilfsstoffe. Bei der Methodenentwicklung wurde zum einen die Probenvorbereitung in Verbindung mit der Festphasenextraktion und zum anderen der qualitative und quantitative Nachweis über eine Kombination von Flüssigchroma-

tographie und Massenspektrometrie verbessert. Die Bestimmungsgrenzen für die einzelnen Verbindungen konnten in den Bereich von wenigen $\mu\text{g/l}$ herabgesetzt werden. Aufbauend auf dieser Weiterentwicklung der Nachweisempfindlichkeit werden Untersuchungen zum Abbau dieser Verbindungen im Labor sowie im Freiland durchgeführt. Beide Forschungsansätze werden im Rahmen einer Kooperation mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg durchgeführt.

Derzeit werden weitere Analysemethoden zur Detektion organischer Aufbereitungshilfsstoffe entwickelt. Damit kann die Bandbreite der kontinuierlich verfügbaren Analysen erhöht werden, um prozessbedingte und umweltrelevante Fragestellungen schneller beantworten zu können. So erweitert das neue Analysengerät GC-MS/MS das Methodenspektrum des Zentrallabors im AFZ.

Abbildung 10: GC-MS/MS Gaschromatographie Massenspektrometer Triple Quad (Shimadzu)



2.13.3 Crowdsourcing (Internationaler Ideenwettbewerb) für die Haldenabdeckung

K+S verfolgt aktuell einen „Open Innovation“ –Ansatz mittels eines „Crowdsourcings“. Hierbei handelt es sich um einen international ausgeschriebenen Ideenwettbewerb zum Thema Haldenabdeckung zur Verringerung der Entstehung niederschlagsbedingter Haldenwässer. Durch den Ideenwettbewerb „Brine Challenge“ wurden Firmen, Universitäten, Fachleute aber auch Laien nach neuen Ideen für eine Möglichkeit zur Verringerung der Entstehung von niederschlagsbedingten Haldenwässern befragt. Im Fokus standen hierbei die Großhalden (Hattorf und Wintershall) des Werks Werra.

Der Ideenwettbewerb wurde von K+S in Zusammenarbeit mit einem „Open Innovation“-Anbieter durchgeführt. Dabei wurden die von K+S aktuell geplanten oder angewendeten Verfahren zur Haldenabdeckung den Teilnehmern vorgestellt, diese konnten bis Dezember 2018 eigene Ideen über das System des Anbieters einreichen.

Eine anschließende Bewertung der eingereichten 44 Ideen fand durch K+S interne sowie externe Experten statt. Die Gewinner wurden im Sommer 2019 bekannt gegeben. Eine Gewinnausschüttung erfolgte unabhängig von der Umsetzungsfähigkeit der eingereichten bzw. ausgezeichneten Ideen. Damit wurde das Projekt Crowdsourcing beendet, die Untersuchungen zur Umsetzungsfähigkeit bzw. zur Machbarkeit der Gewinnerideen werden 2020 abgeschlossen werden.

2.13.4 Tests zur Schwermetallreduktion in Haldenwässern

Das Verkaufsprodukt Capterall® der Firma Solvay wird standardmäßig zur Schwermetallfällung in wässriger Lösung eingesetzt. Im AFZ wurde getestet, ob eine Schwermetalladsorption mit diesem Produkt Capterall® auch in schwach salzhaltigen Haldenwässern möglich ist. Die Ausfällung unter Zugabe von Capterall® erfolgte für die Schwermetalle Cu, Al, Zn und Pb aus dem Haldenwässern der Dünnschichtabdeckung (HVH).

Durch eine alternative pH-Wert-Anhebung der Haldenwasserlösung wird der Schwermetallausfall generell begünstigt, dieser Effekt trat bei Alkalisierung unter Zugabe von NaOH ein, vor allem für Cu und Al wurden für deren Ausfällung vergleichbare Werte wie bei Zugabe von Capterall® gemessen. Die Schwermetall-Konzentration für Zn und Pb konnte mit Capterall® im Haldenwasser signifikant herabgesetzt werden. Jedoch

waren im Vergleich zu der etablierten Kalkmilchfällung die Ausbeuten aus der Capterall®-Fällung geringer. Für eine ausreichende Schwermetallfällung wären große Mengen Capterall® zuzugeben, was die schwermetallhaltige, feste Rückstandsmenge deutlich ansteigen ließe. Das Projekt wurde abgeschlossen, das Verfahren ist als nicht empfehlenswert eingestuft worden.

2.13.5 KVP-Vorschlagswesen – aktueller Vorschlag 2019

Im Rahmen des K+S-Ideenmanagements werden Verbesserungsvorschläge innerhalb der Prozesskette durch die Mitarbeiter kontinuierlich erfasst (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess). Dabei wird die potenzielle Wasserreduzierung miterfasst und in die Bewertung mit aufgenommen. Viele KVP-Vorschläge sind umsetzbar. Ein KVP-Vorschlag des Werkes Werra zur Reduzierung des Frischwassereinsatzes im Produktionsprozess am Standort Wintershall fand im Jahr 2019 besondere Beachtung: Die Herstellung von Salzen mit besonders hohen Anforderungen an die Reinheit erfolgt in der Anlage für Hochreine Salze u. a. durch Kristallisation. Bei diesem Produktionsprozess entstehen im laufenden Betrieb, wie bei allen Kristallisationsprozessen, Ansätze und Verkrustungen in den Apparaten. Diese müssen üblicherweise durch regelmäßige Spül- und Reinigungszyklen entfernt werden. Im besonderen Fall der Anlage zur Herstellung hochreiner Salze wird Trinkwasser zum Spülen eingesetzt. Um die Produktionszeit der Anlage von Spülzyklus zu Spülzyklus zu verlängern, wurde von einem Mitarbeiter die Idee entwickelt durch kurze gezielte Spülprozesse mit heißer Umlauflösung während der Produktionsphase an kritischen Stellen die Ansätze und Verkrustungen aufzulösen. Die heiße Umlauflösung ist Teil des Produktionsprozesses und wird weiterverarbeitet. Durch diese Maßnahme kann idealerweise der Spülaufwand und Frischwassereinsatz in der Anlage reduziert werden. Zurzeit befindet sich die Idee in der Erprobung. Anhand der gewonnen Erkenntnisse kann zu einem späteren Zeitpunkt der Effekt dieser Maßnahme ermittelt werden.

3 Fazit

Durch die seit Inkrafttreten des Maßnahmenprogramms 2015 erfolgreich umgesetzten technischen Maßnahmen, wie z.B. die Inbetriebnahme der KKF-Anlage, und die in den letzten Jahren durchgeführten F&E-Vorhaben lag der Anfall von Prozessabwasser im

Jahr 2019 um rund 30% niedriger als noch im Jahr 2015. Die im Prozessabwasser gelöste Salzfracht konnte sogar um 35% gesenkt werden.

Die in diesem F&E-Bericht des Jahres 2019 aufgeführten Maßnahmen zeigen erneut auf, dass im Bereich der Produktionsabwässer die Potenziale zur Reduktion und zur standortnahen Entsorgung (siehe Kap. 2.3.1.1 Einstapeln Springen) erfolgreich genutzt wurden bzw. noch werden. Es sind weitere Forschungsaktivitäten notwendig, um diese kontinuierliche, positive Entwicklung fortzuführen. Ein zukünftige Entwicklungsschwerpunkt im Bereich der Produktionsabwässer wird insbesondere auf der Reduktion bzw. Vermeidung der Kieseritdeckwässer des Werkes Werra liegen, die sich durch niedrige $MgCl_2$ -Konzentration auszeichnen.

In Zukunft zielt der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten im Bereich der Salzabwasserreduktion darauf ab, den Anfall der Haldenwässer bzw. deren Kalium- und/oder Magnesiumfracht zu reduzieren. Dies ist auch deshalb sinnvoll, um gegebenenfalls notwendige Transporte in standortferne Gruben aus ökologischen und ökonomischen Gründen möglichst zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

7.3 Risikoübersicht der Firma K+S Minerals & Agriculture GmbH



K+S Minerals and Agriculture GmbH
Projektrisiken Stand 01/2020

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
14	Durchörterung des Markscheidesicherheitspfeiler	Bau der Leitung über Tage Einschränkungen „grünes Band“ für neue Vorhaben/Leitungen

Projektrisiken Haldenabdeckung

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	<p>Versagen der Genehmigungen oder Anordnung der Einstellung des Betriebs von HVH (Halbtechnischer Versuch), BVH (Betriebsversuch) oder Regelbetrieb</p>	<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	<p>Schadlose Verwertung des vorgesehenen Abdeckungsmaterials kann nicht nachgewiesen werden – Genehmigung wird versagt</p>	<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	<p>Technische Eignung (z.B. Schüttverhalten, Standsicherheit) des Abdeckmaterials ist im Feldversuch nicht gegeben Standsicherheit kann im Versuch bzw. langfristig nicht nachgewiesen werden</p>	<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	<p>Materialmengen sind logistisch nicht handelbar</p>	<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
12	Polderbau	<ul style="list-style-type: none"> • angepasste Planung des Polderbaus • Änderung der baulichen Ausführung der Polder

Gesamtbewertung der Risiken

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

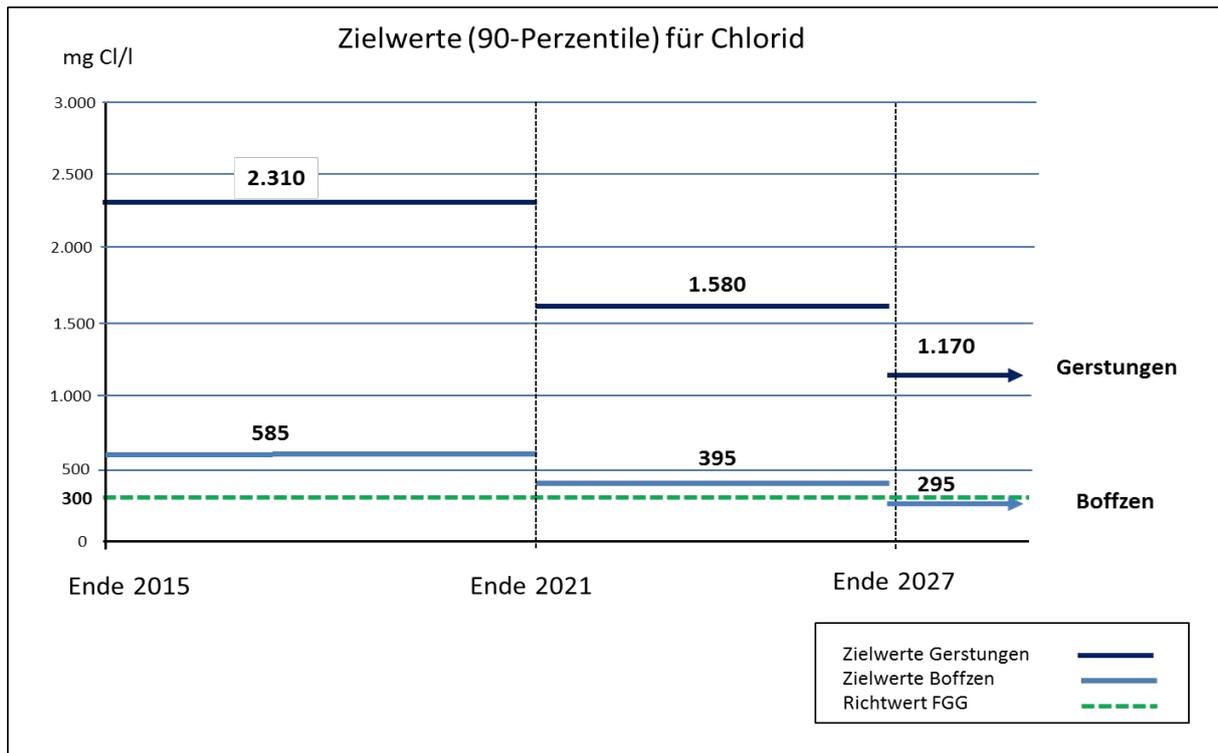
Diese Einschätzung beruht auf der Sicht von K+S und berücksichtigt nicht die Bewertung durch Genehmigungsbehörde oder deren Fachgutachtern.

Projektrisiken Innovative Erosionsschutz-/ Haldenwasserminimierungsmaßnahmen Neuhof-Ellers

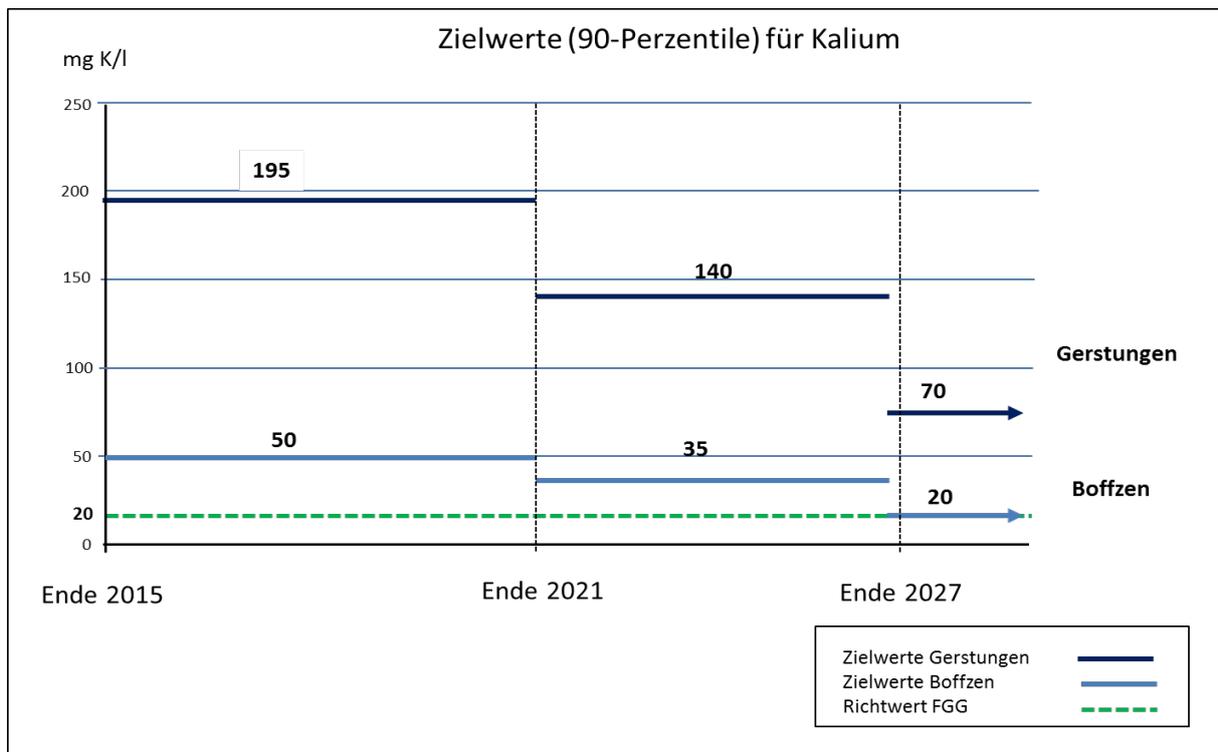
Die Fortführung der biologischen Stabilisierung dient dem Erkenntnisgewinn, hierfür bestehen keine Projektrisiken.

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
<i>Innovativer Erosionsschutz (chemische Konditionierung durch Zuschlagstoffe)</i>		
1	Verfügbarkeit SELMA-Ton als Bestandteil des Rückstands und der Erosionsschutz-Schicht	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung Anteil der Zuschlagstoffe • Abdeckung Teilflächen
2	Verfügbarkeit (in Werksnähe) Zuschlagstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Abdeckung Teilflächen • Ausweichen auf andere Materialien (grundsätzlich verschiedene Zuschlagstoffe anwendbar) • Vergrößerung des Suchraums für Anbieter
3	Zuschlagstoffe nicht zulassungsfähig – Genehmigung wird versagt	<ul style="list-style-type: none"> • Lysimeterbetrieb und Analytik zum Nachweis der Schadlosigkeit • Ausweichen auf andere Materialien (grundsätzlich verschiedene Zuschlagstoffe anwendbar)
4	Technische Umsetzung; Standfestigkeit der Abdeckschicht	<p>Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • regelmäßige Befahrung, Monitoring • Optimierung Anteil Zuschlagstoffe • Prüfung alternativer Abdeckmaßnahmen (z. B. Polder als temporäre Maßnahme – standortübergreifende Bearbeitung)
5	Versagen der Genehmigung für Probefeld und weitere Abdeckung	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweichen auf anderes Verfahren zur Haldenwasserreduzierung
6	Begrünbarkeit nicht bekannt	Die Begrünbarkeit ist keine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit

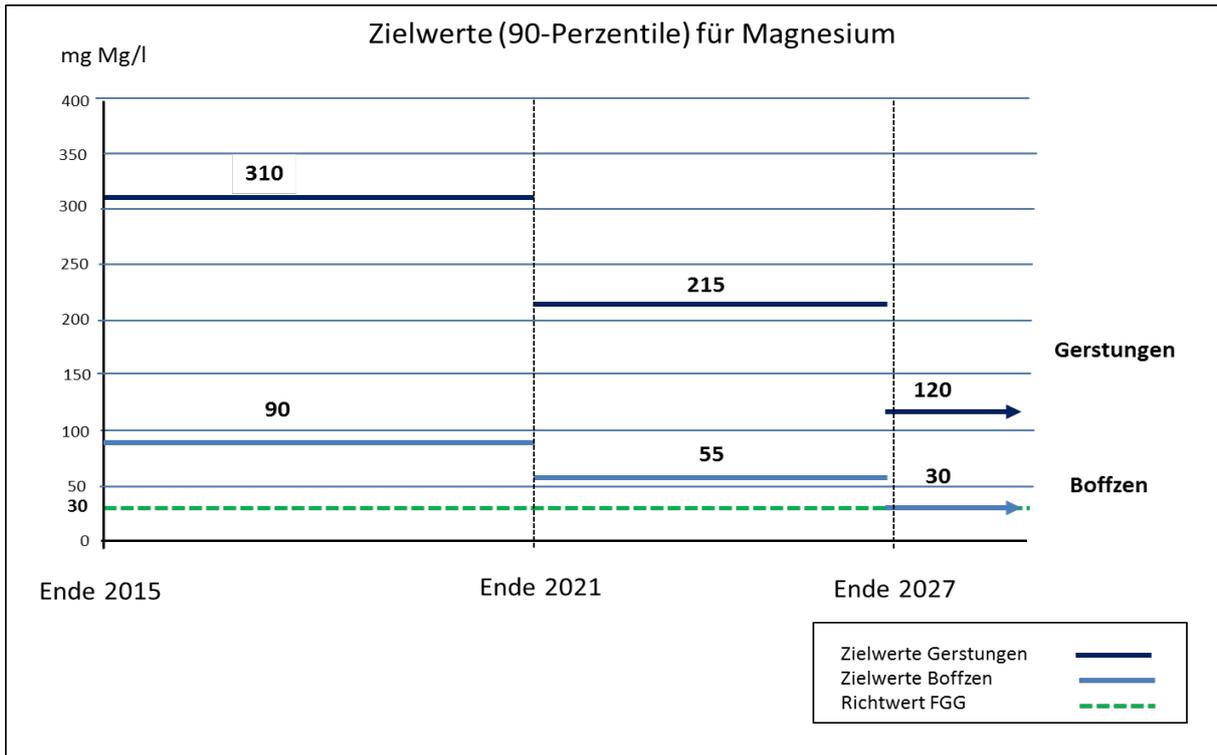
7.4 Zielwertkonzept der FGG Weser



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)