



# EG-Wasserrahmenrichtlinie

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

**Berichtsjahr 2020**



**Herausgeber:**

Flussgebietsgemeinschaft Weser  
An der Scharlake 39, 31135 Hildesheim

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
(Vorsitz der Flussgebietsgemeinschaft bis 31.12.2021)  
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  
Emilie-Preyer-Platz 1, 40479 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](mailto:info@fgg-weser.de)

**Bildquellen Umschlag:**

Kalihalde Wintershall – FGG Weser

© FGG Weser, September 2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>v</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Besonderheiten des Jahres 2020 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen.....	1
<b>2 Stand der Umsetzung des MNP Salz 2015 bis 2021</b> .....	<b>3</b>
2.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage).....	4
2.2 Haldenabdeckung.....	4
2.3 Einstapeln und Versatz.....	7
2.4 F+E-Vorhaben.....	8
2.5 Flankierendes Monitoring.....	10
2.6 Beendigung der Versenkung.....	10
2.7 Risikomanagement.....	13
2.8 Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung.....	14
<b>3 Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2020</b> .....	<b>15</b>
3.1 Hydrologie.....	16
3.1.1 Abflussverhältnisse Werra.....	16
3.1.2 Abflussverhältnisse Weser.....	17
3.2 Rohsalzverarbeitung.....	18
3.3 Entsorgung der festen Rückstände.....	19
3.4 Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung.....	19
3.4.1 Salzabwassermengen.....	19
3.4.2 Entwicklung des spezifischen Salzabwasseranfalls.....	21
3.4.3 Chlorid-, Kalium- und Magnesiumbilanzen.....	22
3.5 Salzfrachten und -konzentrationen 2020.....	25
3.5.1 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Gerstungen 2020.....	25
3.5.2 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2020.....	29
3.5.3 Monatliche Frachten an den Messstellen an Werra und Ulster.....	33
3.6 Grundwassermonitoring.....	36
<b>4 Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	<b>37</b>
<b>5 Literatur</b> .....	<b>39</b>
<b>6 Glossar</b> .....	<b>40</b>
<b>7 Anhang</b> .....	<b>43</b>
7.1 Sachstandsbericht 2020 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S Aktiengesellschaft.....	43
7.2 F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2020 der Firma K+S Aktiengesellschaft.....	44
7.3 Risikoübersicht der Firma K+S Aktiengesellschaft.....	45

---

7.4	Zielwertkonzept der FGG Weser .....	46
-----	-------------------------------------	----

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Monatliche Versenkmengen der Jahre 2017 bis 2020 .....	11
Abb. 2:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben 2017 bis 2020 .....	12
Abb. 3:	Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal 2017 bis 2020 .....	13
Abb. 4:	Messstellen zur Überwachung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung. ...	15
Abb. 5:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2019 und 2020 mit den langfristigen Mittel- werten am Pegel Gerstungen/Werra .....	17
Abb. 6:	Vergleich der mittleren Abflüsse 2019 und 2020 mit den langfristigen Mittel- werten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Höxter .....	18
Abb. 7:	Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung, Transport und des spezifischen Salzabwasseranfalls .....	21
Abb. 8:	Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020.....	26
Abb. 9:	Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020.....	26
Abb. 10:	Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020 .....	27
Abb. 11:	Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020.....	27
Abb. 12:	Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020 .....	28
Abb. 13:	Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020.....	28
Abb. 14:	14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2020.....	29
Abb. 15:	Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020.....	30
Abb. 16:	14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020.....	31
Abb. 17:	Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020 .....	31
Abb. 18:	Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020 .....	32
Abb. 19:	Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020.....	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 2020 per Bahn und LKW transportierte Mengen von Haldenwasser und Prozessabwasser .....	2
Tab. 2:	Stand der Umsetzung der Haldenabdeckung (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2020, Anhang 7.1) .....	6
Tab. 3:	Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2020, 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, 2020b) .....	14
Tab. 6:	Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 bis 2020 .....	18
Tab. 7:	Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 bis 2020 .....	19
Tab. 8:	Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser sowie Beckenbestände .....	19
Tab. 9:	In die Werra eingeleitete, versenkte sowie transportierte Salzabwassermengen .....	20
Tab. 10:	In die Werra eingeleitete Salzfrachten und deren Zusammensetzung .....	20
Tab. 11:	Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung .....	21
Tab. 12:	Chloridbilanz für den Pegel Gerstungen .....	24
Tab. 13:	Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen .....	24
Tab. 14:	Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen .....	25

## Abkürzungsverzeichnis

AFZ	Analytik- und Forschungszentrum
AG	Arbeitsgruppe
BBS	Boden- und Bauschuttdeckung
BGBI	Bundesgesetzblatt
BUND	Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland
BWP	Bewirtschaftungsplan
Ca	Calcium
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DEUSA	Deutsche Solbergwerke und Aufbereitungs GmbH
DS	Dickschichtdeckung
EDA	Eindampfanlage
ESTA	Elektro-Statistische Aufbereitung (trockenes Trennverfahren)
F+E	Forschung und Entwicklung
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
HA	Standort Hattorf
HVH	Halbtechnischer Versuch Haldendeckung
IHS	Infiltrationshemmschicht
KCl	Kaliumchlorid
KKF	Kainit-Kristallisation-Flotation
Mg	Magnesium
MgCl <sub>2</sub>	Magnesiumchlorid
MgSO <sub>4</sub>	Magnesiumsulfat
MNP	Maßnahmenprogramm
MQ	Mittlerer Abfluss
MSO	Multifunktionale Standortangepasste Oberflächendeckung
NaCl	Natriumchlorid
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

PAT	Prozessanalysetechnik
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz
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 dokumentiert das Berichtsjahr 2020 und führt nur Informationen auf, die der FGG Weser bis zum Ende des Berichtsjahres 2020 vorlagen. Alle später vorliegenden Berichte, Untersuchungen und Monitoringergebnisse werden im Statusbericht 2021 dokumentiert.

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 bzgl. der Salzbelastung 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 km<sup>2</sup> 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 und wurden im **Entwurf des MNP Salz 2021 bis 2027** fortgeschrieben. 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 2016 die **Arbeitsgruppe Salzreduzierung** eingerichtet. Die Arbeitsgruppe setzt sich aus Vertretern der Länder, der Geschäftsstelle der FGG Weser und des Unternehmens K+S zusammen. Die Sitzungen der Arbeitsgruppe finden regelmäßig einmal im Quartal statt.

## 1.1 Besonderheiten des Jahres 2020 und zeitlich begrenzte Sofortmaßnahmen

Für die Entsorgung der Prozessabwässer und der Haldenwässer standen im Jahr 2020 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 Teilmenngen der Salzabwässer per LKW und/oder Bahn zu geeigneten Gruben oder Gaskavernen transportiert und dort entsorgt bzw. für Verwehrungsarbeiten genutzt werden.

Im Jahr 2020 schwankten die Tageswerte für den Durchfluss der Werra am Pegel Gerstungen zwischen 5,8 m<sup>3</sup>/s und 173,9 m<sup>3</sup>/s (s. a. Kap. 3.1). Im arithmetischen Mittel ergibt sich aus den Tagesdaten damit ein Jahreswert von MQ = 23,1 m<sup>3</sup>/s. Für die Monate Februar, März und Juni lagen die monatlichen mittleren Durchflüsse der Werra am Pegel Gerstungen im Bereich der sonst üblichen Wasserführung. In

den anderen Monaten des Jahres 2020 lagen die Durchflüsse der Werra teilweise deutlich unter den Werten des langjährigen Mittels für diese Monate. Von Juli bis Dezember setzte zudem eine sehr lange Phase mit niedrigen bis sehr niedrigen Durchflüssen ein.

Die Einleitmengen in die Werra gingen daher deutlich zurück und die Versenkung wurde ab Anfang April bis auf einen Tag kontinuierlich bis Ende Dezember vorgenommen. Ab Mitte Januar wurden die wöchentlichen Transporte von Haldenwasser und Prozessabwasser aufgenommen und bis Ende Dezember fortgesetzt. Die Salzabwassermengen in den Stapelbecken konnten so auf einem vertretbaren Maß gehalten werden. Eine Unterbrechung der Produktion an den Standorten Wintershall und Hattorf, wie im Jahr 2018, war nicht erforderlich.

Im Jahr 2020 wurden in Summe rund 0,7 Mio. m<sup>3</sup> Prozessabwasser und Haldenwasser per Bahn und LKW zu leerstehenden Gruben, Gaskavernen und zur innerbetrieblichen Verwertung transportiert. Der Anteil an reinem LKW-Transport lag bei rund 10 % und an reinem Bahntransport bei rund 90 %.

Die Transporte in 2020 fielen gegenüber 2019 um rund 151.000 m<sup>3</sup> niedriger aus. In Tab. 1 sind die im Jahr 2020 transportierten Mengen an Haldenwasser und Prozessabwasser zu den einzelnen Lokationen wiedergegeben.

Im August 2019 wurde vom Regierungspräsidium Kassel die Zulassung zum Bau und Betrieb eines temporären Zwischenspeichers in der Grube Hattorf-Wintershall erteilt. Mit diesem zusätzlichen Speichervolumen können nun weitere hochmineralisierte 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 Prozessabwasser und Haldenwasser in das stillgelegte K+S-Bergwerk Bergmannsseggen-Hugo (Region Hannover) vor.

Die Erweiterung der Halde Wintershall wurde am 10.09.2020 genehmigt und wird derzeit umgesetzt. Die erteilte Genehmigung bezieht sich auf eine 25,7 ha große Haldenaufstandsfläche zuzüglich der Fläche für den 100 m breiten Randstreifen und ein neues Haldenwasserbecken mit einem Speichervolumen von ca. 14.500 m<sup>3</sup>. Des Weiteren umfasst die Planfeststellung die Umsetzung vorhabenbezogener Kompensationsmaßnahmen sowie eines Monitorings- und Sicherungskonzepts. Die Haldenerweiterung bindet südöstlich an die bestehende Halde an. Sie bietet Kapazitäten für 9-11 Jahre Beschüttung.

Tab. 1: Im Jahr 2020 per Bahn und LKW transportierte Mengen von Haldenwasser und Prozessabwasser

Zielort	Haldenwasser [m <sup>3</sup> ]	Prozessabwasser [m <sup>3</sup> ]
Bergmannsseggen-Hugo	470.750	160.200
Bernburg	0	180
Mariagluck	0	0
GSES	0	49.300
DEUSA	0	17.800
Unterbreizbach (innerbetriebliche Verwertung)	0	0

## 2 Stand der Umsetzung des MNP Salz 2015 bis 2021

Im Maßnahmenprogramm wurde unter dem Namen „**Masterplan Salzreduzierung**“ eine Maßnahmenkombination festgelegt, mit der die Einhaltung der Zielwerte des Zielwertkonzeptes im Oberflächen- und Grundwassergebiet gesichert sowie die Einhaltung des Verschlechterungsverbotes im Grund- und Oberflächenwasser gewährleistet wird und eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers nicht gegeben ist. Zuständig für die Erteilung der erforderlichen Genehmigungen ist das jeweils zuständige Bundesland. Verantwortlich für die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung der Salzbelastung ist das den Bergbau und die Kali-Produktion betreibende Unternehmen 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. m<sup>3</sup>/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, der am 22.12.2021 veröffentlicht wird, festgeschrieben.

Am 20.08.2020 hat die Weser-Ministerkonferenz festgestellt, dass verhältnismäßige und technisch umsetzbare Maßnahmen vorliegen, mit denen die bisherigen Zielwerte Ende 2021 in Gerstungen und Bofzen grundsätzlich eingehalten werden können und damit die Maßnahme **Produktionsdrosselung** nicht erforderlich wird.

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

- Detailkonzept zur frühzeitigen Haldenwasserreduzierung mittels Infiltrationshemmschicht (IHS) (Jan. 2020)
- Frühzeitige Reduzierung des Haldenwasseranfalls – Weiterentwicklung des Abdeckkonzeptes sowie weitere Maßnahmen (Apr. 2020)
- Wesentliche Entwicklungen in der Umsetzung der Maßnahme Haldenabdeckung nach dem MNP 2015-2021 der FGG Weser (Mai 2020)
- Erläuterungen zum Verzicht auf eine weitere Eindampfanlage vor dem Hintergrund weiterer technologischer Fortschritte (Jul. 2020)

- Stellungnahme zum Entwurf des „Integrierter Masterplan Hessen 2021-2027 – Sachstandsbericht“ (vorgelegt am 23.07.2020) sowie Begründung des K+S-Zeitplans für die Erreichung der Zielwerte (Aug. 2020)

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) nach Angaben von K+S 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  $\text{MgCl}_2$ -Konzentration von rund 300 g/l erforderlich, damit zukünftig die KKF-Lösung durch Mischen mit einer hochkonzentrierten  $\text{MgCl}_2$ -Lösung so konditioniert werden kann, dass ein Einstapeln in der Grube Springen ab 2022 möglich ist (s. a. Kap. 3.2).

Im Jahr 2020 wurden rund 2,6 Mio.  $\text{m}^3$  Prozesslösungen aus Hattorf und Unterbreizbach verarbeitet. Diese Menge liegt um rund 300.000  $\text{m}^3$  über der des Vorjahres. Durch die Eindampfung reduzierte sich das Volumen der Ausgangslösung auf ca. 1,33 Mio.  $\text{m}^3$ . Dies entspricht einem Grad der Eindampfung von 51,2 % und erreicht damit die technischen Vorgaben. Durch die Eindampfung wurden im Jahr 2020 rund 460.000 t Salz den Lösungen entzogen. Im Vergleich zum Vorjahr stieg damit die Menge an Kristallinat um ca. 40.000 t. Das Kristallinat wurde in Nachfolgeprozessen weiter zu Produkten aufbereitet und die dabei anfallenden Rückstände weitgehend in fester Form auf der Rückstandshalde und in geringem Umfang als Salzabwasser entsorgt.

## 2.2 Haldenabdeckung

Zur Verminderung der anfallenden Haldenwassermengen sind an den jeweiligen Standorten nach Angaben von K+S verschiedene Maßnahmen geplant. 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.

Um u.a. den bestmöglichen Zugang zu den benötigten Haldenabdeckmaterialien zu bekommen, haben K+S und REMEX, eine Tochter der REMONDIS-Gruppe, ihre Entsorgungsaktivitäten in einem neuen Gemeinschaftsunternehmen „REKS“ gebündelt.

Durch das neu gegründete Unternehmen können Synergieeffekte auf dem Entsorgungsmarkt genutzt und das Stoffstrommanagement optimiert werden. Ein kontinuierlicher Stoffstromfluss ist damit gewährleistet.

### Werk Werra

Der von K+S angestrebte Systemwechsel zu einer Kombinationsabdeckung mit Boden und Bauschutt (BBS) auf den Plateauflächen und einer Infiltrationshemmschicht (IHS) an den Flanken wird fortgeführt. Die Machbarkeit dieser Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO) konnte durch eine extern erstellte Machbarkeitsstudie für die Halde Wintershall dargelegt werden. Eine Machbarkeitsstudie für die Halde Hattorf ist aktuell in Arbeit, wobei von einer grundsätzlichen Übertragbarkeit der Erkenntnisse von der Halde Wintershall auszugehen ist.

Die technische Umsetzbarkeit beider Einzelverfahren konnte bereits durch mehrere Versuchsstufen bis zum Großversuch (IHS auf der Rückstandshalde des Kaliwerks Zielitz) und durch die langjährigen Erfahrungen aus der Regelabdeckung in Niedersachsen (Boden/Bauschutt - Halde Friedrichshall) aufgezeigt werden.

Im Rahmen der Erarbeitung der Antragsunterlagen werden vorbereitende Untersuchungen zur Ermittlung der antragsrelevanten Daten durchgeführt. Diese beinhalten Säulenversuche im Labor sowie einen Lysimeterversuch und ein Testfeld auf dem Haldenplateau für die IHS. Die Beweissicherung der Funktionsfähigkeit der BBS erfolgt im Rahmen der Umsetzung. In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde weiterhin die technische Umsetzung in einem Grobkonzept abgebildet, das derzeit durch K+S fortlaufend detailliert wird. Hierbei werden auch Übergangsbereiche zwischen den beiden Abdecktechniken und technische Anpassungen berücksichtigt.

Die Materialverfügbarkeit der benötigten Abdeckmaterialien konnte durch eine Marktstudie und Marktanalysen abgesichert werden. Zusätzlich führt K+S kontinuierlich Untersuchungen zur Identifizierung weiterer potenzieller Abdeckmaterialien durch. Die Abdeckung mittels MSO ersetzt die nur temporär wirksamen und mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbundenen Polder durch eine dauerhafte, nachhaltige Lösung.

### **Werk Neuhoof-Ellers**

Nach aktuellem Kenntnisstand weist eine Dickschichtabdeckung (DS) mittels Boden und Bauschutt die höchste Effizienz bei der Reduzierung salzhaltiger Sickerwässer auf. Die Wirksamkeit des bisher an der Halde Neuhoof-Ellers vorgesehenen Innovativen Erosionsschutzes (IES) wird damit deutlich übertroffen. Es wurde deshalb im Rahmen der Vorplanung mit der Konzepterarbeitung begonnen, um diese dauerhafte, nachhaltige Variante langfristig vorzubereiten.

Aktuell wird geprüft, inwieweit Abweichungen vom bekannten Stand der Technik zum Aufbringen einer Boden-Bauschutt-Abdeckung einerseits standortbezogen notwendig und andererseits, z. B. durch angepasste Böschungswinkel, möglich sind. Derartige Abweichungen werden den Beginn der Umsetzung sowie den zeitlichen Ablauf beeinflussen. Die Erfahrungen an Referenzabdeckungen wie z. B. der Halde Friedrichshall werden im Rahmen der Vorplanungen einbezogen und eine Übertragung auf die Standortgegebenheiten im Werk Neuhoof-Ellers geprüft.

Eine ausreichende Materialverfügbarkeit wurde, wie bereits erläutert, im Rahmen neuer Marktanalysen gezeigt. Für die Abschätzung des Vorlandbedarfs wurden Modellierungen zur Standfestigkeit denkbarer Geometrien beauftragt.

Synergieeffekte durch die vorgesehene (Teil-)Abdeckung mehrerer Halden mit ähnlichem Material, wie z. B. eine höhere Flexibilität der Annahme, werden zusammen mit dem Werk Werra untersucht.

Die Beobachtungen der Schichtbildungsprozesse und Schichteigenschaften am IES-Probefeld, die Untersuchungen zum Nachweis der Haldenwasserreduzierung mit Hilfe der Lysimeteranlage sowie der Säulenversuche zum Einfluss der IES-Rezeptur werden für einen weiteren Erkenntnisgewinn zunächst weitergeführt.

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 Q4/2020, Anhang 7.1)

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstands- bericht K+S (Anhang 7.1)		Stand Pla- nung 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 <sub>1)</sub>	2020 <sub>1)5)</sub>	
2.3.4	Plateaubdeckung mit Polderbau			2019	2019	✓
<b>Geplanter Systemwechsel zur Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO)</b>						
2.4	Regelbetrieb (Betriebsphase)	2021 - 2075		2019	2075	
2.4.1	Erstellung Machbarkeitsstudie MSO			Q2/2020	Q3/2020	✓
2.4.2	Erarbeitung der Antragsunterlagen für neues Konzept Haldentopabdeckung und IHS (MSO)			2020/2021		
2.4.3	Flankenabdeckung			2024		

Haldenabdeckung Neuhof-Ellers		Durchführungszeit- raum lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Stand lt. MNP 2015 bis 2021 - Salz	Aktuelle Planung K+S gemäß Sachstands- bericht K+S (Anhang 7.1)		Stand
				Beginn	Ende	
2.5	Pilotprojekte zur Untersuchung innovati- ver Erosionsschutz-/ Haldenwassermini- mierungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2016 – 2018	✓	2016	2018	✓
2.6	Beginn der Umsetzung innovativer Erosi- onsschutz- und Haldenwasserminimie- rungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2018		2018 <sub>3)</sub>	2018 ff	✓
2.6.1 – 2.6.2						✓
2.6.3	Aufbau und Betrieb Lysimeteranlage			Q4/2018	2018 ff	✓
2.6.4	Umsetzung IES-Abdeckung beginnend mit Probefeld			Q2/2019 <sub>4)</sub>	2019 ff	✓
<b>Geplanter Systemwechsel zur Dickschichtabdeckung (Boden/Bauschutt)</b>						
2.7	DS-Abdeckung NE	2021 – 2075				
2.7.1	Prüfung und Entwicklung möglicher Um- setzvarianten der DS-Abdeckung NE			2020	Ende 2021	
2.7.2	Vorplanung der ausgewählten Umset- zungsvariante			2021	2022	
2.7.3	Erarbeitung der Antragsunterlagen			2021	Ende 2024	
2.7.4	Genehmigungsverfahren			2024	Ende 2026	
2.7.5	Beginn der Umsetzung/des Regelbe- triebs			Ende 2027		

✓	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. Zusätzlich erfolgte aufgrund des langwierigen Genehmigungsprozesses ein Systemwechsel zur Beschleunigung der Abdeckung
- 2) Nicht im MNP 2015 bis 2021 vorgesehen, Errichtung des 1. Versuchspolders in Hattorf. Markiert den Start der Abdeckung
- 3) Keine Berücksichtigung der Genehmigungsphase im MNP
- 4) Sonderbetriebsplan wurde am 01.04.2019 erteilt
- 5) BImSchG-Antrag für den Betriebsversuch der Dünnschichtabdeckung zurückgezogen.

## 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 Neuhoof-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. Der im Dezember 2019 von K+S vorgelegte Entwurf ist Bestandteil der Antragsunterlagen zum Einstapeln. Im Zuge der weiteren Bearbeitung wurde eine Neufassung erforderlich, die im 1. Halbjahr 2021 vorliegen wird.

Seitens des Regierungspräsidiums Kassel, Dezernat Bergaufsicht wurden im Beteiligungsverfahren des Sonderbetriebsplans als 7. Ergänzung des Abschlussbetriebsplanes der Grube Merkers zur Lösungseinstapelung im Südwestfeld Springen im Rahmen der Vollständigkeitsprüfung Unterlagen nachgefordert. Der Aufforderung des Thüringer Landesamts für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) zur Stellungnahme ist K+S mit Schreiben vom 18.12.2020 nachgekommen.

Die Bearbeitung, Antragstellung und Zulassung der eingereichten übrigen Sonderbetriebspläne liegen nach Angaben von K+S im Plan und sind im Projektablaufplan aufgeführt.

Wie aus der detaillierten Projektablaufstruktur zu entnehmen ist, hat K+S die Verschiebung der Markscheide bis Oktober 2020 und die Zulassung des Sonderbetriebsplanes zur Durchörterung durch das RP Kassel im Einvernehmen mit dem TLUBN bis Februar 2021 geplant. Dies hätte vorausgesetzt, dass der Staatsvertrag zwischen Hessen und Thüringen zum grenzüberschreitenden Abbau von Salzen im Oktober zum o.g. Termin geändert gewesen wäre.

Nach Einreichen des Änderungsbegehrens durch K+S an die Umweltministerinnen von Hessen und Thüringen am 29.05.2020 hat der Hessische Landtag am Freitag, dem 11.12.2020, die Änderung des Staatsvertrags verabschiedet. In Thüringen wurde in der Sitzung des Landtags am 18.12.2020 ebenfalls der Änderung zugestimmt.

Somit hat K+S am 18.12.2020 die Teilzulassung des Sonderbetriebsplans Durchörterung des Markscheidesicherheitspfeilers zur erforderlichen Streckenauffahrung im bisherigen Markscheidesicherheitspfeiler vom Regierungspräsidium Kassel erhalten und die bergmännischen Arbeiten am 18.12.2020 wiederaufgenommen. Zuständig für die Zulassung dieses Sonderbetriebsplans ist das Regierungspräsidium Kassel, Dezernat Bergaufsicht. Das Einvernehmen des TLUBN zur Zulassung ist nicht erforderlich.

Die unter- und übertägigen vorbereitenden Arbeiten wurden im Berichtszeitraum weiter fortgesetzt, nur die Streckenauffahrung im Grubenfeld Wintershall musste - wie vorstehend erläutert - von Mitte Oktober 2020 bis zum 18.12.2020 mit Erreichen des derzeitigen Markscheidesicherheitspfeilers temporär ausgesetzt werden. Die Arbeiten im Grubenfeld Springen wurden ohne Unterbrechung fortgesetzt. Somit verschiebt sich nach Aussage von K+S nach aktualisierter Planung der Inbetriebnahmezeitpunkt der Einstapelung auf den 01.03.2022. Das Unternehmen strebt an, diese Verzögerung so weit wie möglich zu reduzieren.

Die im folgenden abgebildete Umsetzungsplanung wird von K+S 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 1. Quartal 2022 werden dort genannt.

Tab. 3: Stand der Umsetzung der Maßnahme Einstapeln und Versatz (gem. Sachstandsbericht K+S für Q4/2020, 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			Ende 2021	
3.2.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von <b>übertägigen</b> Rohrleitungen, Misch- und Dosiereinrichtungen. Beschaffungsvorgänge (Grundstückskäufe/-gestattungen)			2018	Ende Q1/2022	
3.2.2	Planung, erstmalige & komplexe Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von untertägigen Einstapelarealen, 50 km Leitungen, Pumpenanlagen, Vorbereitung bergm. Arbeiten. Beschaffungsvorgänge. Errichtung und Inbetriebnahme von Monitoring-Programmen			2018	02/2022	
3.3	Umsetzung	Ende 2021 – Ende 2060				
3.3.1	<b>Phase 1:</b> Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m³/a vorhandener KKF-Lösung nach Konditionierung im Grubenfeld Springen (Südwest).			01.01.2022	2025	
3.3.2	<b>Phase 2:</b> Einleitung von bis zu 2 Mio. m³/a konfektionierter Lösung im erweiterten Grubenfeld Springen			2025	2035	

✓	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.

Jeweils am Ende des 1. Quartals eines jeden Jahres gibt es einen Jahresbericht zu den F+E-Vorhaben, bezogen auf das Vorjahr. Der Jahresbericht 2020 wurde zum Ende des ersten Quartals 2021 fertiggestellt (Anhang 7.2) und erläutert den erzielten Fortschritt bei den einzelnen Projekten. Soweit neue F+E-Vorhaben im Laufe des Jahres 2020 hinzugekommen sind, so wurden diese ebenfalls mit in die Jahresberichterstattung aufgenommen.

Der Jahresbericht 2020 verdeutlicht den Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres. In den letzten Jahren lag der Schwerpunkt auf Projekten zur Reduzierung der Prozessabwässer. Ein weiterer Schwerpunkt waren Untersuchungen zur geeigneten Konfektionierung, um Prozesswässer zu erhalten, die unter Tage eingestapelt werden können. Mit Umsetzung des Projektes „Einstapeln von Produktionsabwässern in das Grubenfeld Springen“ wird sich der Fokus der F+E-Tätigkeiten verschieben, wobei sich folgende zwei Schwerpunkte ergeben:

1. Reduktion bzw. Vermeidung von Prozessabwässern, die aufgrund niedriger  $MgCl_2$ -Konzentration nicht für die Einstapelung konfektioniert werden können (z.B. Spülwässer und sogenannte Kieseldeckwässer).



2. Reduktion des Anfalls von Haldenwässern, dies wird zum Schwerpunkt in den F+E-Arbeiten im Rahmen der Haldenabdeckung sowie bei Projekten zu innovativen Technologien, insbesondere Membranverfahren im Rahmen der BMBF-Förderung „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ sowie Pilot- und „Demonstrationsvorhaben zur Aufbereitung von Neutralsalzlösungen auf Basis von Membrandestillationsprozessen“.

Grundsätzlich zielen die F+E-Aktivitäten darauf ab, die Ressourceneffizienz zu verbessern und damit u.a. die spezifischen Energiekosten und Umweltauswirkungen zu reduzieren.

Tab. 4 gibt eine Übersicht der 2020 weitergeführten oder zum Jahresende abgeschlossenen F+E-Vorhaben mit qualitativen Aussagen zum Reduzierungspotenzial. Auf die bereits vorher abgeschlossenen Vorhaben und Projekte wird in dieser Übersicht nicht mehr eingegangen.

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		F&E-Projektende nach aktueller Planung K+S (Anhang 7.1)	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens</b>		
1.1	ESTA Freifallscheider verbessern	kontinuierlich, derzeit Pause	(V, S)
1.3	Steinsalzvorbereitung u. T.	2022	(V, S)
<b>2</b>	<b>Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge</b>		
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA	kontinuierlich	(V, S)
<b>3</b>	<b>Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren</b>		
3.2	Konfektionierung von Prozesswässern für die untertägige Einstapelung von Prozesswässern	2022	(V, S)
3.2.1	Eindampfoptionen von Prozesswässern	2020	(V, S)
3.2.2	Weiterentwicklung des Konfektionierungsverfahrens zur Herstellung der Einstapellösung	2021	(V, S)
3.2.3	Untertägige Einstapelung von Salzlösungen: Kriterien für die Beschaffenheit	2020	(V, S)
<b>4</b>	<b>Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung</b>		
4.2	Überlegungen zur Verbesserung der Basisabdichtung	2021	(S)
<b>5</b>	<b>Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren</b>		
5.1	Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Löseprozess	2020	(V, S)
5.3	Konstruktive Weiterentwicklung des Auslaufs der neuen Flotationszellen WI zur Verringerung von Spülwassermengen und Zyklen	2021	(V)
<b>6</b>	<b>Prüfung von Membranverfahren</b>		
6.1	Nanofiltration		(S)
6.1.1	Recycling durch Ionentrennung, Konzentrierung und Monitoring von salzhaltigen Wässern (Forschungs- u. Entwicklungsvorhaben innerhalb des Rahmenprogramms FONA; laufende Beantragung des Förderprojekts)	2023	(S)
6.1.2	Versuche mit keramischen Membranen bei hohen Drücken	2020	(V)
6.2	Membrandestillation		
6.2.1	Vorversuche zu Membrandestillation	2020	(V)
6.2.2	Forschung zu Membrandestillationsprozessen in Kopplung mit Kristallisation (Forschungs- und Entwicklungsvorhaben innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA); laufende Beantragung eines Förderprojekts)	2024	(V)
<b>7</b>	<b>Optimierung der Fest/Flüssigtrennung</b>		
7.3	Untersuchungen zur Lösungsklärung mit Versuchsdekanter	2021	(S)
<b>8</b>	<b>Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen</b>		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung: HVH	laufend	(V, S)
8.4	Biokrusten zur Haldenwasserminimierung, Neuhof	2021	(V, S)
8.5	Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener Additive zur initialen Begrünung abgedeckter Halden	2021	(V, S)
8.6	Screening alternativer Zuschlagsstoffe für die Haldenabdeckung im Rahmen der IHS	Kontinuierlich	(V, S)

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		F&E-Projektende nach aktueller Planung K+S (Anhang 7.1)	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
<b>9</b>	<b>Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung</b>		
9.3	Prozessanalytik, Prozessanalysetechnik (PAT)	kontinuierlich	(V, S)
9.8	Versuche zur Haftlöseungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage in HA	2020	(V)
9.9	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort HA	2020	(V)
9.10	Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA des Standortes Wintershall	2021	(S)
9.11	Haftlöseungsverdrängung im Carnallitzeretzungsprozess UB	2020	(V)
9.12	Ringleitung Vakuumstation, Sulfatherstellung Wintershall	2021	(V)
9.13	Versuch zum Kieseritdeckwassereinsatz bei der Aufbereitung von Rückständen aus der KCl-Herstellung	2021	(V, S)
<b>10</b>	<b>Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen*</b>		
10.2	Verwenden von Langbeinit aus der Eindampfungsanlage WI für die Sulfatherstellung	2020	(V, S)
<b>11</b>	<b>Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder</b>		
11.3	Entwicklung eines Magnesiazementschaums und einer Applikationsapparatur	2020	(V, S)
<b>13</b>	<b>Sonstiges</b>		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden	2020	
13.3	Analytische Versuche mit organischen Aufbereitungshilfsstoffen in einer Salzmatrix	2020	

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

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

Die wichtigsten Ergebnisse des Monitorings 2020 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“ Ende 2021 in das MNP Salz 2015 bis 2021 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. m<sup>3</sup>/a und maximal 5.000 m<sup>3</sup>/d begrenzt.

Eine weitere Versenkerlaubnis zur Fortführung der Versenkung nach dem 31.12.2021 wird vom Unternehmen K+S nicht beantragt und gemäß dem Bescheid des Regierungspräsidiums Kassel nicht erteilt werden.

Bis April 2020 konnte auf die Versenkung von Prozessabwässern verzichtet werden, da alle anfallenden Salzabwässer über die Einleitung in die Werra und den Abtransport entsorgt werden konnten. Ab dem 08.04.2020 musste die Versenkung bis auf eine kurze Unterbrechung am 17.04.2020 aufgenommen werden und blieb dann kontinuierlich bis zum Jahresende in Betrieb. Bis Ende des Jahres 2020 wurden in Summe rund 1,3 Mio. m<sup>3</sup> an Prozessabwässern in den Plattendolomit versenkt. Im Vergleich zum Vorjahr wurden damit rund 171.350 m<sup>3</sup> mehr versenkt. Abb. 1 zeigt die monatlichen Versenkmengen der Jahre 2017 bis 2020.

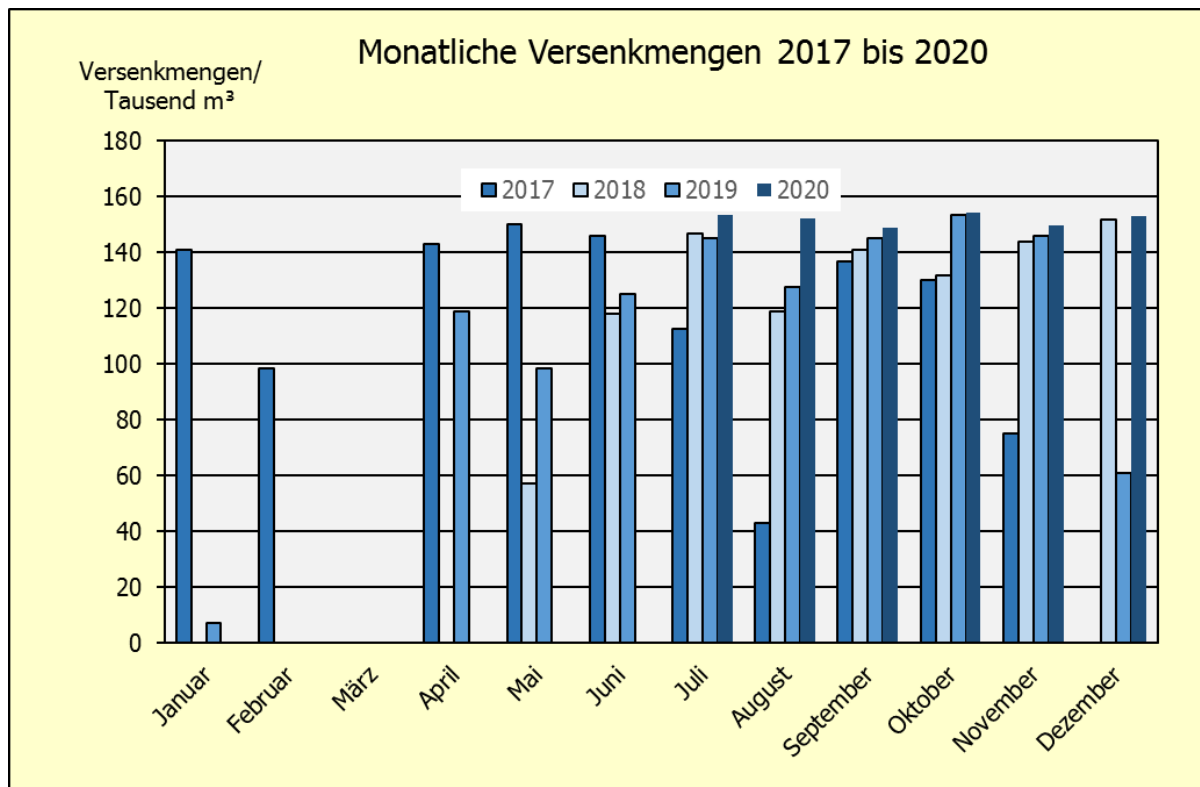


Abb. 1: Monatliche Versenkmengen der Jahre 2017 bis 2020

Ergänzend zur Versenkerlaubnis 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. m<sup>3</sup> des für die Jahre 2018 bis 2021 genehmigten Versenkvolumens.

Dabei ist vorgesehen, die Reduktion der jährlich zugelassenen Versenkmenge von 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a wie folgt zu erreichen:

2018 um 0,1 Mio. m<sup>3</sup> auf 1,4 Mio. m<sup>3</sup>

2019 um 0,2 Mio. m<sup>3</sup> auf 1,3 Mio. m<sup>3</sup>

2020 um 0,3 Mio. m<sup>3</sup> auf 1,2 Mio. m<sup>3</sup>

2021 um 0,4 Mio. m<sup>3</sup> auf 1,1 Mio. m<sup>3</sup>

Die vorstehenden Mengen orientieren sich an einem mittleren jährlichen Abfluss (MQ) der Werra am Pegel Gerstungen von 31,4 m<sup>3</sup>/s.

In den Jahren 2018 bis 2020 wurden durch K+S die behördlich zugelassenen maximalen Versenkmengen in Höhe von 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a nicht ausgeschöpft, so dass daraus eine entsprechende Einsparung der

Versenkmenge resultierte. In Summe beträgt die Einsparung rund 1.025.000 m<sup>3</sup>. Somit konnte die mit dem BUND vereinbarte Gesamteinsparung von 1,0 Mio. m<sup>3</sup> im April 2020 erreicht werden.

Weiterhin ist im Koalitionsvertrag zwischen CDU Hessen und BÜNDNIS 90/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  $\geq 145$  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 2020 am Brunnen Ulstertal im Monat November mit 151 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 2020 für die Parameter Kalium, Magnesium und Chlorid dargestellt (Abb. 2 und Abb. 3).

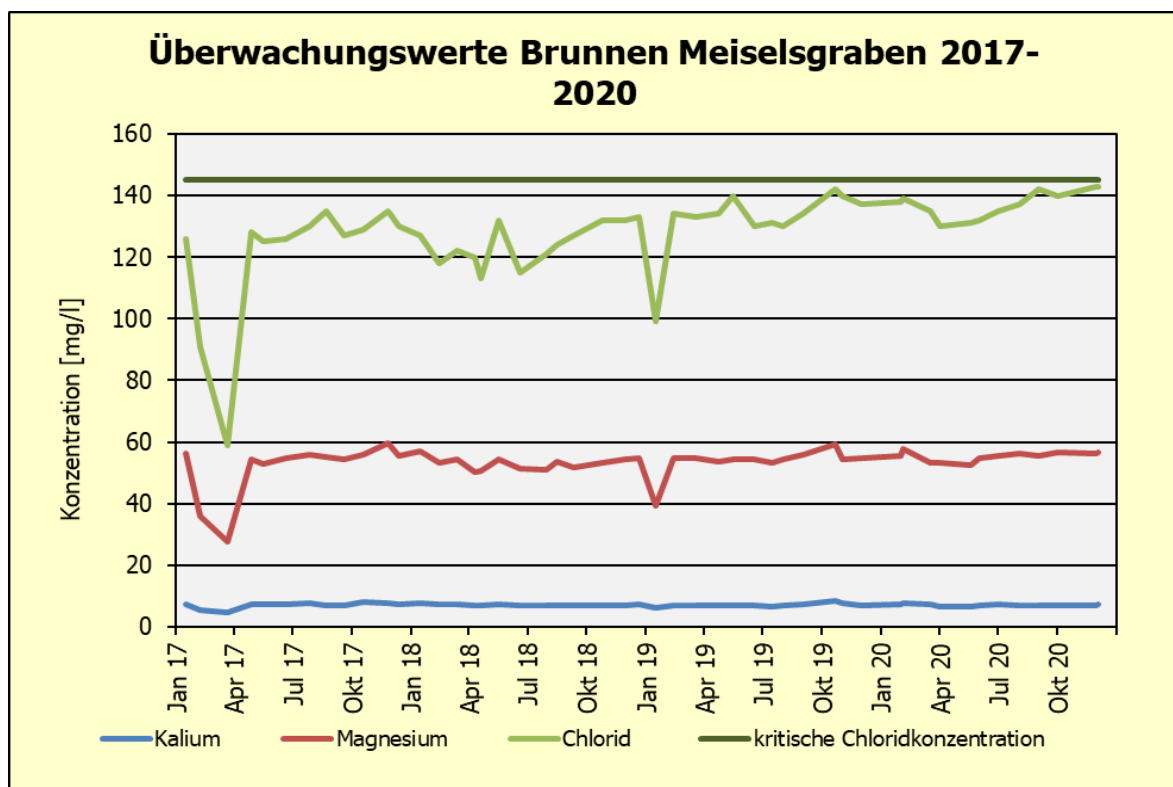


Abb. 2: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Meiselsgraben 2017 bis 2020

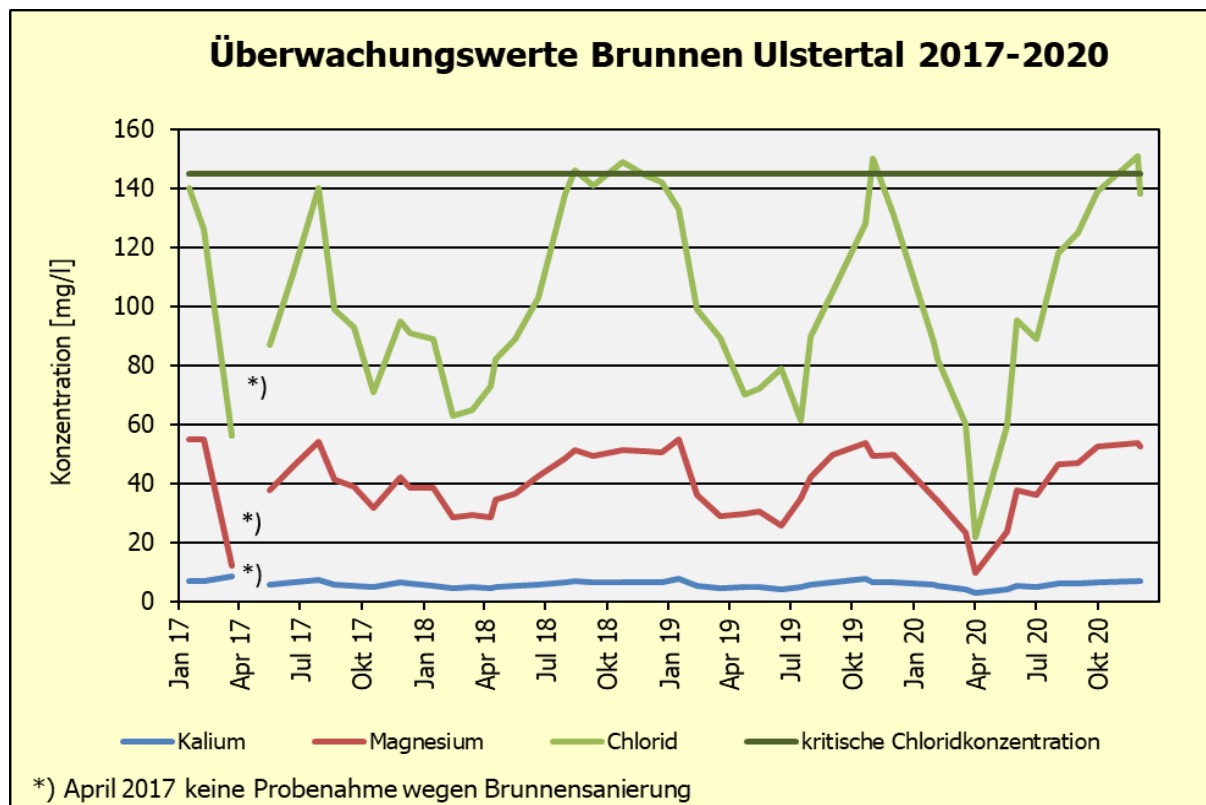


Abb. 3: Ergebnisse der Überwachung des Brunnens Ulstertal 2017 bis 2020

## 2.7 Risikomanagement

In Kapitel 0 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 Salz 2015 bis 2021 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 und kommt zu folgender, zusammenfassender Einschätzung:

- Die Risiken haben unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten. Für alle Risiken bestehen Gegensteuerungsmaßnahmen, so dass diese beherrschbar sind.
- Diese Einschätzung beruht auf der Sicht von K+S und berücksichtigt nicht die Bewertung durch Genehmigungsbehörden oder deren Fachgutachter.

Nach Auffassung des Unternehmens ist die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt der im Einzelnen genannten Risiken bei der Haldenabdeckung wenig und bei der Einstapelung unter Tage in zeitlicher Hinsicht eher wahrscheinlich.

## 2.8 Zeitplan des Fortschritts der Maßnahmenumsetzung

Tab. 5 gibt einen Überblick über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung in 2020 und vergleicht den Umsetzungsstand mit dem im Entwurf des BWP Salz 2021 bis 2027 festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan. In den bisherigen Statusberichten (letztmalig im Jahr 2019) erfolgte ein Vergleich des Umsetzungsstandes mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan des MNP Salz 2015 bis 2021. Da seit dem 22. Dezember 2020 die Entwürfe des Bewirtschaftungsplans und des Maßnahmenprogramms 2021 bis 2027 der interessierten Öffentlichkeit im Rahmen der Anhörung für Stellungnahmen zur Verfügung standen, wurde für den Statusbericht 2020 der Umsetzungsstand 2020 bis 2027, statt mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan des MNP Salz 2015 bis 2021, mit dem im Entwurf des BWP Salz 2021 bis 2027 festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan verglichen.

Tab. 5: Vergleich des Umsetzungsstands mit dem festgelegten Zeit- und Maßnahmenplan (FGG Weser, 2020b)

Maßnahmen	Zeitraum der Umsetzung (Jahr)					
	2020	2021	2022	2023 - 2025	2026 - 2027	Nach 2027
<b>Festgesetzte Maßnahmen</b>						
<b>1. KKF-Anlage</b>						
1.1. Regelbetrieb						
<b>2. Einstapeln u. T.</b>						
2.1 Untersuchungen						
2.2 Planung und Genehmigung						
2.3 1. Umsetzungsphase						
2.4 2. Umsetzungsphase						
<b>3. Haldenabdeckung</b>						
3.1 Multifunktionale standortabhängige Oberflächenabdeckung (MSO)						
- Halde Hattorf						
- Halde Wintershall						
3.2 Dickschichtabdeckung Halde Neuhoof-Ellers						
<b>4. Abtransport und/oder Zwischenspeicherung</b>						
<b>5. Einstellung der Versenkung</b>						
<b>Begleitende Maßnahmen</b>						
<b>6. Monitoring</b>						
<b>7. Arbeitsgruppe Salzreduzierung</b>						
<b>8. F+E-Vorhaben</b>						
<b>weitere mögliche Maßnahmen</b>						
<b>9. Kurz- und mittelfristige Maßnahmen (Verringerung Transport)</b>						
<b>10. Langfristige Maßnahmen (Verringerung Ewigkeitslast)</b>						

### Legende:

abgeschlossen/ im Zeitplan  
Umsetzung/ ggf. Fortsetzung  
verzögert, Enddatum kann nicht gehalten werden  
Verzögert, Enddatum kann gehalten werden





### 3 Auswertung der Monitoringdaten und Beurteilung der Gewässergüte für den Berichtszeitraum 2020

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.

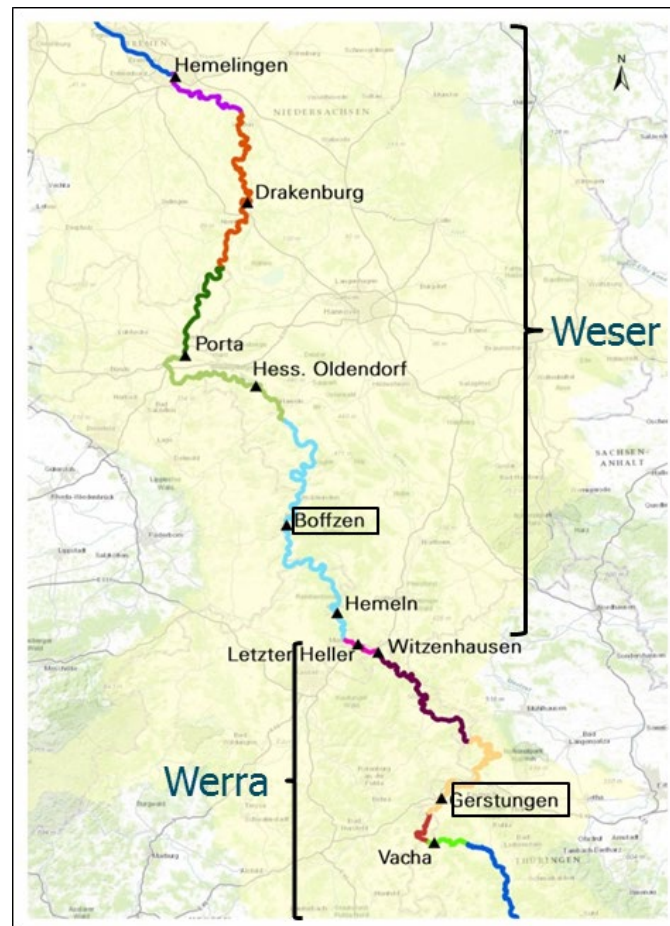


Abb. 4: Messstellen zur Überwachung der Oberflächenwasserkörper bzgl. der Salzbelastung.

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 keine 14-Tages-Mischproben mehr erhoben. Im Rahmen des Messprogramms Werra/Ulster werden täglich Untersuchungen auf die Salzparameter Chlorid, Magnesium, Kalium, Sulfat, Gesamthärte, Natrium und Calcium und die Untersuchungen gemäß Thüringer Monitoringprogramm (durch das 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 Hörter ermittelt.

Zur Bewertung der Auswirkung der in Kapitel 2 beschriebenen Maßnahmen werden Salzabwassermengen sowie 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 2020 erneut unter dem langjährigen Mittel (2000 bis 2018).

Fast sämtliche monatlichen Abflüsse des Jahres 2020 lagen, mit Ausnahme der beiden sehr abflussreichen Monate Februar und März, deutlich, z. T. um mehr als die Hälfte, unter dem langjährigen Mittel (Abb. 5).



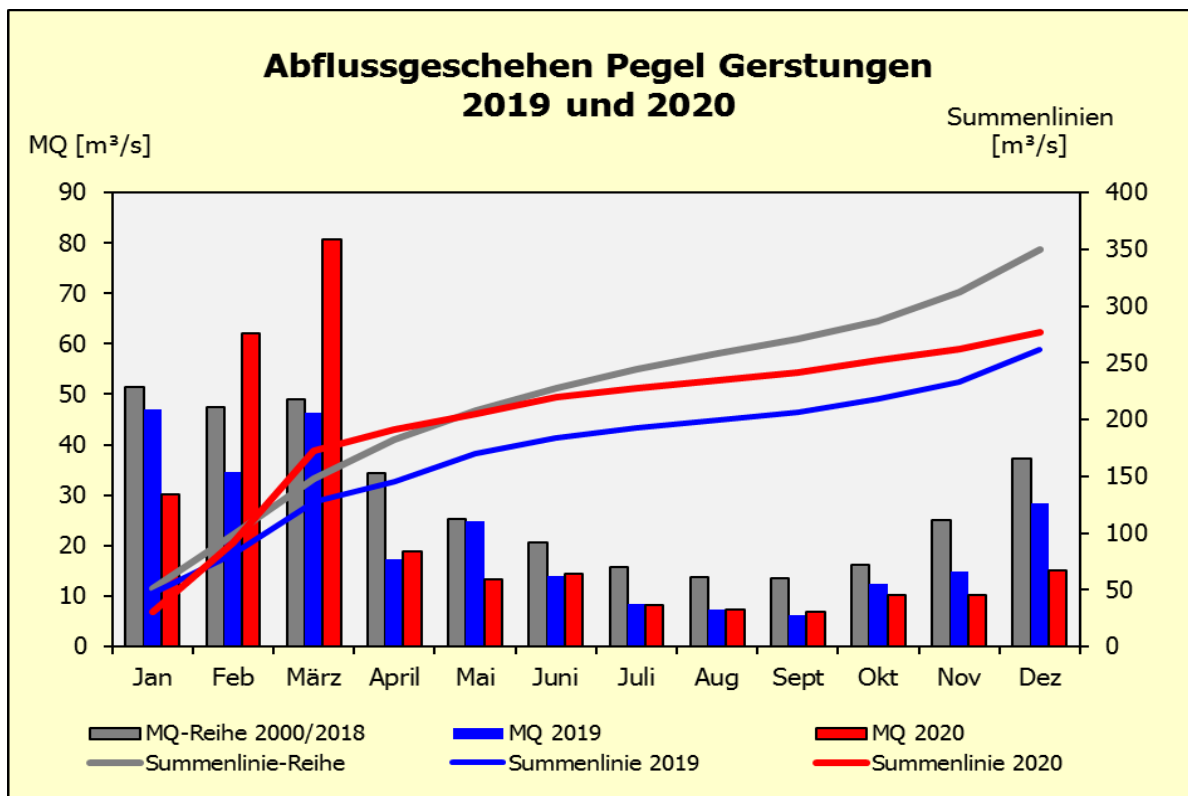


Abb. 5: Vergleich der mittleren Abflüsse 2019 und 2020 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Gerstungen/Werra

### 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 lagen in 2020, mit Ausnahme der beiden sehr abflussreichen Monate Februar und März, die monatlichen Mittel am Pegel Boffzen deutlich, z. T. wie an der Werra um fast die Hälfte, unterhalb der langjährigen Mittel (2000–2018) (Abb. 6).

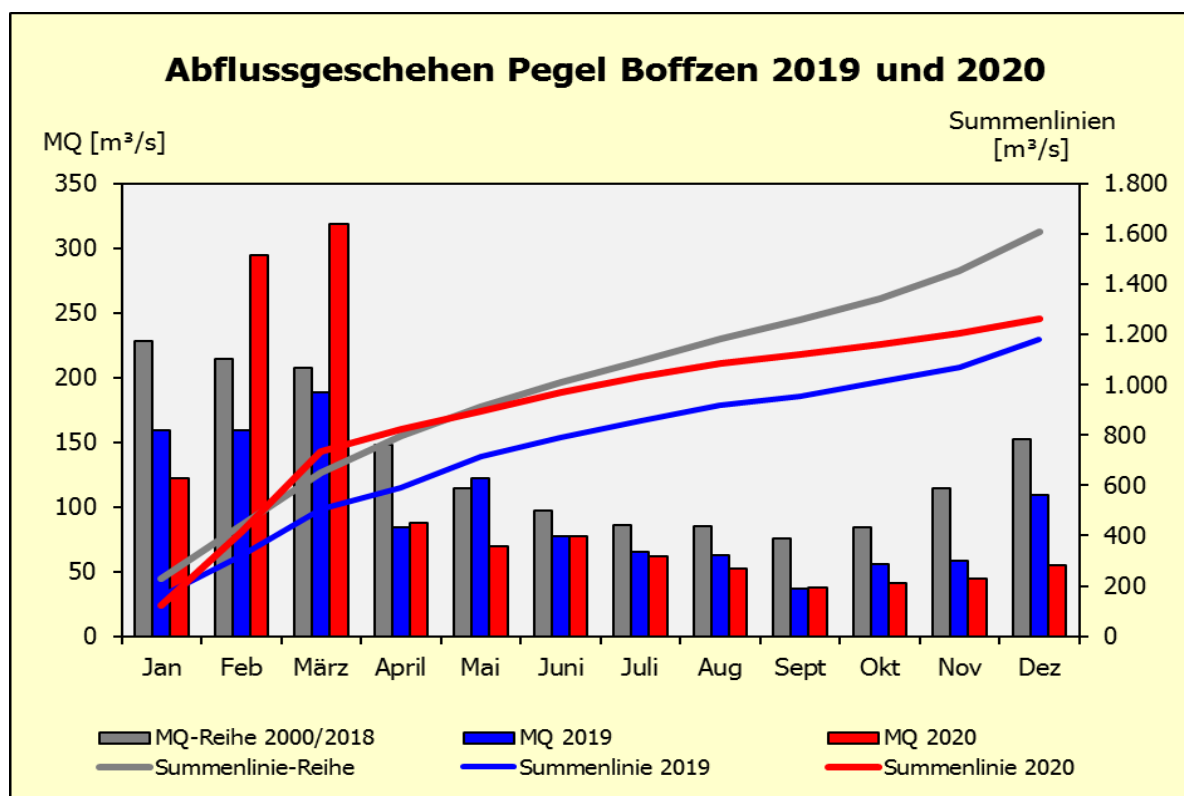


Abb. 6: Vergleich der mittleren Abflüsse 2019 und 2020 mit den langfristigen Mittelwerten am Pegel Boffzen/Oberweser, abgeleitet aus den Abflussdaten des Pegels Höxter

## 3.2 Rohsalzverarbeitung

Im Werk Werra und im Werk Neuhoof-Ellers wurden im Jahr 2020 in Summe rund 22,9 Mio. t Rohsalz in den Fabrikbetrieben verarbeitet. Diese Menge liegt rund 2 % über der Verarbeitungsmenge des Vorjahres.

Bei der Rohsalzzusammensetzung bzgl. Kaliumchlorid (KCl), Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>), Magnesiumsulfat (MgSO<sub>4</sub>) und Natriumchlorid (NaCl) traten, im Vergleich zu den Vorjahren, geringfügige Änderungen ein. So gingen die Wertstoffgehalte an KCl und MgSO<sub>4</sub> leicht zurück und die nicht weiter verwertbaren Bestandteile NaCl und MgCl<sub>2</sub> nahmen entsprechend zu. In Tab. 6 sind die Verarbeitungsmengen sowie die Rohsalzzusammensetzungen dargestellt.

Tab. 6: Rohsalzverarbeitung und Rohsalzzusammensetzung der Jahre 2015 bis 2020

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Menge	t	22.940.600	17.571.600	22.157.820	21.326.550	22.458.700	22.863.470
Kaliumchlorid	%	15,3	15,7	15,0	14,6	14,7	14,8
Magnesiumchlorid	%	1,2	1,0	1,3	1,5	1,4	1,4
Magnesiumsulfat	%	11,2	12,1	11,7	11,1	11,1	10,9
Natriumchlorid	%	67,8	66,6	67,8	68,5	68,7	68,4

### 3.3 Entsorgung der festen Rückstände

Die im Vergleich zum Jahr 2019 höhere Rohsalzverarbeitung führte im Jahr 2020 zu entsprechend höheren Mengen an zu entsorgenden festen Rückstandssalzen. Im Jahr 2020 wurden rund 18,1 Mio. t feste Rückstände unter Tage versetzt bzw. über Tage aufgehaldet.

Der Anteil des festen Rückstands stieg in den Jahren 2015 bis 2020 kontinuierlich von 87,7 % auf rund 90,4 %. Dies ist eine direkte Folge aus der erreichten Salzabwasser vermeiden. Die darin gelösten Salzzrückstände 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 2020 gegenübergestellt.

Tab. 7: Feste Rückstände und deren Zusammensetzung der Jahre 2015 bis 2020

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Menge	t	17.742.700	13.597.500	17.471.000	17.070.600	17.692.000	18.056.730
Kaliumchlorid	%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Magnesiumchlorid	%	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Magnesiumsulfat	%	5,0	5,3	5,1	5,0	5,0	5,1
Natriumchlorid	%	85,6	85,2	85,6	85,5	85,5	85,3
Anteil am Gesamtrückstand (fest und flüssig)	%	87,7	88,3	88,9	90,1	89,8	90,4

### 3.4 Salzabwasseranfall und Salzabwasserentsorgung

#### 3.4.1 Salzabwassermengen

Im Jahr 2020 fielen in Summe rund 5,7 Mio. m<sup>3</sup> an Salzabwasser (Prozessabwasser und Haldenwasser) an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2019 mit einer Salzabwassermenge von rund 5,9 Mio. m<sup>3</sup> rund 0,2 Mio. m<sup>3</sup> weniger.

Im Vergleich zum Vorjahr fiel die Prozessabwassermenge im Jahr 2020 um rund 0,5 Mio. m<sup>3</sup>. Dieser Effekt ist vor allem durch eine Effizienzsteigerung der KKF-Anlage und weitere Maßnahmen zur Prozessabwassereinsparung begründet.

Im Jahr 2019 wurde ein unterirdischer temporärer Speicher mit einer Größe von ca. 400.000 m<sup>3</sup> in der Grube Hattorf/Wintershall in Betrieb genommen. Der Füllstand in den übertägigen Becken nahm von Beginn bis zum Ende des Jahres 2020 um rund 119.000 m<sup>3</sup> zu.

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

Tab. 8: Anfall an Prozessabwasser und Haldenwasser sowie Beckenbestände

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Haldenwasser	Mio. m <sup>3</sup>	2,181	2,318	2,255	2,566	2,538	2,794
Prozessabwasser	Mio. m <sup>3</sup>	4,802	2,885	4,039	3,075	3,391	2,918
<b>Summe</b>	<b>Mio. m<sup>3</sup></b>	<b>6,983</b>	<b>5,203</b>	<b>6,294</b>	<b>5,641</b>	<b>5,929</b>	<b>5,713</b>

Änderung im Beckenfüllstand <b>über</b> Tage	Mio. m <sup>3</sup>	0	+0,192	-0,192	+0,036	-0,012	+0,119
Änderung im Beckenfüllstand <b>unter</b> Tage	Mio. m <sup>3</sup>					+0,016	-0,001
Entsorgte Menge	Mio. m <sup>3</sup>	6,983	5,011	6,486	5,606	5,925	5,595

In den Zahlen der Tab. 8 sind die Mengen an Prozesslösungen, die vom Standort Unterbreizbach in die Grube Springen im Jahr 2020 eingebracht wurden, nicht mit enthalten. Bei diesen Mengen handelt es sich um keine Salzabwässer, die einer Entsorgung zugeführt wurden.

Im Vergleich zum Vorjahr konnten trotz der im Jahresmittel etwas höheren Werraabflüsse am Pegel Gerstungen im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr rund 350.000 m<sup>3</sup> weniger Salzabwässer in die Werra eingeleitet werden. Dies lag vor allem an der im Jahresverlauf sehr langanhaltenden Phase von niedrigen Abflüssen (weniger als 10 m<sup>3</sup>/s), die, mit Ausnahme von wenigen Unterbrechungen, von April bis weit in den Dezember zu verzeichnen war.

Die niedrigen Abflüsse der Werra von April bis Dezember führten dazu, dass im gesamten Jahr 2020 eine Menge von rund 1,3 Mio. m<sup>3</sup> an Prozessabwasser versenkt werden musste.

Im Jahr 2020 wurden in Summe rund 0,7 Mio. m<sup>3</sup> 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 bis 2020 dargestellt.

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

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Einleitung Werra	Mio. m <sup>3</sup>	3,508	4,328	4,560	3,409	3,935	3,585
Versenkung	Mio. m <sup>3</sup>	3,475	0,683	1,190	1,022	1,141	1,312
Transport	Mio. m <sup>3</sup>	0	0	0,736	1,175	0,849	0,698
Summe	Mio. m <sup>3</sup>	6,983	5,011	6,486	5,606	5,925	5,595

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	2020
Menge	t	1.195.300	1.454.500	1.505.300	1.073.200	1.234.550	1.141.760
Kaliumchlorid	%	14,4	14,1	15,4	13,9	12,9	11,8
Magnesiumchlorid	%	23,4	22,7	23,8	23,9	28,3	27,3
Magnesiumsulfat	%	23,1	22,9	22,2	22,7	21,8	21,6
Natriumchlorid	%	38,7	40,3	38,6	39,5	37,0	39,3

Tab. 11: Versenkte Salzfrachten und deren Zusammensetzung

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Menge	t	1.289.300	283.330	454.410	379.480	435.225	502.025
Kaliumchlorid	%	17,9	19,4	19,6	17,6	17,0	15,7
Magnesiumchlorid	%	33,7	34,0	38,9	47,0	50,5	56,2
Magnesiumsulfat	%	20,8	19,2	19,7	17,3	15,6	13,3
Natriumchlorid	%	27,7	27,5	21,8	18,1	16,9	14,8

Ein Vergleich der Zusammensetzungen der in die Werra eingeleiteten und in den Plattendolomit versenkten Salzabwässer zeigt, dass es insbesondere beim Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid und Natriumchlorid erkennbare Unterschiede gibt. Der höhere Anteil an Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid in den versenkten Salzabwässern im Vergleich zu den eingeleiteten Salzabwässern resultiert aus dem Umstand, dass vornehmlich 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 Versenkmengen, 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 m<sup>3</sup>/t Rohsalzförderung im Jahr 2000 auf 0,25 m<sup>3</sup>/t Rohsalzförderung im Jahr 2020 mehr als halbiert.

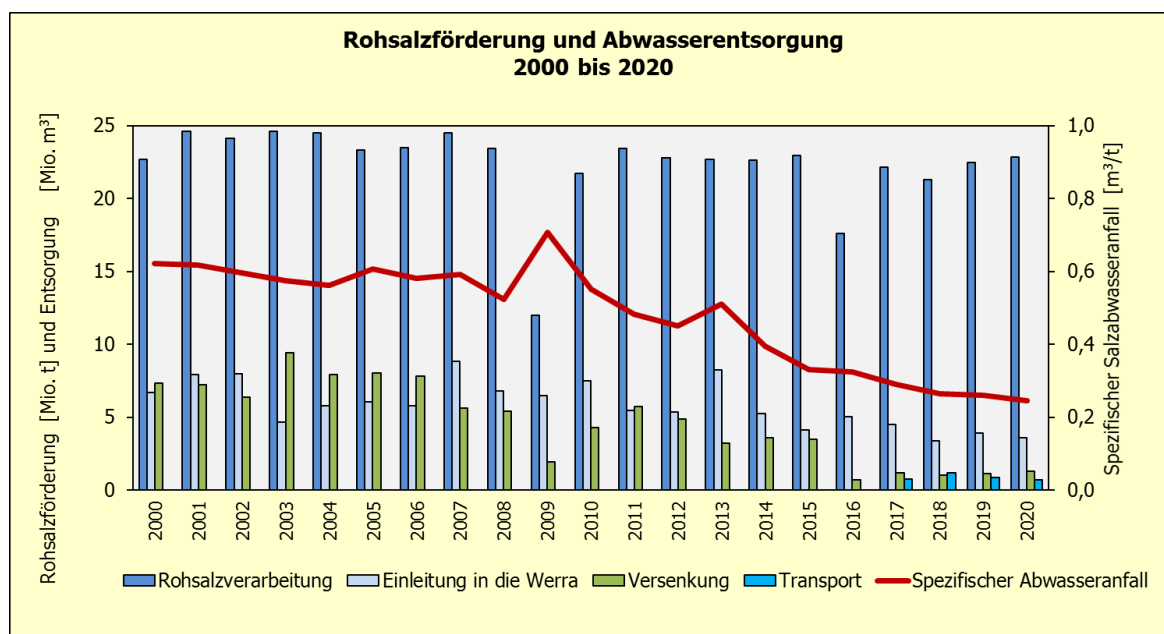


Abb. 7: Entwicklung der Rohsalzverarbeitung, Einleitung in die Werra, Versenkung, Transport und des spezifischen Salzabwasseranfalls

### 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 Unterbreizbach 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 Prozessabwässern 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 Neuhof-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 Neuhof-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 m<sup>3</sup> 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.

#### Salzabwasserrückförderungen 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 m<sup>3</sup> 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 geförderten 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 2020 um rund 25.000 t unter der des Vorjahres (Tab. 12). Dies resultiert aus der im Vergleich zu 2019 höheren Einleitmenge an Salzabwässern. Zusammen mit den eingeleiteten Kühl- und Sielwässern machten die eingeleiteten Chloridfrachten, bestehend aus Haldenwasser und Prozessabwasser, rund 69 % der gesamten Chloridfracht am Pegel Gerstungen aus. Damit lag der Anteil dieser Einleitungen an der gesamten Chloridfracht im Schwankungsbereich der Vorjahre.

Den zweithöchsten Anteil an der Chloridfracht stellen im Jahr 2020 die diffusen Chlorideinträge dar. Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich die diffus eingetragene Chloridmenge um rund 27.500 t. Der Anteil an der gesamten Chloridfracht betrug im Jahr 2020 rund 25 %.

Die Vorlast von Werra (Messstelle Unterrohn) und Ulster (Messstelle Räsa), sowie die Einleitung des Grubenwassers Springen haben zusammen einen Anteil von rund 6,4 % 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		2020	
	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]
Gerstungen	1.057.859	100	1.095.537	100	873.285	100	917.508	100	892.554	100
Kühl- und Sielwasser	53.691	5,1	64.186	5,9	55.968	6,4	50.317	5,5	45.749	5,1
Salzabwasser	699.357	66,1	729.210	66,6	519.329	59,5	612.892	66,8	568.296	63,7
Grubenwasser	19.888	1,9	16.694	1,5	15.435	1,5	18.355	2,0	21.048	2,4
Vorlast Unterrohr	39.737	3,8	46.683	4,3	43.299	4,9	39.275	4,3	33.474	3,8
Vorlast Räsa	2.314	0,2	2.525	0,2	2.439	0,3	2.169	0,2	2.040	0,2
Diffuse Einträge	242.872	23,0	236.239	21,6	236.815	27,1	194.500	21,2	221.946	24,9

Bei der Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen zeigt sich ein etwas anderes Bild (Tab. 13). Rund 92 % 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 5,2 % deutlich unter dem Anteil des diffusen Chlорideintrags liegt.

Tab. 13: Kaliumbilanz für den Pegel Gerstungen

Kalium	2016		2017		2018		2019		2020	
	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]
Gerstungen	124.376	100	141.726	100	97.559	100	100.371	100	88.648	100
Kühl- und Sielwasser	10.131	8,1	12.698	9,0	12.054	12,4	11.034	11,0	10.651	12,0
Salzabwasser	107.756	86,6	121.482	85,7	78.163	80,1	83.393	83,1	70.527	79,6
Grubenwasser	650	0,5	546	0,4	459	0,5	560	0,6	666	0,8
Vorlast Unterrohr	1.907	1,5	2.557	1,8	2.257	2,3	1.860	1,9	1.850	2,1
Vorlast Räsa	303	0,2	410	0,3	339	0,3	335	0,3	314	0,4
Diffuse Einträge	3.629	2,9	4.033	2,8	4.287	4,4	3.189	3,2	4.640	5,2

Der Anteil der Magnesiumfracht, der durch die Siel- und Kühlwässer sowie die Salzabwassereinleitungen hervorgerufen wird, liegt mit rund 86 % 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 Chlорidanteil nur etwa ein Drittel von dessen Wert aus.



Tab. 14: Magnesiumbilanz für den Pegel Gerstungen

Magnesium	2016		2017		2018		2019		2020	
	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]	Menge [t]	Anteil [%]
Gerstungen	185.531	100	194.285	100	149.830	100	171.979	100	163.957	100
Kühl- und Siewasser	11.972	6,5	14.345	7,4	12.666	8,5	11.666	6,8	10.833	6,6
Salzabwasser	151.481	81,6	159.155	81,9	114.836	76,6	143.494	83,4	129.436	78,9
Grubenwasser	194	0,1	163	0,1	139	0,1	217	0,1	278	0,2
Vorlast Unterrohn	6.080	3,3	6.887	3,5	6.772	4,5	5.305	3,1	5.585	3,4
Vorlast Rása	1.771	1,0	1.964	1,0	1.816	1,2	1.714	1,0	1.717	1,0
Diffuse Einträge	14.033	7,6	11.771	6,1	13.601	9,1	9.583	5,6	16.109	9,8

### 3.5 Salzfrachten und -konzentrationen 2020

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 2020

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 2020 von minimal 903 t/d bis maximal 6.317 t/d (Abb. 8). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,89 Mio. t Chlorid, die etwa 3 % geringer ist als 2019.

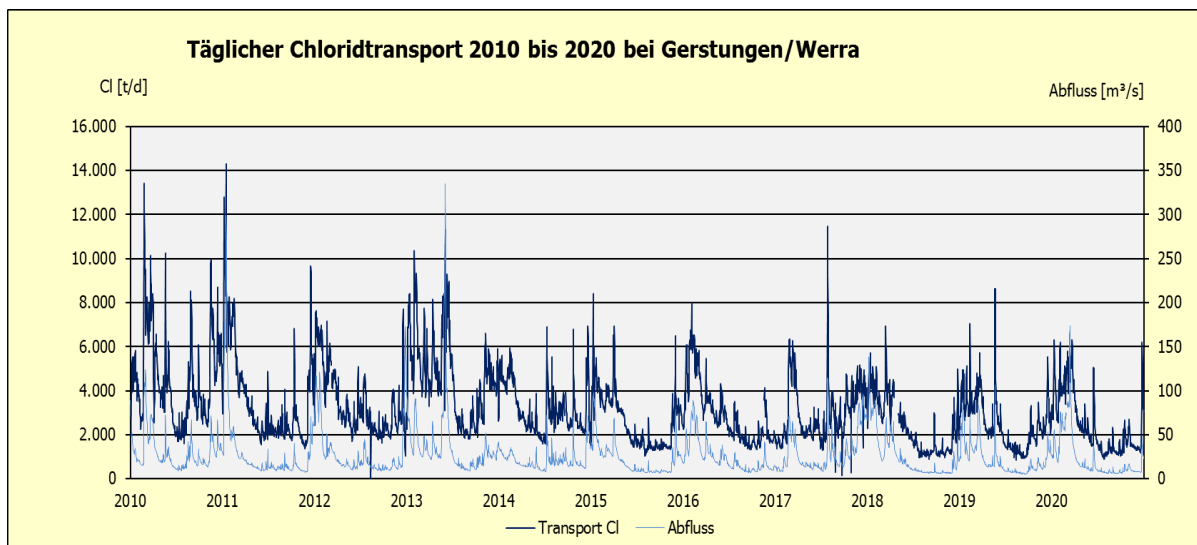


Abb. 8: Tägliche Frachten von Chlorid in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020

Die Tagesmittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 299 mg/l und maximal 2.490 mg/l. (Abb. 9). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Chlorid von 2.175 mg/l. Somit wird, wie auch schon in den Jahren 2015 bis 2019, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 2.310 mg/l eingehalten. Der bis Ende 2020 gültige Grenzwert von 2.500 mg/l wurde in 2020 nicht überschritten und wird, mit einer Ausnahme, seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) eingehalten. Dabei ist zu beachten, dass es in der Vergangenheit in Zeiten geringer Abflüsse am Pegel Gerstungen allein schon durch die diffusen Einträge zum Erreichen oder Überschreiten des Chlorid-Grenzwertes kam.

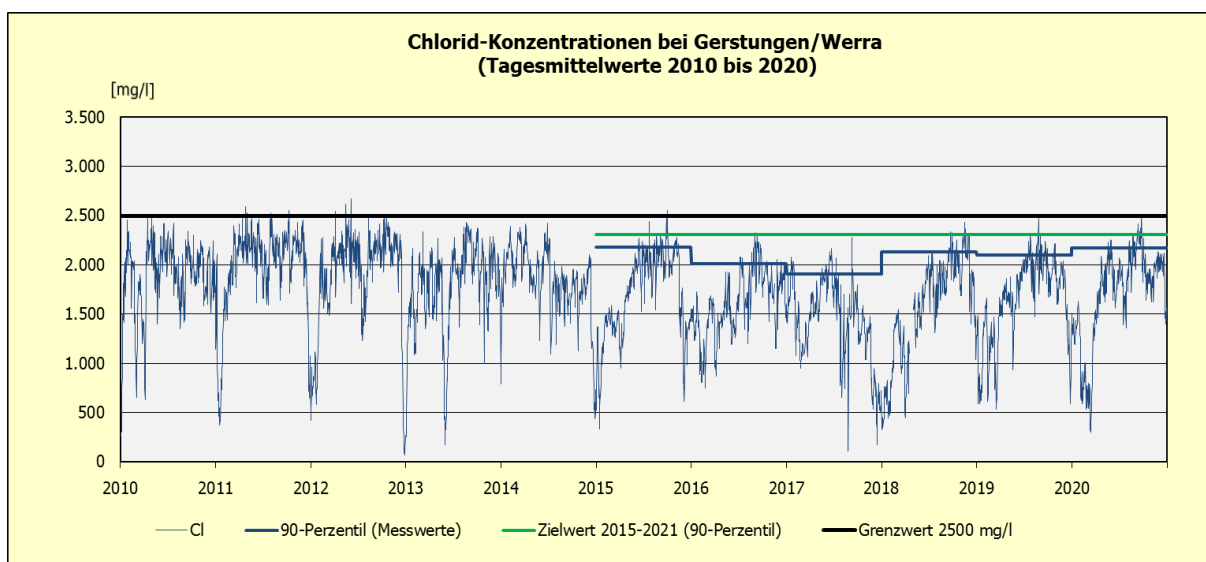


Abb. 9: Chloridkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020

## Magnesium

Die täglichen Magnesiumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2020 von minimal 40 t/d bis maximal 1.583 t/d (Abb. 10). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,15 Mio. t Magnesium, die etwa 11 % geringer ist als 2019.

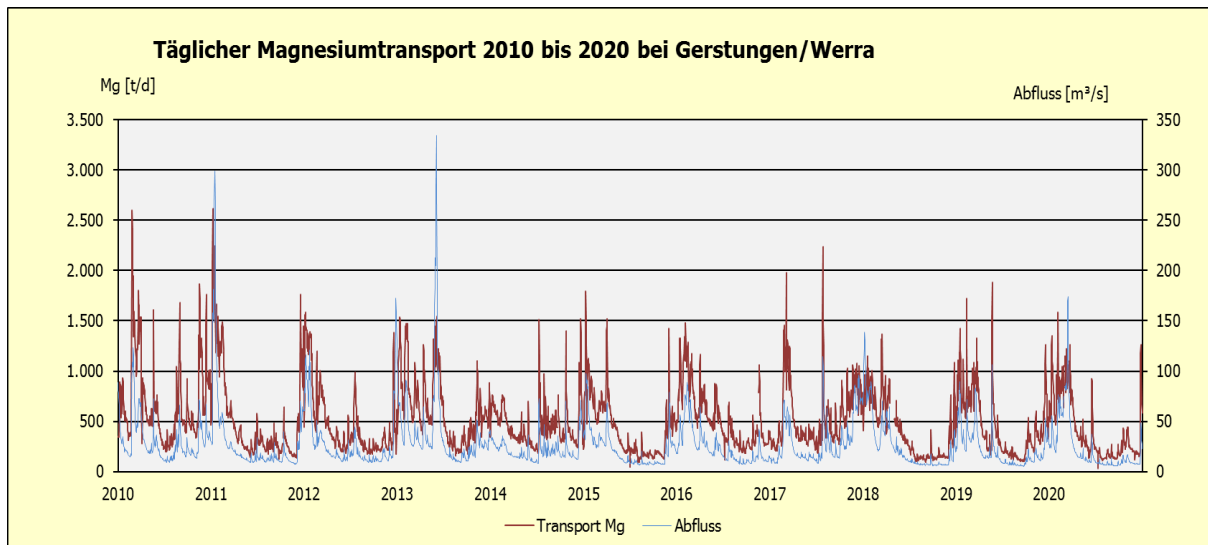


Abb. 10: Tägliche Frachten von Magnesium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020

Die Tagesmittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 51 mg/l und maximal 332 mg/l (Abb. 11). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Magnesium von 300 mg/l. Somit wird, wie auch zuvor in den Jahren 2015 und 2017 bis 2019, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 310 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 340 mg/l wurde in 2020 nicht überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) zu einigen wenigen Überschreitungen.

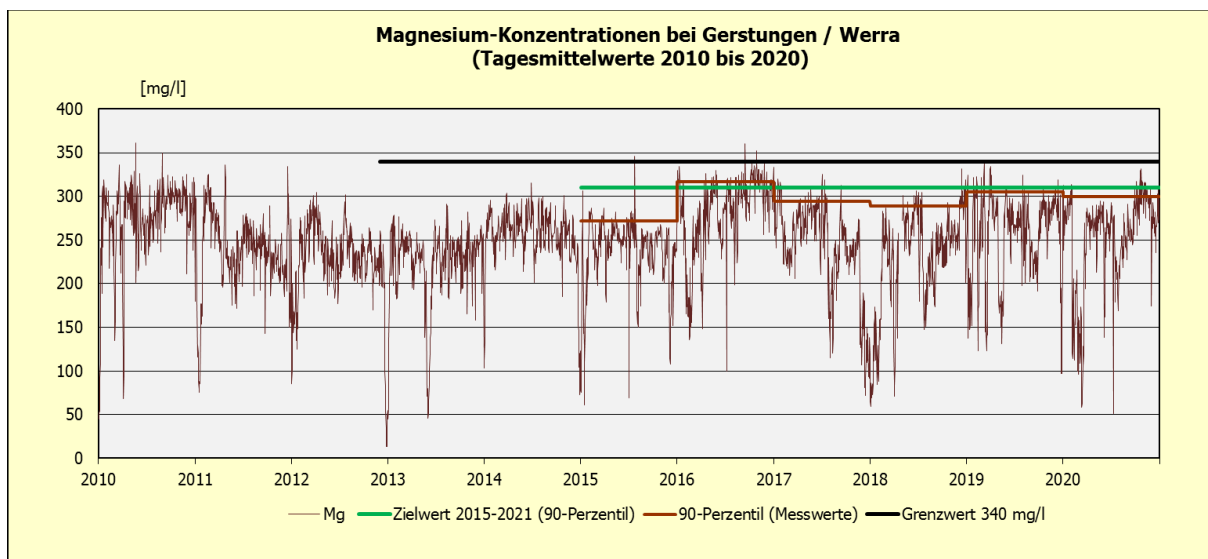


Abb. 11: Magnesiumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020

## Kalium

Die täglichen Kaliumfrachten am Pegel Gerstungen reichten im Jahr 2020 von minimal 9 t/d bis maximal 759 t/d (Abb. 12). Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,08 Mio. t Kalium, die etwa 16 % geringer ist als 2019.

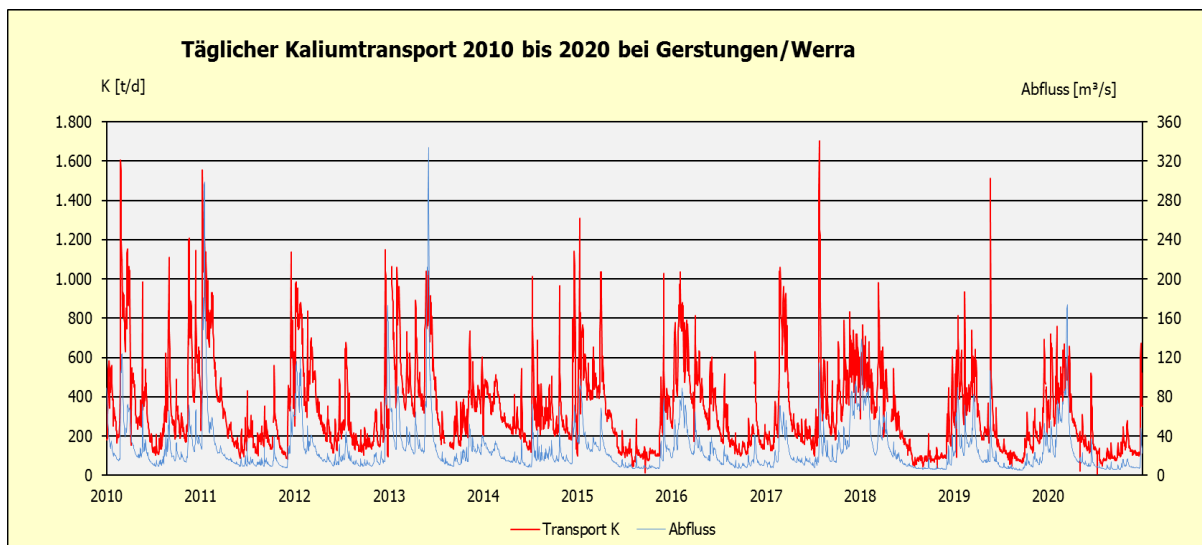


Abb. 12: Tägliche Frachten von Kalium in der Werra bei Gerstungen 2010 bis 2020

Die Tagesmittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 11 mg/l und maximal 203 mg/l (Abb. 13). Aus den Tagesmittelwerten ergibt sich ein 90-Perzentil für Kalium von 176 mg/l. Somit wird, wie auch schon 2015 und 2017 bis 2019, nicht jedoch in 2016, der Zielwert 2015 bis 2021 des Zielwertkonzepts von 195 mg/l eingehalten. Der Grenzwert von 200 mg/l wurde in 2020 einmal überschritten. Insgesamt kam es seit Ende 2012 (gem. jeweils geltender Einleitererlaubnisbescheide) häufiger zu Überschreitungen, aber mit abnehmender Tendenz.

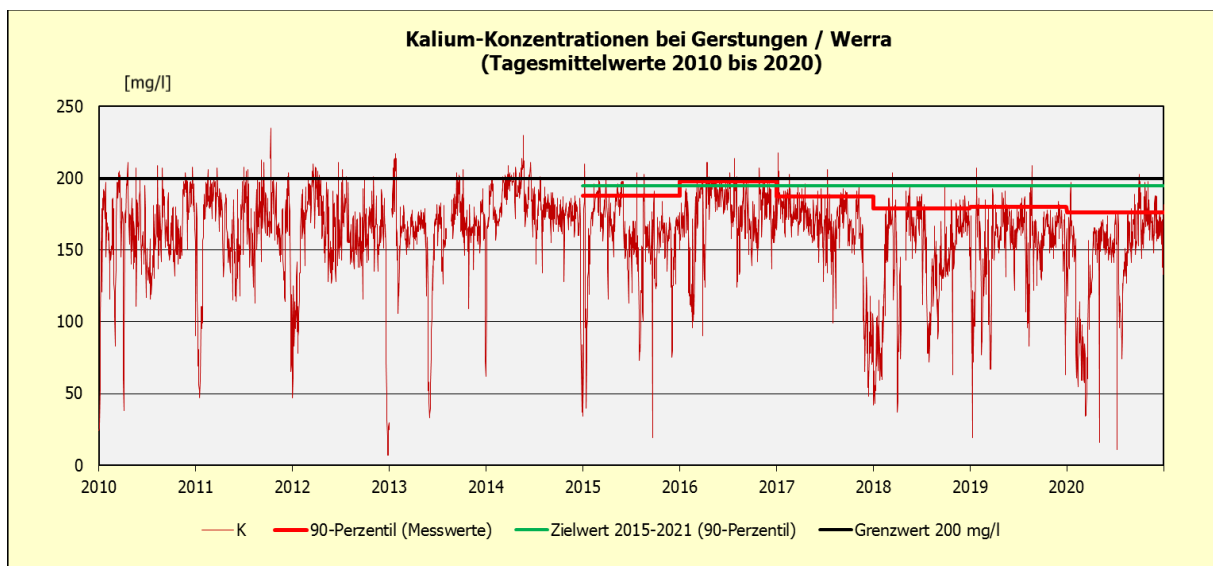


Abb. 13: Kaliumkonzentrationen in der Werra bei Gerstungen als Tagesmittelwerte 2010 bis 2020

### 3.5.2 Frachten und Konzentrationen an der Messstelle Boffzen 2020

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), so dass 14-Tagesmittelwerte für Chlorid, Kalium und Magnesium ab Mai 2016 erhoben werden. 3-Tages-Mittelwerte, die zur Bildung eines 90-Perzentils besser geeignet sind, werden seit August 2018 erhoben.

Eine erste Auswertung der vom NLWKN am Pegel Boffzen erhobenen Daten für das Berichtsjahr 2020 zeigt, dass die 90-Perzentile für die Salzparameter Chlorid, Magnesium und Kalium insbesondere in den Herbstmonaten des Jahres etwas über den jeweiligen Zielwerten lagen, obwohl die 90-Perzentile in Gerstungen eingehalten werden. In der Vergangenheit wurden bei Einhaltung der Zielwerte am Pegel Gerstungen auch die Zielwerte am Pegel Boffzen sicher unterschritten. Die im Jahr 2020 insbesondere im Oktober und November aufgetretenen höheren Werte am Pegel Boffzen sind daher noch einmal auf ihre Plausibilität zu prüfen.

Derzeit werden weitere Untersuchungen durchgeführt, um die Ursache der in 2020 beobachteten Abweichungen zu ermitteln. Bis zur Veröffentlichung des Statusberichtes 2020 dauern diese Untersuchungen weiter an. Dies sind u. a. Untersuchungen zu möglichen Einflüssen der Weserzuflüsse Diemel und Nethe, zu einer möglichen Veränderung der eingeleiteten Abwasserzusammensetzung, zu den bestehenden Durch- und Zuflussverhältnissen am Pegel Boffzen, zur Durchführung der Probenahme und analytischen Bestimmung der Salzkonzentrationen als auch zur Ermittlung weiterer Einflüsse. Insofern sind die folgenden Abbildungen 14 bis 19 unter dem Vorbehalt der weiteren Prüfung und Plausibilisierung der Daten zu sehen.

#### Chlorid

Die 3-tägigen Chloridfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2020 von minimal 1.176 t/d bis maximal 6.930 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 1,05 Mio. t Chlorid, also ca. 6 % geringer als 2019 (Abb. 14).

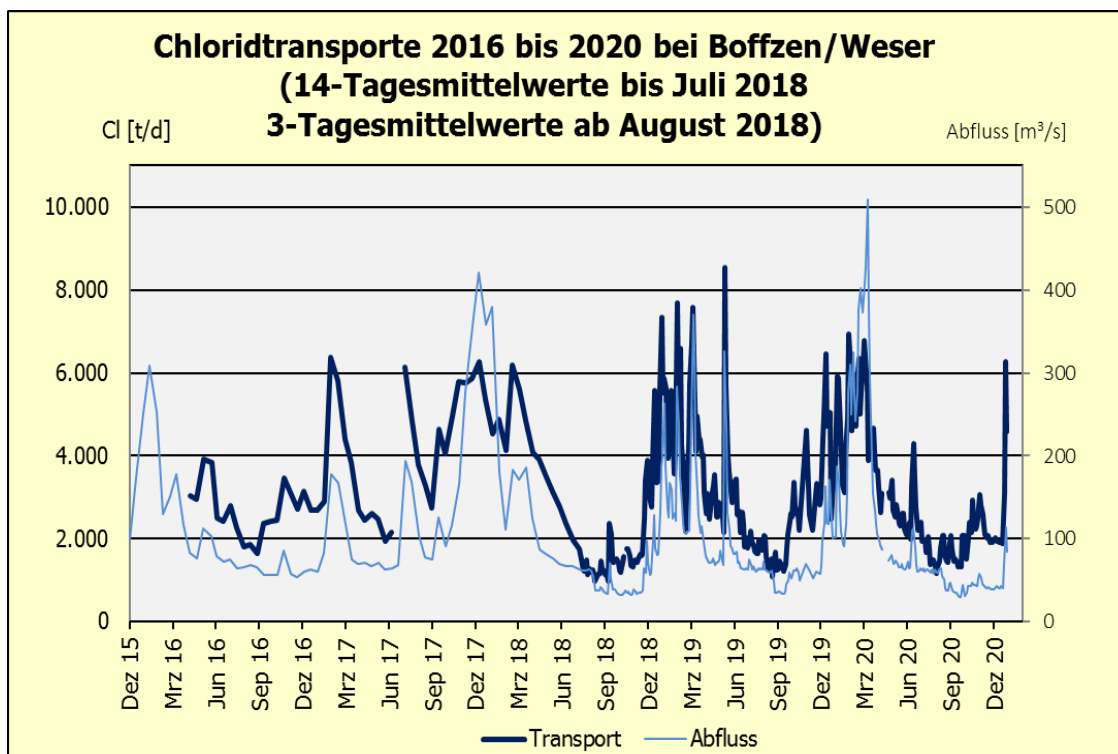


Abb. 14: 14-tägige Frachten von Chlorid in der Weser bei Boffzen 2016 bis 2020

Die 3-Tages-Mittelwerte der Chloridkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 121 mg/l und maximal 720 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 424 mg/l etwa 5 % über dem Mittelwert des Vorjahres von 403 mg/l (Abb. 15). Das 90-Perzentil 2020 liegt mit 590 mg/l etwas oberhalb des Zielwertes 2015-2021 für Chlorid von 585 mg/l. Dies ist durch die erst im 4. Quartal, überwiegend im Oktober und November, aufgetretenen erhöhten Chloridkonzentrationen begründet.

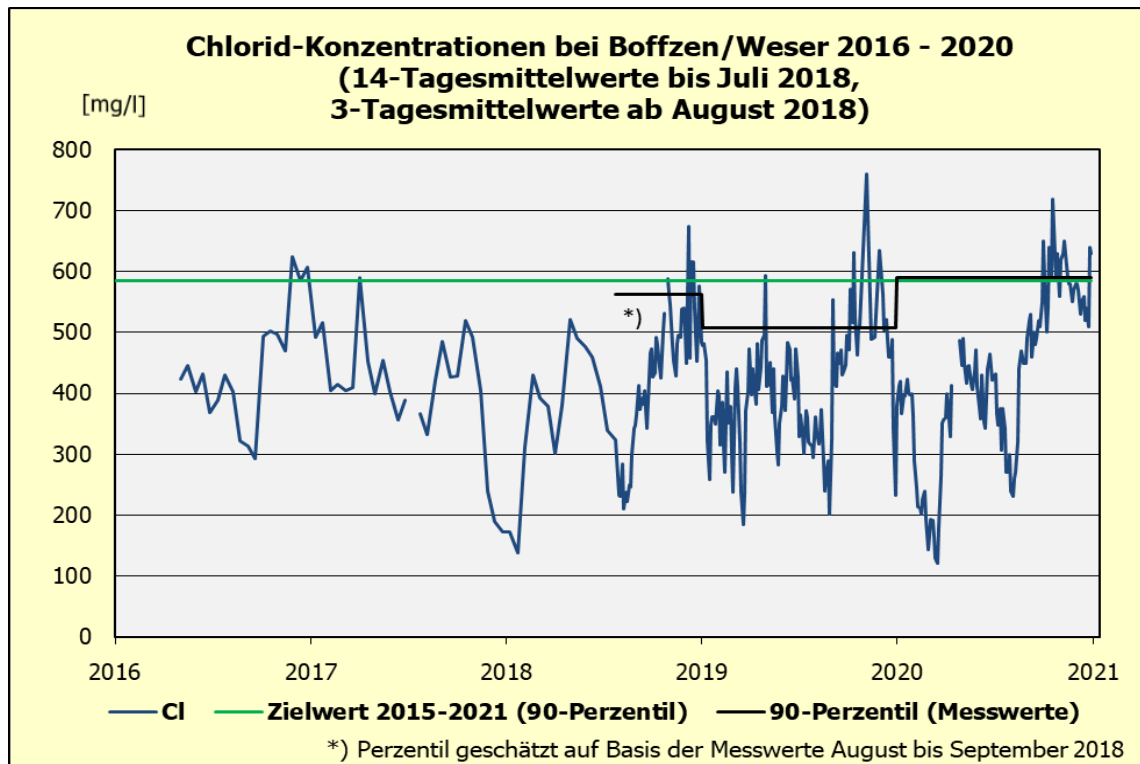


Abb. 15: Chloridkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020

## Magnesium

Die 3-tägigen Magnesiumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2020 von minimal 164 t/d bis maximal 1.535 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,2 Mio. t Magnesium, also ca. 3 % geringer als 2019 (Abb. 16).

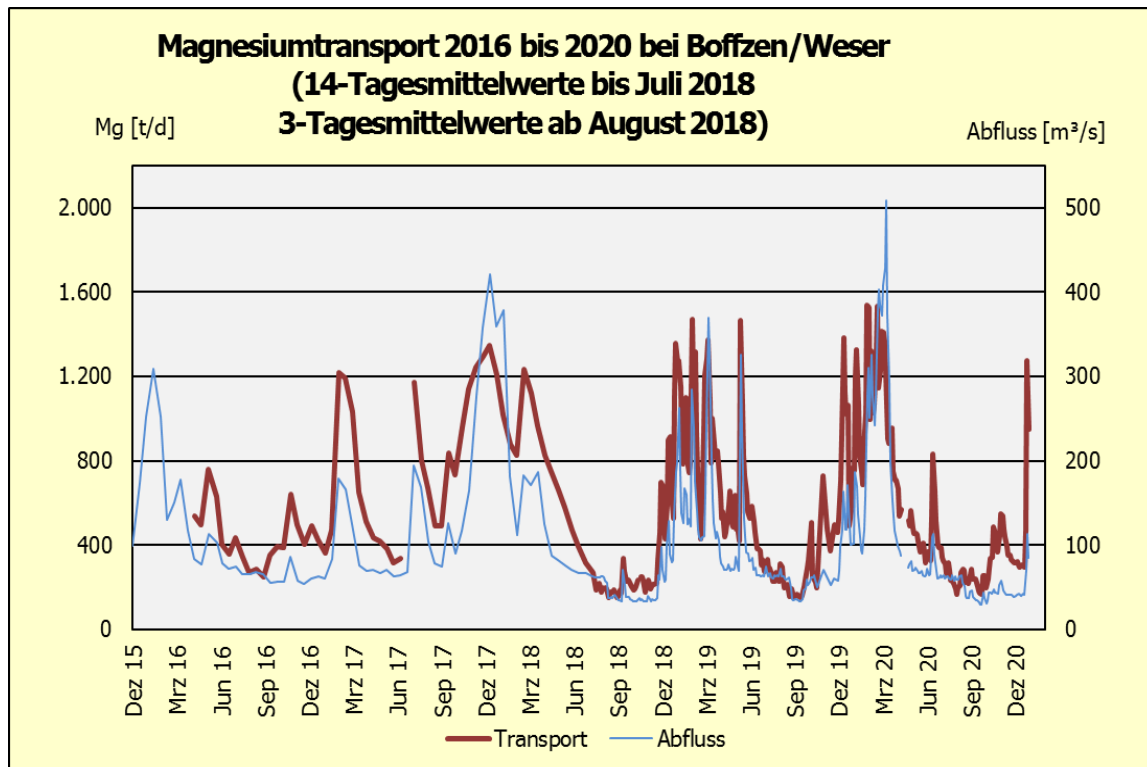


Abb. 16: 14-tägige Frachten von Magnesium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020

Die 3-Tages-Mittelwerte der Magnesiumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 28 mg/l und maximal 130 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 73 mg/l etwa 7 % über dem Mittelwert des Vorjahres von 68 mg/l (Abb. 17). Das 90-Perzentil 2020 liegt mit 99 mg/l über dem Zielwert 2015 bis 2021 für Magnesium von 90 mg/l. Dies ist durch die erst im 4. Quartal, überwiegend im Oktober und November, aufgetretenen erhöhten Magnesiumkonzentrationen begründet.

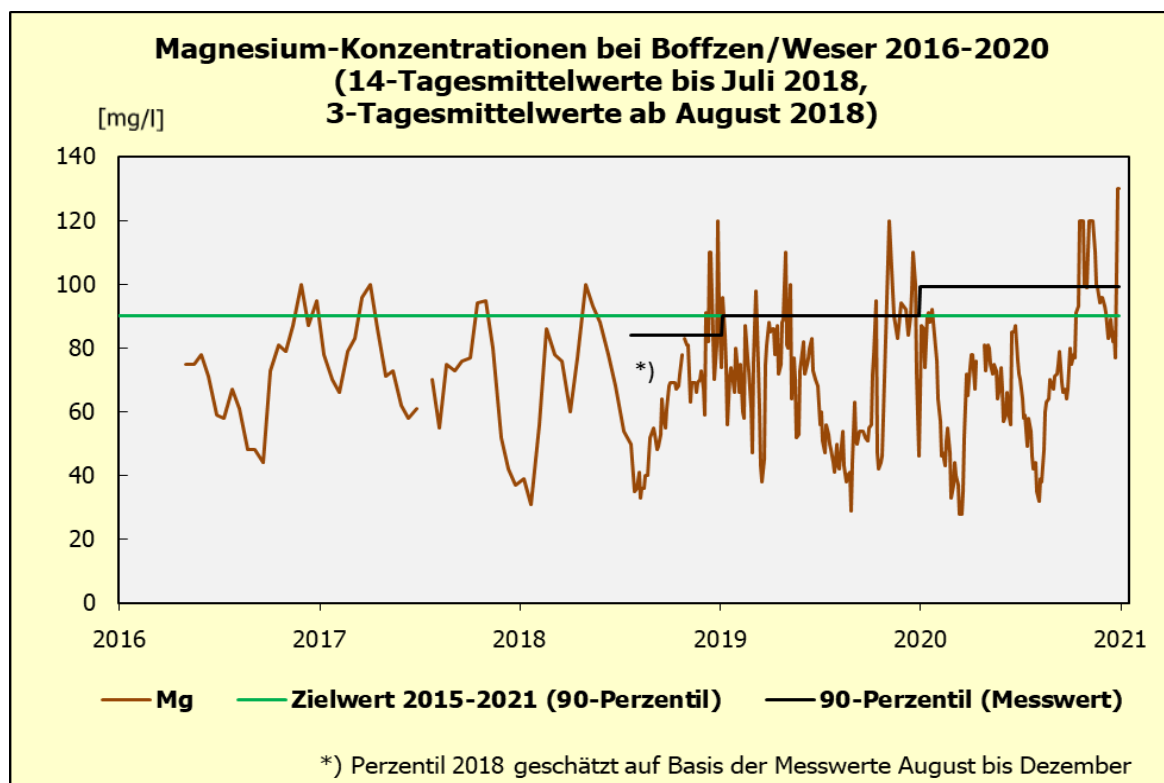


Abb. 17: Magnesiumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020



## Kalium

Die 3-tägigen Kaliumfrachten am Pegel Boffzen reichten im Jahr 2020 von minimal 72 t/d bis maximal 741 t/d. Daraus ergibt sich eine Jahresfracht von ca. 0,1 Mio. t Kalium, also ca. 8 % geringer als 2019 (Abb. 18).

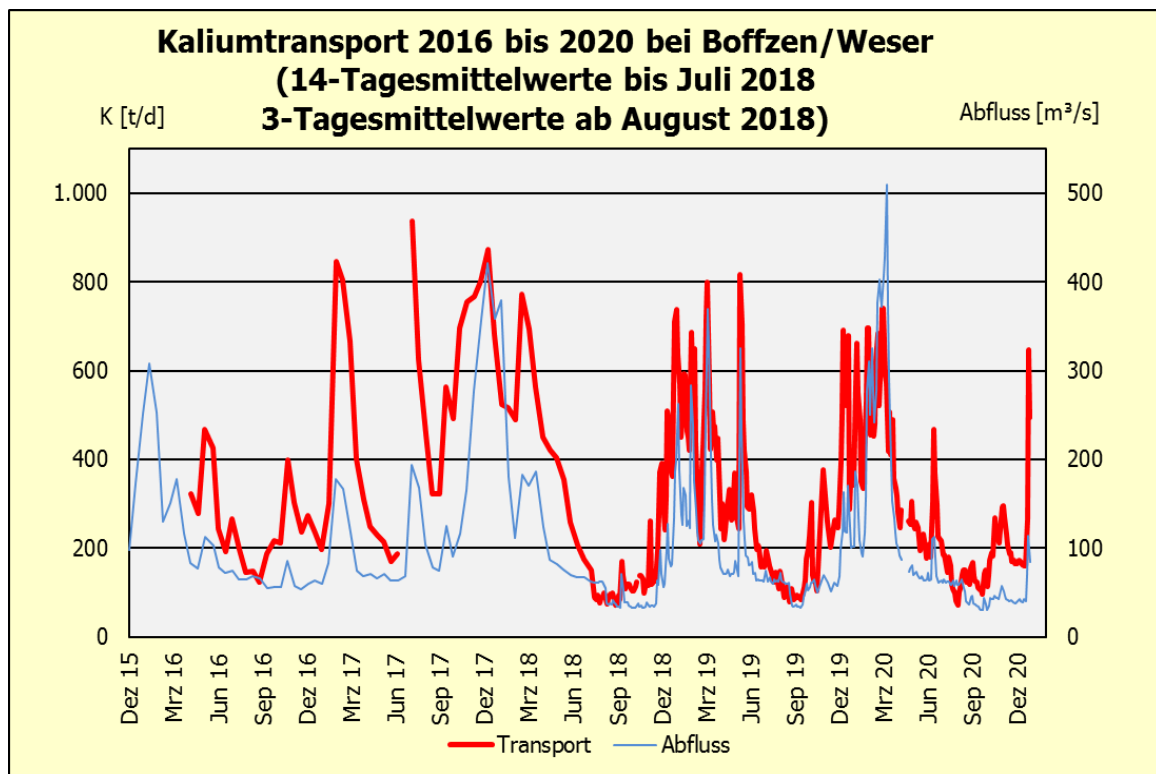


Abb. 18: Tägliche Frachten von Kalium in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020

Die 3-Tages-Mittelwerte der Kaliumkonzentrationen schwanken im Verlauf des Jahres 2020 zwischen minimal 13 mg/l und maximal 68 mg/l und liegen mit einem Mittelwert von 39 mg/l etwa 5 % über dem Mittelwert des Vorjahres von 37 mg/l (Abb. 19). Das 90-Perzentil 2020 liegt mit 54 mg/l etwas oberhalb des Zielwertes 2015-2021 für Kalium von 50 mg/l. Dies ist durch die erst im 4. Quartal, überwiegend im Oktober und November, aufgetretenen erhöhten Kaliumkonzentrationen begründet.

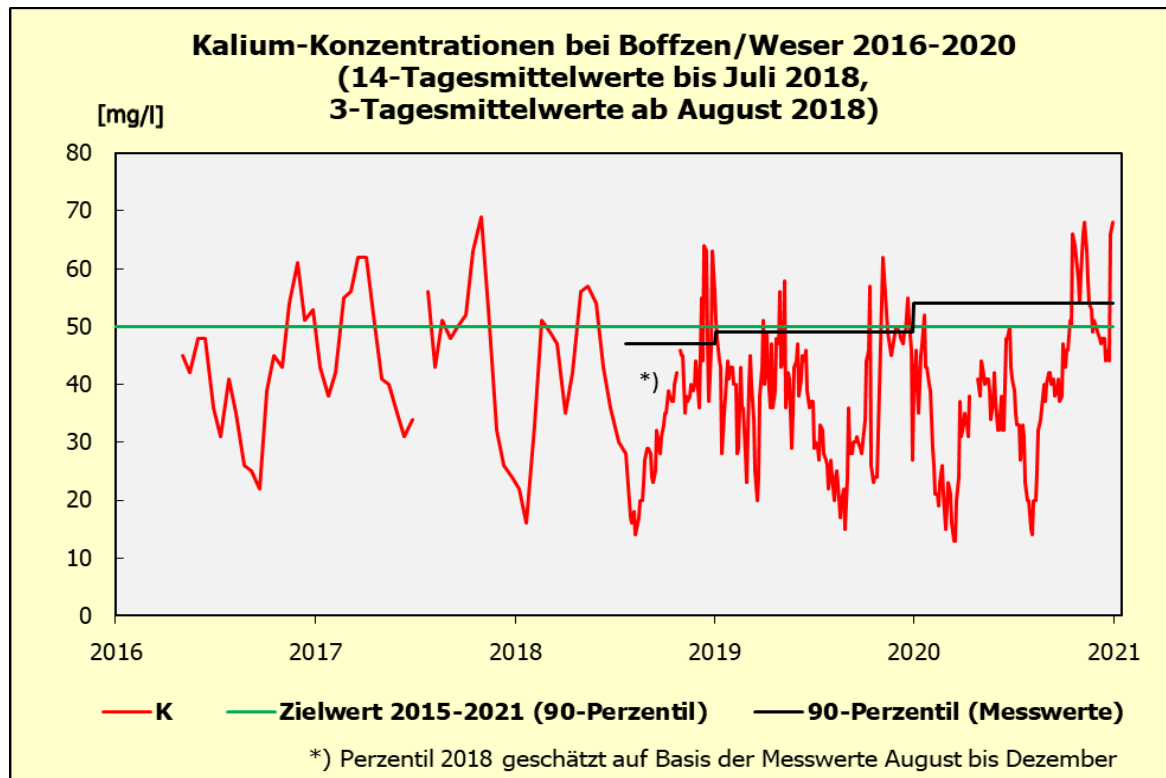


Abb. 19: Kaliumkonzentrationen in der Oberweser bei Boffzen 2016 bis 2020

### 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 Prozessabwässern 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 Abflussdaten von Unterbreizbach, Philippsthal, Vacha und Gerstungen werden von den zuständigen Behörden in Hessen und Thüringen ermittelt und zur Verfügung gestellt. Die Abflüsse der übrigen Messstellen werden über entsprechende Faktoren aus den gemessenen Abflüssen in Vacha und Gerstungen abgeleitet.

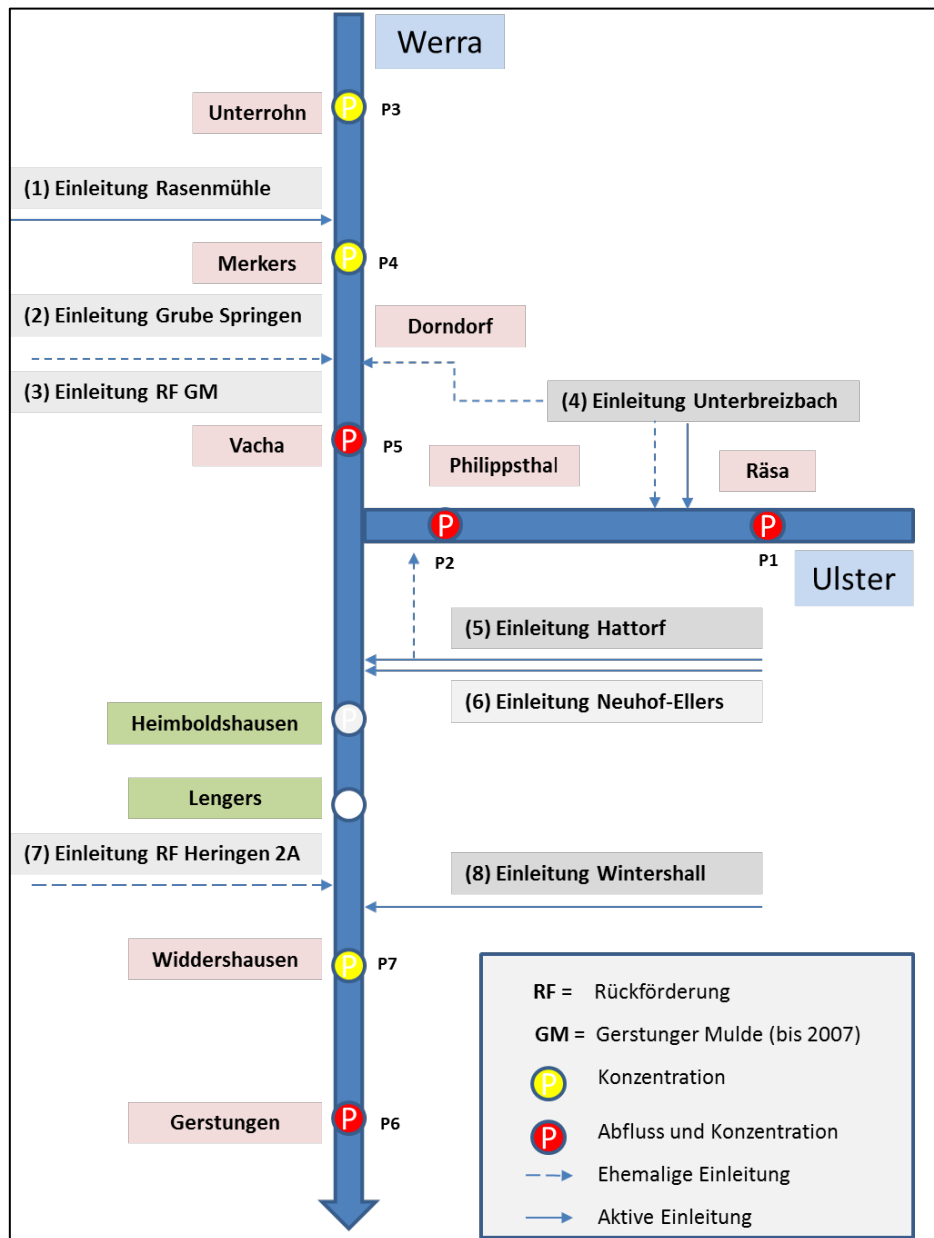


Abb. 20: Schema der Eigenkontrollstellen der K+S

In den Abb. 21 bis 23 sind die monatlichen Transporte der Salzionen für den Zeitraum 2000 bis 2020 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 Abflussdaten und der errechneten Abflussdaten bei Messstellen ohne direkte Messung mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Die Abbildungen zeigen deutlich den Unterschied zwischen den von Salzwassereinleitungen 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 Salzwässer 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 Salzkompenten Chlorid, Magnesium und Kalium.

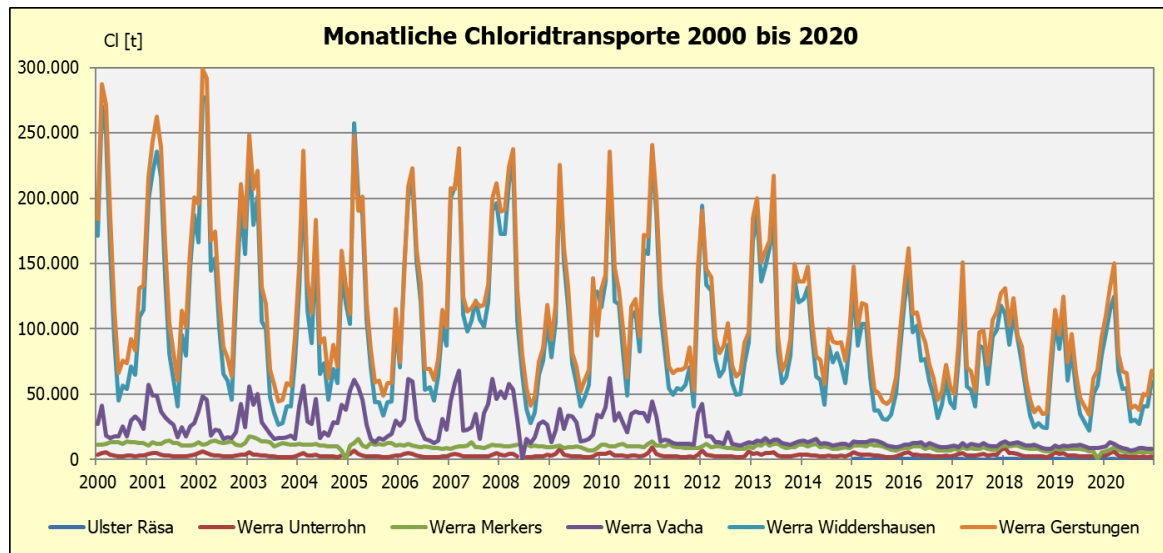


Abb. 21: Chloridtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

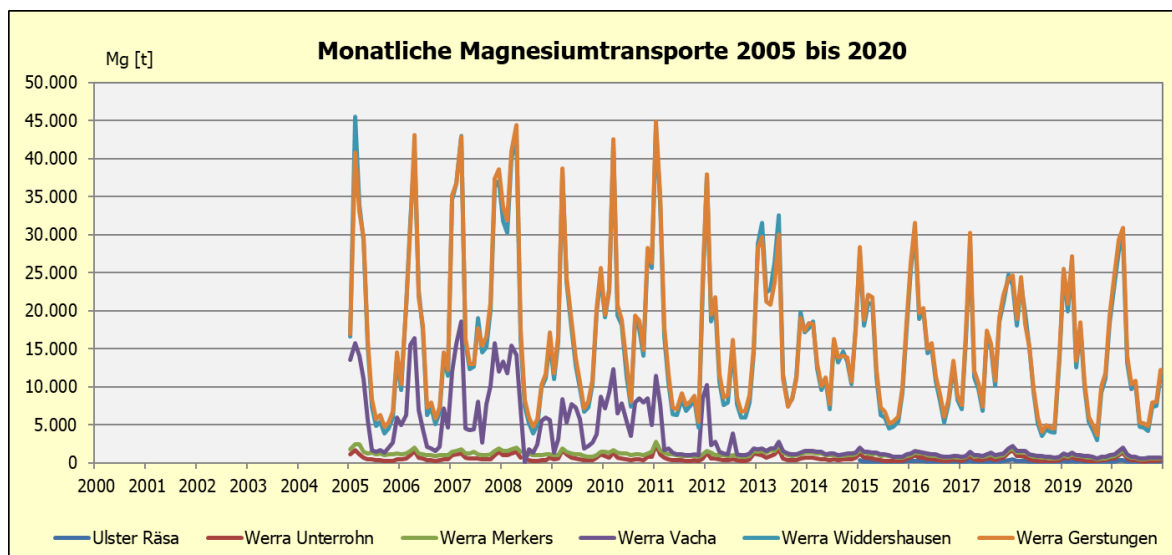


Abb. 22: Magnesiumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

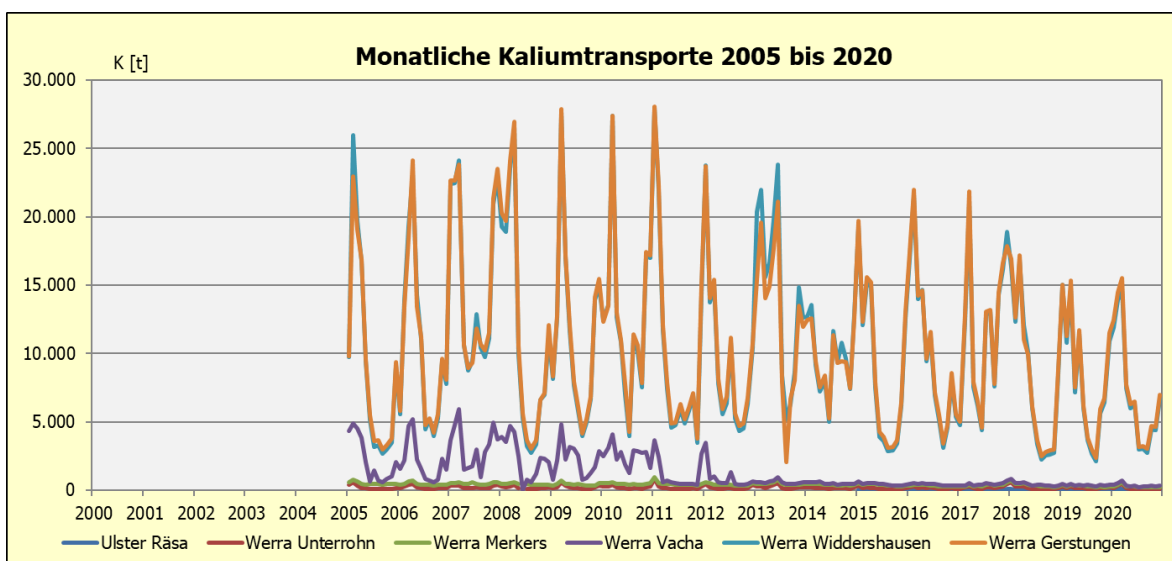


Abb. 23: Kaliumtransporte an den Messstellen an Werra und Ulster

### 3.6 Grundwassermonitoring

Im Bescheid 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 2020 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 erhöhte sich im Vergleich zum Vorjahr die diffus eingetragene Chloridmenge um rund 27.500 t. Die Ermittlung der diffusen Einträge über die Bilanzierung der Chloridfrachten ist maßgeblich von der Höhe der Durchflüsse der Werra am Pegel Gerstungen abhängig. Dabei werden die aktuellen diffusen Einträge auf Basis der vorläufigen behördlichen Pegeldaten bestimmt. Nachträglich kann es im Rahmen der behördlichen Überprüfung der Durchflüsse zu entsprechenden Korrekturen kommen, die wiederum das Ergebnis der Bilanzierung der diffusen Einträge beeinflussen können. Die aktuell vorliegende Auswertung der diffusen Einträge zeigt für das Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2019 einen etwas höheren Wert. Da für beide Jahre nur vorläufige Pegeldaten zur Verfügung stehen, kann sich bei einer zukünftigen Überprüfung diese Aussage noch einmal ändern, wenn sich für das Jahr 2019 höhere und für das Jahr 2020 niedrigere Durchflusswerte für den Pegel Gerstungen ergeben sollten. Vor diesem Hintergrund steht die derzeitige Aussage unter dem Vorbehalt der nachträglichen Korrektur.

Im Berichtsjahr 2020 betrug der Anteil der diffusen Einträge an der Chloridfracht am Pegel Gerstungen rund 25 %, an der Kaliumfracht rund 5 % und an der Magnesiumfracht rund 10 %. 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 aktuelle Bewertung des Zustands der Grundwasserkörper ist 2020 im Rahmen der Erstellung des Entwurfs des BWP Salz 2021 bis 2027 erfolgt.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser fünfte Statusbericht umfasst das **Berichtsjahr 2020**. 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 Arbeitsgruppe 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 2020 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 23,1 m<sup>3</sup>/s am Pegel Gerstungen lagen die **Abflüsse der Werra** deutlich unter den Abflüssen eines Normaljahres. Auch in der **Weser** zeigten sich im Jahr 2020 unterdurchschnittliche Werte bei den Abflüssen. Trotz zum Teil sehr niedriger Wasserführungen konnten abflussabhängig rund 3,6 Mio. m<sup>3</sup> Salzabwasser direkt in die Werra eingeleitet werden. Rund 1,3 Mio. m<sup>3</sup> wurden, entsprechend der seit 2017 gültigen Versenkerlaubnis, am Standort Hattorf in den Untergrund versenkt und eine verbleibende Menge in Höhe von 0,8 Mio. m<sup>3</sup> wurde per Bahn und LKW zur leerstehenden Grube Bergmannsseggen-Hugo, zur GSES und zur DEUSA und zur innerbetrieblichen Verwertung transportiert.

Im Werk Werra und im Werk Neuhof-Ellers wurden im Jahr 2020 in Summe rund 22,8 Mio. t **Rohsalz** in den Fabrikbetrieben verarbeitet. Diese Menge liegt rund 1 % über der Verarbeitungsmenge des Vorjahres 2019. Die im Vergleich zum Jahr 2019 höhere Rohsalzverarbeitung führte im Jahr 2020 zu entsprechend höheren Mengen an zu entsorgenden festen Rückstandssalzen. Im Jahr 2020 wurden rund 18,1 Mio. t feste Rückstände unter Tage versetzt bzw. über Tage aufgehaldet. Trotz der 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, so dass eine Unterbrechung der Produktion an den Standorten Wintershall und Hattorf, wie im Jahr 2018, nicht erforderlich war.

Im Jahr 2020 fielen in Summe rund 5,7 Mio. m<sup>3</sup> an **Salzabwasser** (Prozessabwasser und Haldenwasser) an. Das sind im Vergleich zum Jahr 2019 mit einer Salzabwassermenge von rund 5,9 Mio. m<sup>3</sup> rund 0,2 Mio. m<sup>3</sup> weniger. Die **Prozessabwassermenge** fiel um rund 0,5 Mio. m<sup>3</sup> niedriger aus. Dieser Effekt ist vor allem durch eine Effizienzsteigerung der KKF-Anlage und weitere Maßnahmen zur Prozessabwassereinsparung begründet.

Für das Jahr 2020 ergaben sich am Pegel Gerstungen **Jahresfrachten** von rund 0,9 Mio. t Chlorid, rund 0,15 Mio. t Magnesium und rund 0,1 Mio. t Kalium. Damit liegen die Frachten aller Ionen etwas niedriger als im Jahr 2019.

Seit der Inbetriebnahme der **Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage** Anfang 2018 befindet sich die Anlage im störungsfreien Betrieb. Seit 2019 läuft der Regelbetrieb. Im Jahr 2020 wurden rund 2,6 Mio. m<sup>3</sup> Prozesslösungen aus Hattorf und Unterbreitzbach verarbeitet. Diese Menge liegt um 300.000 m<sup>3</sup> über der Vorjahresmenge. Durch die Eindampfung reduzierte sich das Volumen der Ausgangslösung auf rund 1,33 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht einem Grad der Eindampfung von 51,2% und erreicht damit die technischen Vorgaben. Durch die Eindampfung wurden im Jahr 2020 rund 460.000 t Salz den Lösungen entzogen.

Der von K+S angestrebte Systemwechsel zu einer Kombinationsabdeckung der Halden des Werkes Werra mit Boden und Bauschutt (BBS) auf Plateauflächen und einer Infiltrationshemmschicht (IHS) an den Flanken wird fortgeführt. Die Machbarkeit dieser Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO) konnte nach Angaben von K+S durch eine extern erstellte Machbarkeitsstudie für die **Halde Wintershall** dargelegt werden. Eine Machbarkeitsstudie für die **Halde Hattorf** ist aktuell in Arbeit, wobei von einer grundsätzlichen Übertragbarkeit der Erkenntnisse von der Halde Wintershall auszugehen ist. Die Materialverfügbarkeit der benötigten Abdeckmaterialien konnte nach Angaben von K+S durch eine Marktstudie und Marktanalysen abgesichert werden. Die Abdeckung mittels MSO ersetzt

die nur temporär wirksamen und mit hohen Kosten verbundenen Polder durch eine dauerhafte, nachhaltige Lösung.

Nach Angaben von K+S weist nach aktuellem Kenntnisstand eine Dickschichtabdeckung (DS) mittels Boden und Bauschutt (BBS) die höchste Effizienz bei der Reduzierung salzhaltiger Sickerwässer auf. Die Wirksamkeit des Innovativen Erosionsschutzes (IES), wie er bisher zur Abdeckung der **Halde Neuhof-Ellers** geplant war, wird damit deutlich übertroffen. Z.Z. wird eine Übertragung der Erfahrungen an Referenzabdeckungen mit einer BBS auf die Standortgegebenheiten im Werk Neuhof-Ellers geprüft.

Die vierbändige Dokumentation der Ergebnisse interner und externer Untersuchungen zur Maßnahme **Einstapeln und Versatz unter Tage** wurde nach Angaben von K+S bereits 2019 durch die Bewertung des Markscheidesicherheitspfeilers zwischen den Grubenfeldern Wintershall und Springen für den Abschnitt des ersten Einstapelareals ergänzt und als Bestandteil mit den Antragsunterlagen zum Einstapeln vorgelegt. Im Zuge der weiteren Bearbeitung wurde eine Neufassung erforderlich, die im 1. Halbjahr 2021 vorliegen wird.

Da sich die erforderliche Verschiebung der Markscheide und die Zulassung des Sonderbetriebsplans zur Durchörterung gegenüber den zeitlichen Planungen von K+S verschoben haben, mussten die unter- und übertägigen vorbereitenden Arbeiten z.T. ausgesetzt werden. Somit verschiebt sich nach Aussage von K+S nach aktualisierter Planung die Inbetriebnahme der Einstapelung auf den 01.03.2022. Das Unternehmen strebt an, diese Verzögerung so weit wie möglich zu reduzieren.



## 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).
- FGG Weser. (2020b). *Entwurf detailliertes Maßnahmenprogramm 2021 bis 2027 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung*. 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.
BBS	Boden-Bauschutt-Abdeckung (Bestandteil der Abdeckung von Kalirückstandshalden).
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.
IHS	Infiltrationshemmschicht: Form der Haldenabdeckung. Durch die Zugabe von Additiven (z. B. REA-Gips, Wirbelschichtaschen) zum Rückstand wird eine letzte Schüttung auf die Halde aufgebracht. Hierbei werden ca. 5 Gewichts.-% geeigneter Additive dem Rückstand zugegeben und in einer ca. 10 m mächtigen Abdeckschicht auf die Halde aufgebracht. Die sich daraus an der Oberfläche herausbildende Schicht steigert die Verdunstung. Eine spätere Abdeckung im Dünnschichtverfahren zur Optimierung der Verdunstungsleistung bleibt möglich.
Kainit	Ein selten vorkommendes Mineral aus der Mineralklasse der Sulfate.
KKF-Anlage	Kainit-Kristallisations- und Flotationsanlage; in der Anlage werden Prozesslösungen auf ca. die Hälfte ihres Volumens eingedampft und die dabei entstehenden Kristallisate aufbereitet.
Konzentration	Die in einem bestimmten Volumen gelöste Stoffmenge. Die Konzentration wird mit der Einheit g/l oder kg/m <sup>3</sup> 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
MSO	Multifunktionale Standortangepasste Oberflächenabdeckung: System zur Abdeckung von Kalirückstandshalden bestehend aus einer Abdeckung mit Boden und Bauschutt auf Haldenplateauflächen und einer Infiltrationshemmschicht auf Haldenflanken.
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 2020 zum aktuellen Stand der Umsetzung der Firma K+S Aktiengesellschaft**



# Sachstandsbericht

zum Stand der Umsetzung des Maßnahmenprogramms Salz  
2015 bis 2021 sowie weiterer vom Unternehmen K+S initiiertes  
Maßnahmen

für den Zeitraum Oktober bis Dezember 2020

vorgelegt von der K+S Minerals and Agriculture GmbH (K+S)  
am 06.01.2021



## Vorbemerkungen

1. Aktueller Stand und Maßnahmen der Salzwasserentsorgung
2. Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Salz 2015-2021
  - 2.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)
  - 2.2 Haldenabdeckung
  - 2.3 Einstapeln und Versatz unter Tage
- 3 Laufende / geplante F&E-Vorhaben
- 4 Zusammenfassung / Fazit



## Vorbemerkungen

Der folgende Quartalsbericht gibt einen Überblick über den aktuellen Umsetzungsstand des detaillierten Maßnahmenprogramms „Salz“ sowie weiterer Maßnahmen 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 des 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 Quartalsberichten 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 Aktueller Stand und Maßnahmen der Salzwasserentsorgung**

Im Folgenden wird die Salzabwasserentsorgung im 4. Quartal 2020 dargestellt. Dabei wird insbesondere auf die Salzabwassereinleitung in die Werra, die Versenkung von Prozessabwässern sowie die über den Abtransport per Bahn und LKW entsorgten Salzabwässer eingegangen. Ergänzend erfolgt die Darstellung der Änderungen in den Beckenfüllständen.

### **Salzabwassereinleitung in die Werra**

Das Durchflussgeschehen der Werra am Pegel Gerstungen im 4. Quartal 2020 lag deutlich unter dem des Vorjahres. Im Mittel betrug der Durchfluss im 4. Quartal 2020 rund 12,6 m<sup>3</sup>/s und lag damit rund 6 m<sup>3</sup>/s als niedriger als im 4. Quartal 2019. Mit 11,0 m<sup>3</sup>/s im Mittel lagen die Durchflüsse im November 2020 am niedrigsten. Im Oktober lagen sie im Mittel bei 11,1 m<sup>3</sup>/s und im Dezember bei 15,6 m<sup>3</sup>/s.

Im Vergleich zum Jahr 2019 lag der Jahresdurchfluss 2020 im Mittel mit 23,06 m<sup>3</sup>/s etwas höher als im Jahr 2019 mit 21,78 m<sup>3</sup>/s.

Im 4. Quartal 2020 konnten in Summe 733.730 m<sup>3</sup> in die Werra eingeleitet werden. Dieses Volumen liegt damit um rund 340.000 m<sup>3</sup> niedriger als das Volumen im 4. Quartal 2019 mit 1.72.750 m<sup>3</sup>. Die höchste Einleitmenge wurde dabei im Dezember mit 308.310 m<sup>3</sup> erreicht. Im Oktober waren es dagegen 210.010 m<sup>3</sup> und im November 215.410 m<sup>3</sup>.

Im Jahr 2020 wurden rund 3.585.160 m<sup>3</sup> in die Werra eingeleitet und damit rund 350.000 m<sup>3</sup> weniger als im Jahr 2019.

Die Chloridkonzentrationen am Pegel Gerstungen lagen im Oktober im Mittel bei 1.888 mg/l, im November bei 1.869 mg/l und im Dezember bei 1.836 mg/l.

Die Kaliumkonzentrationen am Pegel Gerstungen lagen im Oktober im Mittel bei 174 mg/l, im November bei 174 mg/l und im Dezember bei 174 mg/l.

Die Magnesiumkonzentrationen am Pegel Gerstungen betrugen im Oktober im Mittel 292 mg/l, im November 302 mg/l und im Dezember 290 mg/l.

### **Prozessabwasserversenkung**

Im 4. Quartal war die Versenkung am Standort Hattorf durchgängig in Betrieb. In Summe wurden zwischen Oktober und Dezember 457.140 m<sup>3</sup> an Prozessabwässern versenkt. Dieses Volumen liegt mit rund 92.000 m<sup>3</sup> etwas über dem Versenkvolumen des Vorjahres im 4. Quartal.

Mit 154.260 m<sup>3</sup> wurde im Oktober 2020 die höchste Versenkmenge erreicht. Im November lag sie dagegen bei 149.760 m<sup>3</sup> und im Dezember bei 153.120 m<sup>3</sup>.

Kumuliert wurden im Jahr 2020 damit 1.312.300 m<sup>3</sup> in den Plattendolomit versenkt. Im Vorjahr waren es dagegen 1.140.950 m<sup>3</sup>.

Im Brunnen Ulstertal wurde im November eine Chloridkonzentration von 151 mg/l nachgewiesen, in den Monaten Oktober und Dezember lagen die Chloridkonzentrationen unterhalb von 145 mg/l. Für den Brunnen Meiselsgraben konnten im 4. Quartal, wie auch schon in den vorherigen Quartalen, keine Chloridkonzentrationen von mehr als 145 mg/l nachgewiesen werden.

### **Abtransporte per LKW und Bahn**

In Summe wurden in den Monaten von Oktober bis Dezember rund 207.200 m<sup>3</sup> per LKW und Bahn zu anderen Entsorgungslokalationen transportiert. Diese Transportmenge liegt rund 29.000 m<sup>3</sup> niedriger als im gleichen Zeitraum des Vorjahres.

Mit rund 180.000 m<sup>3</sup> wurde die überwiegende Teil nach Bergmannsseggen-Hugo (BH) transportiert und in die dortige Grube eingeleitet. Mit rund 134.300 m<sup>3</sup> bestand der Hauptteil aus Haldenwasser.

Neben der Grube in BH wurde die restliche Menge noch zur DEUSA und zur GSES transportiert, dabei handelt es sich hauptsächlich um KVZ-Lösung des Standortes Unterbreizbach.

### **Änderungen der Beckenfüllstände**

Von Oktober bis Ende Dezember nahm der Gesamtbeckenfüllstand inklusive des Untertagespeichers in der Grube HW im 4. Quartal um rund 100.000 m<sup>3</sup> ab. Diese Abnahme der Beckenfüllstände fällt damit deutlich geringer aus, als im gleichen Zeitraum des Vorjahres. Ursache ist die deutlich niedrigere Wasserführung der Werra im 4. Quartal im Vergleich zum 4. Quartal des Vorjahres.

### **Zusammenfassung**

In Summe wurden im 4. Quartal 1.398.055 m<sup>3</sup> Salzabwasser entsorgt. Mit 52,5% trägt die Einleitung in die Werra den größten Anteil, gefolgt von der Versenkung mit 32,7% und dem Transport mit 14,8% an den drei Entsorgungswegen.

Im gesamten Jahresverlauf 2020 fielen rund 5,7 Mio. m<sup>3</sup> Salzabwasser an, die in die Werra eingeleitet, in den Plattendolomit versenkt, über Lkw- und Bahntransporte entsorgt und in Becken eingespeichert wurden. Der Haldenwasseranfall im Jahr 2020 beträgt rund 2,8 Mio. m<sup>3</sup>, so dass sich für das Jahr 2020 ein Prozessabwasseranfall in Höhe von rund 2,9 Mio. m<sup>3</sup> ergibt. Diese Menge liegt im Vergleich zum Jahr 2019 (3,4 Mio. m<sup>3</sup>) um rund 500.000 m<sup>3</sup> niedriger.

## **2 Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Salz**

### **2.1 Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage)**

Die Anlage ist im störungsfreien Betrieb.

### **2.2 Haldenabdeckung**

#### **Werk Werra**

Der von K+S angestrebte Systemwechsel zu einer Kombinationsabdeckung mit Boden und Bauschutt (BBS) auf Plateauflächen und einer Infiltrationshemmschicht (IHS) an den Flanken wird fortgeführt. Die Machbarkeit dieser Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO) konnte durch eine extern erstellte Machbarkeitsstudie für die Halde Wintershall dargelegt werden. Eine Machbarkeitsstudie für die Halde Hattorf ist aktuell in Arbeit, wobei von einer grundsätzlichen Übertragbarkeit der Erkenntnisse von der Halde Wintershall auszugehen ist.

Die technische Umsetzbarkeit der beiden Einzelverfahren konnte bereits durch mehrere Versuchsstufen bis zum Großversuch (IHS - Zielitz) und durch die langjährigen Erfahrungen aus der Regelabdeckung in Niedersachsen (Boden/Bauschutt – Friedrichshall) aufgezeigt werden.

Im Rahmen der Erarbeitung der Antragsunterlagen werden vorbereitende Untersuchungen zur Ermittlung der antragsrelevanten Daten durchgeführt. Diese beinhalten Säulenversuche im

Labor sowie einen Lysimeterversuch und ein Testfeld auf dem Haldenplateau für die IHS. Die Beweissicherung der Funktionsfähigkeit der BBS erfolgt im Rahmen der Umsetzung.

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde weiterhin die technische Umsetzung in einem Grobkonzept abgebildet, das derzeit durch K+S fortlaufend detailliert wird. Hierbei werden auch Übergangsbereiche zwischen den beiden Abdecktechniken und technische Anpassungen berücksichtigt.

Die Materialverfügbarkeit der benötigten Abdeckmaterialien konnte durch eine Marktstudie und Marktanalysen abgesichert werden. Zusätzlich führt K+S kontinuierlich Untersuchungen zur Identifizierung weiterer potentieller Abdeckmaterialien durch.

Die Abdeckung mittels MSO ersetzt die nur temporär wirksamen und mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbundenen Polder durch eine dauerhafte, nachhaltige Lösung.

Die sich ergebende Verzögerung der Haldenwasserreduzierung wird im Gegenzug durch die MSO erheblich überkompensiert.

### **Werk Neuhoof-Ellers**

Nach aktuellem Kenntnisstand weist eine Dickschichtabdeckung mittels Boden und Bauschutt die höchste Effizienz bei der Reduzierung salzhaltiger Sickerwässer auf. Die Wirksamkeit des Innovativen Erosionsschutzes wird damit deutlich übertroffen. Es wurde deshalb im Rahmen der Vorplanung mit der Konzepterarbeitung begonnen, um diese dauerhafte, nachhaltige Variante langfristig vorzubereiten.

Aktuell wird geprüft, inwieweit Abweichungen vom bekannten Stand der Technik zum Aufbringen einer Boden-Bauschutt-Abdeckung einerseits standortbezogen notwendig und andererseits, z. B. durch angepasste Böschungswinkel, möglich sind. Derartige Abweichungen werden den Beginn der Umsetzung sowie den zeitlichen Ablauf beeinflussen.

Die Erfahrungen an Referenzabdeckungen wie beispielsweise der Halde Friedrichshall werden im Rahmen der Vorplanungen einbezogen und eine Übertragung auf die Standortgegebenheiten im Werk Neuhoof-Ellers geprüft.

Eine ausreichende Materialverfügbarkeit wurde, wie bereits erläutert, bereits im Rahmen neuer Marktanalysen gezeigt. Für die Abschätzung des Vorlandbedarfs wurden Modellierungen zur Standfestigkeit denkbarer Geometrien beauftragt.

Synergieeffekte durch die vorgesehene (Teil-)Abdeckung mehrerer Halden mit ähnlichem Material, wie zum Beispiel eine höhere Flexibilität der Annahme, werden zusammen mit dem Werk Werra untersucht.

Die Beobachtungen der Schichtbildungsprozesse und Schichteigenschaften am IES-Probe-feld, die Untersuchungen zum Nachweis der Haldenwasserreduzierung mit Hilfe der Lysimeteranlage sowie die gestarteten Säulenversuche zum Einfluss der IES-Rezeptur werden für einen weiteren Erkenntnisgewinn zunächst weitergeführt.

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Pla- nung 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.	
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- schüttung1)			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 <sub>2)</sub> .	✓
2.3.2	Einreichen der Antragsun- terlagen (Versuchsort Halde Wintershall)			2019 <sub>2)</sub> .	2019	✓
2.3.3	Genehmigungsverfahren (Versuchsort Halde Win- tershall)			2019 <sub>2)</sub> .	2020 2)6)	
2.3.4	Plateauabdeckung mit Pol- derbau			2019	2019	✓
geplanter Systemwechsel zur Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO)						
2.4	Regelbetrieb (Betriebs- phase)	2021 - 2075		2019	2075	
2.4.1	Erstellung Machbarkeits- studie MSO			Q2/2020	Q3/2020	✓

Haldenabdeckung Hattorf und Wintershall		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Pla- nung K+S
				Beginn	Ende	
2.4.2	Erarbeitung der Antragsun- terlagen für neues Konzept Haldentopabdeckung und IHS (MSO)			2020/2021		
2.4.3	Flankenabdeckung			2024		

Haldenabdeckung Neuhof-Ellers		Durchführungszeit- raum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Pla- nung K+S
				Beginn	Ende	
2.5	Pilotprojekte zur Untersuchung innovati- ver Erosionsschutz-/Haldenwassermini- mierungsmaßnahmen (Halde Neuhof)	2016 – 2018	✓	2016	2018	✓
2.6	Beginn der Umsetzung innovativer Erosi- onsschutz-/Haldenwasserminimierungs- maßnahmen (Halde Neuhof)	2018		2018 <sub>4)</sub>	2018 ff	✓
2.6.1	Chemisch-physikalische (Labor-)Unter- suchungen u.a. zur Auswahl geeigneter Zuschlagstoffe und zum Nachweis der Herausbildung einer „Innovativer Erosi- onsschutz-Schicht“. (IES)			Q2/2018	Q4/2018	✓
2.6.2	Planung und Beantragung • eines IES-Probefeldes auf dem Hal- dentop • von Aufbau und Betrieb Lysimeter- anlage zum Funktionsnachweis			Q2/2018	Q3/2018	✓
2.6.3	Aufbau und Betrieb Lysimeteranlage			Q4/2018	2018 ff	✓
2.6.4	Umsetzung IES-Abdeckung beginnend mit Probefeld			Q2/2019 <sub>5)</sub>	2019 ff	✓
geplanter Systemwechsel zur Dickschichtabdeckung (Boden/Bauschutt)						
2.7	DS-Abdeckung NE	2021 - 2075				
2.7.1	Prüfung und Entwicklung möglicher Umsetzungsvari- anten der DS-Abdeckung NE			2020	Ende 2021	
2.7.2	Vorplanung der ausgewähl- ten Umsetzungsvariante			2021	2022	
2.7.3	Erarbeitung der Antragsun- terlagen			2021	Ende 2024	
2.7.4	Genehmigungsverfahren			2024	Ende 2026	
2.7.5	Beginn der Umsetzung/des Regelbetriebs			Ende 2027		

✓ 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 ge-  
nommen.

2) Verzögerung aufgrund des zeitaufwendigen Genehmigungsverfahrens „Pilotprojekt Halbtechnischer Versuch“ - Versuchsergebnisse fließen in die Antragsunterlagen  
Großversuch ein. Zusätzlich erfolgte aufgrund des langwierigen Genehmigungsprozesses ein Systemwechsel zur Beschleunigung der Abdeckung.

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.

6) BlmSchG-Antrag für den Betriebsversuch der Dünnschichtabdeckung zurückgezogen

## 2.3 Einstapeln und Versatz unter Tage

Seitens des RP Kassel, Dezernat Bergaufsicht wurden im Beteiligungsverfahren des Sonder-  
betriebsplans als 7. Ergänzung des Abschlussbetriebsplanes der Grube Merkers zur Lösungs-  
einstapelung im Südwestfeld Springen im Rahmen der Vollständigkeitsprüfung Unterlagen  
nachgefordert. Der Aufforderung des TLUBN zur Stellungnahme ist K+S mit Schreiben vom  
18.12.2020 nachgekommen.

Die Bearbeitung, Antragstellung und Zulassung der eingereichten übrigen Sonderbetriebspläne liegen im Plan und sind im Projektablaufplan detailliert aufgeführt.

Wie aus der detaillierten Projektablaufstruktur zu entnehmen ist, hat K+S die Verschiebung der Markscheide durch das RP Kassel bis Oktober 2020 und die Zulassung des Sonderbetriebsplanes zur Durchörterung durch das RP Kassel im Einvernehmen mit dem TLUBN bis Februar 2021 geplant. Dies hätte vorausgesetzt, dass der Staatsvertrag zwischen Hessen und Thüringen zum grenzüberschreitenden Abbau von Salzen im Oktober zum o.g. Termin geändert gewesen wäre.

Nach Einreichen des Änderungsbegehrens durch K+S an die Umweltministerinnen von Hessen und Thüringen am 29.05.2020 hat der Hessische Landtag am Freitag, dem 11.12.2020, die Änderung des Staatsvertrags verabschiedet. In Thüringen wurde in der Sitzung des Landtags am 18.12.2020 ebenfalls der Änderung zugestimmt.

Somit hat K+S am 18.12.2020 die Teilzulassung des Sonderbetriebsplan Durchörterung des Markscheidesicherheitspfeilers zur erforderlichen Streckenauffahrung im bisherigen Markscheidesicherheitspfeiler vom RP Kassel erhalten und die bergmännischen Arbeiten am 18.12.2020 wieder aufgenommen.

Zuständig für die Zulassung des Betriebsplanes zur Durchörterung ist der RP Kassel, Dezernat Bergaufsicht, da nur ca. die Hälfte der beiden Durchörterungsbohrungen in Thüringen gestossen werden. Jedoch ist das Einvernehmen des TLUBN zur Zulassung erforderlich.

Die unter- und übertägigen vorbereitenden Arbeiten wurden im Berichtszeitraum weiter fortgesetzt, nur die Streckenauffahrung im Grubenfeld Wintershall musste – wie vorstehend erläutert - bis zum 18.12.2020 mit Erreichen des derzeitigen Markscheidesicherheitspfeiler gestundet werden. Die Arbeiten im Grubenfeld Springen wurden ohne Unterbrechung fortgesetzt.

Nach aktualisierter Planung verschiebt sich der Inbetriebnahmetermine auf den 01.03.2022. K+S wird alles technisch Mögliche unternehmen, um diese Verzögerung der Inbetriebnahme zu reduzieren.

Begleitend zu den Ausschusssitzungen fanden im Oktober und Dezember Befahrungen der thüringischen Fraktionen bzw. Ausschussmitgliedern der CDU, SPD und AfD im Grubenfeld Springen statt.

Nachfolgend ist eine Auswahl von Besprechungen mit Vertretern der Bergbehörden sowie des TMUEN, HMKLV und RP-Kassel, Dezernat Bergaufsicht aufgeführt.

- 01.10.2020 Statusgespräch TMUEN, BWP und Aktuelles zu Genehmigungsverfahren
- 02.10.2020 Statusgespräch HMKLV, BWP und Aktuelles zu Genehmigungsverfahren

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				



Einstapeln und Versatz		Durchführungszeitraum lt. MNP Salz	Stand lt. MNP Salz	Aktuelle Planung K+S		Stand Planung K+S
				Beginn	Ende	
3.2.1	Planung, Genehmigung, Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von <b>übertägigen</b> Rohrleitungen, Misch- und Dosiereinrichtungen. Beschaffungsvorgänge (Grundstückskäufe/-gestattungen)			2018	2021	
3.2.2	Planung, erstmalige & komplexe Genehmigung (staatsrechtlich, bergrechtlich), Bau und Inbetriebnahme (inkl. Probebetrieb) von <b>untertägigen</b> Einstapelarealen, 50 km Leitungen, Pumpenanlagen, Vorbereitung bergm. Arbeiten. Beschaffungsvorgänge. Errichtung und Inbetriebnahme von Monitoring-Programmen			2018	02 / 2022	
3.3	Umsetzung	Ende 2021 – Ende 2060				
3.3.1	<b>Phase 1:</b> Einleitung von bis zu 1,5 Mio. m³/a vorhandener KKF-Lösung nach Konfektionierung im Grubenfeld Springen (Südwest).			01.03.2022	2025	
3.3.2	<b>Phase 2:</b> Einleitung von bis zu 2,0 Mio. m³/a konfektionierter Lösung im erweiterten Grubenfeld Springen.			2025	2035	

☒ abgeschlossen

 Im Zeitplan

 Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden

 Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

### 3 Laufende / geplante F&E-Vorhaben

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, derzeit Pause	(V, S)
1.3	Steinsalzvorabtrennung u.T.	2021	(V, S)
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.3	Konditionierungsmittelversuche ESTA	kontinuierlich	(V, S)
3	Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren		

Laufende / geplante F&E-Vorhaben		F&E-Projektende nach aktueller Planung K+S	Stand V=Volumenreduktion S=Salzreduktion
3.2	Konfektionierung von Prozesswässern für die untertägige einstapelung von Prozesswässern	kontinuierlich	(V) (S)
3.2.1	Konfektionieren und Einstapeln im Grubenfeld Springen	2021	(V) (S)
3.2.2	Effizienzsteigerung des Konfektionierungskonzeptes	2021	(V) (S)
3.2.3	Eindampfoptionen von Prozesswässern	2020	(V) (S)
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	2021, derzeit Pause	(V, S)
5.3	Konstruktive Weiterentwicklung des Auslaufs der neuen Flotationszellen zur Verringerung von Spülwassermengen und Zyklen in WI	2021	
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Nanofiltration (		(S)
6.1.1	Recycling durch Ionentrennung, Konzentrierung und Monitoring von salzhaltigen Wässern (Forschungs- u. Entwicklungsvorhaben innerhalb des Rahmenprogramms FONA; laufende Beantragung des Förderprojekts)	2023	(S)
6.2	Membrandestillation		(V)
6.2.1	Forschung zu Membrandestillationsprozessen in Kopplung mit Kristallisation (Forschungs- und Entwicklungsvorhaben innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA); laufende Beantragung eines Förderprojektes)	2023	(V)
6.2.2	Versuche mit keramischen Membranen bei hohen Drücken	2020	(S)
7	Optimierung der Fest/Flüssigtrennung		
7.3	Untersuchungen zur Lösungsklärung mit Versuchsdekanter	2021	(S)
8	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.1	Versuche zur Haldenabdeckung: HVH	laufend	(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	
9.8	Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage in HA	2020	(V)
9.9	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort HA	2020	(V)
9.10	Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA des Standortes Wintershall	2021	(S)
9.11	Haftlösungsverdrängung im Carnallitzersetzungsprozess am Standort Unterbreizbach	2020	✓
9.12	Ringleitung Vakuumstation, Sulfatherstellung Wintershall	2021	(V)
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.2	Verwendung von Langbeinit aus EDA für die Sulfatherstellung WI (Machbarkeitsstudie zur Nassklassierung mittels Zyklon)	2020	(S)
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		
11.3	Entwicklung eines Magnesiumzementschaums und einer Applikationsapparatur	2020	(V, S)
13	Sonstiges		
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden	2020	
13.3	Analytische Versuche mit organischen Aufbereitungshilfsstoffen in einer Salzmatrix	2020	



abgeschlossen



Im Zeitplan



Verzögerung, Enddatum kann gehalten werden



Verzögerung, Enddatum kann nicht gehalten werden

#### **4 Zusammenfassung/Fazit**

Zum Ende des 4. Quartals 2020 liegt der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung in dem vom Unternehmen projektierten und regelmäßig überprüften zeitlichen Rahmen. Aufgrund der geplanten Änderung der Abdeckverfahren ist allerdings gegenüber den im Maßnahmenprogramm Salz angegebenen Beginn des Regelbetriebs der Haldenabdeckungen mit Verzögerungen zu rechnen.



## **7.2 F+E-Vorhaben: Jahresbericht 2020 der Firma K+S Aktiengesellschaft**





# **F&E Vorhaben**

## **Jahresbericht 2020**

**im Rahmen des**

**Maßnahmenprogramms**

**2015-2021**

Verfasst im März 2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms</b>	<b>5</b>
<b>1 Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA®-Verfahrens</b>	<b>7</b>
1.1 ESTA®-Freifallscheider verbessern	7
1.2 Steinsalzvorbrennung unter Tage	7
<b>2 Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge</b>	<b>8</b>
2.1 Konditionierungsmittelversuche in der ESTA®	8
<b>3 Weiterentwicklung und Möglichkeiten thermischer Trennverfahren</b>	<b>9</b>
3.1 Konfektionierung von Prozesswässern für die untertägige Einstapelung von Prozesswässern	9
3.1.1 Eindampfoptionen von Prozesswässern	9
3.1.2 Weiterentwicklung des Konfektionierungsverfahrens zur Herstellung der Einstapellösung	10
3.1.3 Untertägige Einstapelung von Salzlösungen: Kriterien für die Beschaffenheit von Lösung und Salzgestein	12
<b>4 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen der Haldenentwässerung</b>	<b>13</b>
4.1 Untersuchungen zur Verbesserung der Basisabdichtung	13
<b>5 Reduzierung des Wassereinsatzes in den Prozessen/Verfahren</b>	<b>14</b>
5.1 Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb	14
5.2 Weiterentwicklung des Auslaufs der neuen Flotationszellen in Wintershall	15
<b>6 Prüfung von Membranverfahren</b>	<b>15</b>
6.1 Nanofiltration	16
6.1.1 Recycling durch Ionentrennung, Konzentrierung und Monitoring von salzhaltigen Wässern (RIKover)	16
6.1.2 Versuche mit keramischen Membranen bei hohen Drücken	17
6.2 Membrandestillation	18
6.2.1 Pilotversuche zur Membrandestillation von Haldenwässern	18
6.2.2 Forschung zu Membrandestillationsprozessen in Kopplung mit Kristallisation (HaSiMeM)	18
<b>7 Optimierung der Fest-Flüssig-Trennung</b>	<b>19</b>
7.1 Untersuchungen zur Lösungsklärun mit Versuchsdekantern	19
<b>8 Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen</b>	<b>20</b>



8.1	Versuche zur Haldenabdeckung: HVH	20
8.2	Künstliche Biokrustenbildung auf Oberflächenmaterial der Rückstandshalde Neuhof-Ellers	24
<b>9</b>	<b>Prozesse/Verfahren zur Erhöhung der Wertstoffausbeute und Abwasservermeidung</b>	<b>26</b>
9.1	Prozessanalytik und Prozessanalysetechnik (PAT)	26
9.2	Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage in Hattorf	27
9.3	Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort Hattorf	27
9.4	Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA® Wintershall	28
9.5	Haftlösungsverdrängung im Carnallitzeretzungsprozess am Standort Unterbreizbach	28
9.6	Ringleitung Vakuumstation in Sulfatherstellung am Standort Wintershall	29
<b>10</b>	<b>Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen</b>	<b>30</b>
10.1	Verwendung von Langbeinit aus der Eindampfanlage WI für die Sulfatherstellung	30
<b>11</b>	<b>Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder</b>	<b>31</b>
11.1	Entwicklung eines Magnesiazementschaums und einer Applikationsapparatur	31
<b>12</b>	<b>Optimierung der Salzsteuerung</b>	<b>32</b>
<b>13</b>	<b>Sonstiges</b>	<b>32</b>
13.1	Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden	33
13.2	Analytische Versuche mit organischen Aufbereitungshilfsstoffen in einer Salzmatrix	33
13.3	KVP-Vorschlagswesen – aktueller Vorschlag 2020	35
	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>37</b>
	<b>Übersicht der abgeschlossenen F+E Vorhaben</b>	<b>38</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Verfahrenskonzeption für die Konfektionierung von Lösung zum Einstapeln in das Grubenfeld Springen .....	11
<b>Abbildung 2:</b> Durchführung der Flankenbeschüttung im Spätsommer/Herbst 2018 - Halbtechnischer Versuch Hattorf .....	21
<b>Abbildung 3:</b> Nassansaat im Frühjahr 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf.....	21
<b>Abbildung 4:</b> Begrünungszustand im Sommer 2019 (links) und Nachbehandlung/Nachsaat im Herbst 2019 (Mitte, rechts) – Halbtechnischer Versuch Hattorf .....	22
<b>Abbildung 5:</b> Begrünungszustand drei Wochen nach der Nachsaat im Herbst 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf .....	22
<b>Abbildung 6:</b> Schematische Darstellung des Experimentaufbaus zur Untersuchung künstlicher Biokrustenetablierung auf Oberflächenmaterial der Rückstandshalde Neuhoof-Ellers in angezeigten Mischungsverhältnissen mit Dünen sand (a), NaCl-Sand-Mischungen (b) und 100% Dünen sand (c).....	26
<b>Abbildung 7:</b> Schaumbetonmischer im AFZ (Bild 1) sowie Querschnittsansicht der Sorelzement-Probekörper (Bild 2) .....	32
<b>Abbildung 8:</b> Flusswasser-Probenahme auf der Werra.....	35
<b>Abbildung 9:</b> Aufnahme eines Trommelzellenfilters mit Leckage der Vakuum anbindung im Anbindungsbereich der Saugleitung .....	36

## **Forschungsvorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms**

Zur Weiterentwicklung von alternativen Maßnahmen im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 – 2021 für die FGG Weser bzgl. der Salzbelastung und auch im Entwurf des Folgeprogramms 2021-2027 sind seitens K+S laufend Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F&E-Vorhaben) zum nachhaltigen Gewässerschutz fortzuführen. Diese werden für das Jahr 2020 im vorliegenden F&E Jahresbericht erläutert und dokumentiert.

Darüber hinaus ist K+S im Rahmen von Nebenbestimmungen aus wasserrechtlichen Erlaubnissen verpflichtet, intensiv nach weiteren Möglichkeiten zur Reduzierung des Salzabwasseranfalls zu forschen und jährlich an die zuständige Behörde zu berichten. Der vorliegende Jahresbericht dient der Erfüllung dieser Berichtspflicht.

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

Aufgrund der Besonderheiten der einzelnen Rohsalzqualitäten, als auch den daraus resultierenden Aufbereitungsanforderungen jedes Standortes, wird bei der Bearbeitung von F&E-Projekten vorwiegend auf K+S-eigene Forschungs- und Entwicklungsressourcen zurückgegriffen. Externe Studien oder Gutachten ergänzen und verifizieren eigene Forschungsmaßnahmen. Bei grundlegenden F&E-Projekten wird in verschiedenen Kooperationen mit Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen eng zusammengearbeitet, um so neue Impulse und Potenziale generieren zu können.

2019 und 2020 waren die Konfektionierung und das Einstapeln von Lösungen im Grubenfeld Springen ein Großforschungsprojekt. Wo sich zwischen dortigen Maßnahmen des abgeschlossenen Großforschungsprojektes und aktuellen Forschungsprojekten Berührungspunkte und Schnittmengen zu den jeweiligen Untersuchungsergebnissen und

Berichten ergeben, sind die entsprechenden Querverweise zu weiteren Informationen eingefügt.

Mit diesem Jahresbericht wird der Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres verdeutlicht. Zu den bisher durchgeführten sowie den weiterhin laufenden F&E-Vorhaben wurden von K+S seit 2017 Jahresberichte erstellt und der FGG Weser sowie dem RP Kassel übergeben. Im Internet wurden diese auf der Homepage der FGG Weser veröffentlicht.

Die abgeschlossenen Forschungsvorhaben und Entwicklungsprojekte der Vorjahre sind als Übersicht in Tabelle 1 zusammengefasst. Im vorliegenden Jahresbericht 2020 wird auf diese abgeschlossenen Projekte nicht mehr detailliert eingegangen.

## **1 Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA®-Verfahrens**

### **1.1 ESTA®-Freifallscheider verbessern**

Die ESTA®-Scheidertechnologie wurde von K+S in den 70er Jahren entwickelt und ab den 80er Jahren großtechnisch umgesetzt. Seither arbeitet K+S kontinuierlich an deren Weiterentwicklung für den Einsatz unter und über Tage.

K+S strebt danach, in bestehenden Anlagen ein weiter verbessertes Trennverhalten zu realisieren. Hierzu wurde 2019 am Standort Wintershall basierend auf Entwicklungsergebnissen des Analytik- und Forschungszentrums (AFZ) die Verschaltung einzelner ESTA®-Stufen und deren Nachfolgeprozesse verändert. Seit Dezember 2019 ist in der A-Stufe Wintershall 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 konnte die Abtrennung von Halit (NaCl) in der ESTA® verbessert werden, dies verbesserte auch die Ressourceneffizienz.

Eine weitere Optimierungsmaßnahme der ESTA® in der A-Stufe am Standort Wintershall ist unter Kapitel 9.4. nachzulesen. Aktuell ist die Entwicklungsarbeit für die maschinentechnische Optimierung der ESTA® Freifallscheider pausierend, um bei Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen wieder aufgenommen zu werden.

### **1.2 Steinsalzvorabtrennung unter Tage**

Die sogenannte Steinsalzvorabtrennung ermöglicht die Abtrennung von NaCl aus dem Rohsalz unter Tage, dafür wurde eine erste, neuartige ESTA®-Testanlage im Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) entwickelt. Mit dieser Technikumsanlage des AFZ konnte die Trennfähigkeit von kieseritischem Hartsalz aus Neuhof-Ellers grundsätzlich nachgewiesen werden. In einem weiteren Schritt wurde ein Konzept zur verfahrenstechnischen Einbindung einer 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 war ursprünglich für 2020 geplant, musste aber aufgrund der Corona-Pandemie auf 2021 ver-

schoben werden. Mit dieser ESTA®-Pilotanlage soll dann die betriebliche Tauglichkeit im späteren Einsatzgebiet getestet werden.

## **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 üblicherweise zur Senkung des Abwasseranfalls.

### **2.1 Konditionierungsmittelversuche in der ESTA®**

In der Pilot-ESTA®-Anlage im AFZ werden kontinuierlich alternative Konditionierungsmittelregime auf deren ökologische Vorteilhaftigkeit und die Verbesserung der Kaliwertstoffgewinnung getestet. Um die in Versuchen ermittelten Trennpotentiale im Betrieb zu bestätigen wurde 2019 und 2020 in Betriebsversuchen in der ESTA® am Standort Hattorf das Konditionierungsmittelregime mit dem Ziel einer höheren Kieseritausbeute ausgetauscht. Aufgrund der positiven Ergebnisse ist die großtechnische Umsetzung der Änderung des Konditionierungsmittelregimes in Hattorf geplant. In der ESTA® am Standort Wintershall sind entsprechende Betriebsversuche für 2021 in Planung.

Seit mehreren Jahren laufen im AFZ auch Versuche für ein alternatives Konditionierungsmittelregime für die C<sub>Mg</sub>-Stufe der ESTA® am Standort Neuhoof-Ellers, um die Ammoniumfracht im Haldenwasser zu senken. 2019 wurden aussichtsreiche alternative Konditionierungsmittel identifiziert. Ein Austausch des Ammonium-haltigen Konditionierungsmittels durch eine geeignete Alternative ist potenziell möglich, entsprechende Betriebsversuche in der ESTA®-Anlage in Neuhoof-Ellers begannen Ende 2020 und werden 2021 fortgeführt.

Ein Ansatz zur potenziellen Reduzierung von Abwasser wird aktuell am Standort Wintershall durch einen Betriebsversuch in der ESTA®-C<sub>K</sub>-Stufe geprüft. Vorangegangene Technikumsversuche im AFZ haben dieses Potential, durch Veränderung des Konditionierungsmittelregimes, aufgezeigt. Der Betriebsversuch wurde Ende letzten Jahres begonnen und wird 2021 fortgeführt, um die Ergebnisse statistisch ausreichend abzusichern.

### **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 ausreichend vermarktungsfähige Qualität und müssen daher in weiteren Schritten aufgereinigt werden. Ergänzend wird K+S die Kristallisation aus bestimmten Prozesswässern zur Konfektionierung für die untertägige Einstapelung zur weiteren Wertstoffgewinnung nutzen.

#### **3.1 Konfektionierung von Prozesswässern für die untertägige Einstapelung von Prozesswässern**

##### **3.1.1 Eindampfoptionen von Prozesswässern**

Das Einstapeln von Salzlösungen in untertägigen Grubenhohlräumen in Verbindung mit geeigneten Eindampfverfahren zur Konfektionierung hoch  $\text{MgCl}_2$ -haltiger Prozesswässer des Werkes Werra wurde in den vorangegangenen Forschungsberichten der Jahre 2018 und 2019 beschrieben. Detailliertere 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 Neuhoof-Ellers“.

Darüber hinaus gehende Betrachtungen wurden nicht weiter durchgeführt, da die Eindampfung von Salzlösungen u. a. mit einem hohen Primärenergieeinsatz und als Folge davon mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist. Vor dem Hintergrund, dass Nachhaltigkeit und Klimaschutz eine immer bedeutendere Rolle einnehmen, ergab sich das Erfordernis, eine Alternative zu finden. Die Entwicklung einer mit der Effizienz eines Eindampfverfahrens vergleichbaren Alternative (siehe Kapitel 3.1.2) war Gegenstand der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Jahr 2020.

### 3.1.2 Weiterentwicklung des Konfektionierungsverfahrens zur Herstellung der Einstapel-lösung

Das Konzept „Einstapeln von Produktionswässern in das Grubenfeld Springen“ setzt voraus, dass die einzustapelnden Salzlösungen ein bestimmtes, hohes MgCl<sub>2</sub>-Konzentrationsniveau besitzen, so dass diese untertage kein oder nur noch ein geringes Lösepotential bezüglich des Carnallits aufweisen. Das notwendige MgCl<sub>2</sub>-Konzentrationsniveau kann neben einem Eindampfprozess auch durch das Mischen mit einer höherkonzentrierten MgCl<sub>2</sub>-Lösung erreicht werden.

Vom Analytik- und Forschungszentrum (AFZ) wurde hierfür gemeinsam mit dem Werk Werra in den Jahren 2018 und 2019 ein Konzept zur Konfektionierung von 1,4 Mio. m<sup>3</sup>/a Salzlösungen ausgearbeitet (siehe F&E Jahresbericht 2019). Vor dem Hintergrund der Suche nach einer mit der Effizienz eines Eindampfverfahren vergleichbaren Alternative zur Konfektionierung aller höher MgCl<sub>2</sub>-haltigen Salzlösungen des Werkes Werra wurde näher untersucht, ob das vorgeschlagene Verfahren zur Konfektionierung durch Mischen von Lösungen weiter optimiert werden kann. Zu berücksichtigen war dabei, dass das maximal mögliche Konfektionierungsvolumen durch die Verfügbarkeit an 33%iger MgCl<sub>2</sub>-Lösung begrenzt wird. Folglich wurde zunächst untersucht, ob die Verfügbarkeit von 33%iger MgCl<sub>2</sub>-Lösung gesteigert werden kann oder geeignete Alternativen zur Verfügung stehen.

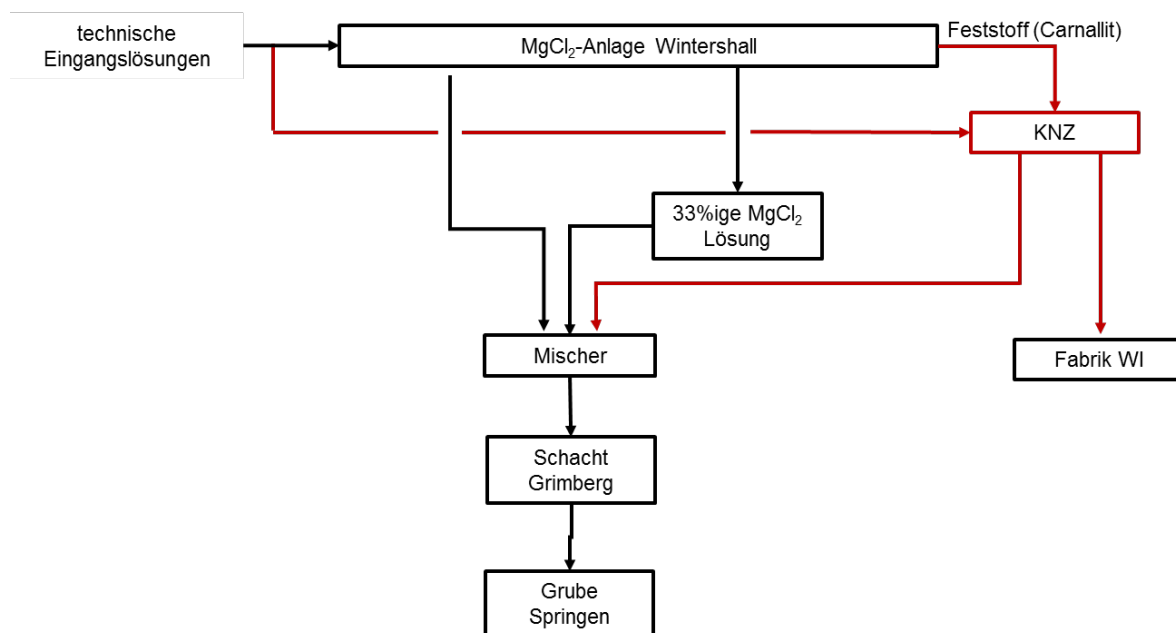
Folgender Vorschlag zur weiteren Erhöhung der konfektionierbaren Menge an Salzabwasser wurde ausgearbeitet: Anstelle der 33%igen MgCl<sub>2</sub>-Lösung soll in einem separaten Prozessschritt ein MgCl<sub>2</sub>-haltiger Feststoff (Carnallit) zur Konfektionierung



verwendet werden. Dieser Carnallit wird zurzeit regulär zur Herstellung von  $K_2O$ -haltigen Produkten (SOP/MOP) eingesetzt. In diesem ergänzenden Prozessschritt wird dieser Carnallit, der im Zuge der Herstellung der 33%igen  $MgCl_2$ -Lösung entsteht, abgetrennt und unter Zugabe der zu konfektionierenden Salzlösungen zersetzt. Dabei geht das im Feststoff enthaltene  $MgCl_2$  in die Lösung über. Das Ergebnis ist eine an  $MgCl_2$  höher konzentrierte und zur Konfektionierung geeignete Salzlösung. Parallel entsteht in diesem Prozess, der auch „Kalte Nachzersetzung“ (KNZ) genannt wird, sogenanntes Zersetzungs-Kaliumchlorid als Feststoff. Dieses wird der Fabrik Wintershall als Wertstoff zur weiteren Verarbeitung zugeführt.

Die folgende Abbildung 1 zeigt dieses Konzept (Ergänzungen durch KNZ in rot):

**Abbildung 1:** Verfahrenskonzeption für die Konfektionierung von Lösung zum Einstapeln in das Grubenfeld Springen



Die Einstellung der, für das Einstapeln im Grubenfeld Springen erforderlichen, Lösungsqualitäten erfolgt im Anschluss an die KNZ durch Mischen der nun höher  $MgCl_2$ -haltigen Salzlösung mit weiteren (Teil-)Strömen aus dem Herstellungsprozess der 33%igen  $MgCl_2$ -Lösung.

### 3.1.3 Untertägige Einstapelung von Salzlösungen: Kriterien für die Beschaffenheit von Lösung und Salzgestein

Im Rahmen des Großforschungsprojektes zur Einstapelung und zum Versatz von Prozesswässern in Grubenhohlräumen am Beispiel Neuhof-Ellers und des Grubenfeldes Springen des Werkes Werra wurden in den Jahren 2016 bis 2019 theoretische und praktische Untersuchungen durch K+S-eigene Spezialisten in Zusammenarbeit mit verschiedenen externen Institutionen und Ingenieurbüros durchgeführt. Anhand deren Ergebnissen wurde die Grundlagen für eine dauerhafte Einstapelung von Salzlösungen in Salzgesteine in flacher Lagerung im Sinne einer nassen Verwahrung der Gruben geschaffen. Aus diesen Untersuchungen wurde als detaillierter zu betrachtender Anwendungsfall die Einstapelung von Lösungen in das Grubenfeld Springen abgeleitet.

Seit dem Jahr 2019 wird auf Basis der vorangegangenen Untersuchungen die Einstapelung von Lösungen in das Grubenfeld Springen detailliert geplant und vorangetrieben. Um die zuvor erzielten, grundlegenden Erkenntnisse auf den konkreten Anwendungsfall zu übertragen, wurde die Zusammenarbeit zwischen den K+S eigenen Fachleuten und den verschiedenen externen Partnern intensiviert. Unter anderem wurde beispielsweise für konkrete Betrachtungen zu den zu erwartenden Wechselwirkungen zwischen den eingestapelten Lösungen und den Salzgesteinen insbesondere im kieseritischen Hartsalz die IBZ-Salzchemie GmbH & Co KG, Halsbrücke, mit mehreren, entsprechenden Versuchsprogrammen beauftragt. Detaillierte Untersuchungen und Modellierungen zu den gebirgsmechanischen Einflüssen, die durch die Lösungseinstapelung zu erwarten sind, wurden und werden durch das Institut für Gebirgsmechanik GmbH, Leipzig, durchgeführt. Für die Bearbeitung weiterer Fragestellungen wurden unter anderem die ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft Geotechnik und Bergbau mbH, Erfurt und die K-UTEC AG Salt Technologies, Sondershausen eingebunden.

Ziel der Kooperationen war und ist es, fundierte Kenntnisse über die hoch komplexen Vorgänge bei der Wechselwirkung zwischen Salzlösung und Salzgestein zu erlangen bzw. die vorhandenen Kenntnisse stetig zu erweitern. So konnte eine solide Grundlage geschaffen werden, durch die potenzielle Risiken der Lösungseinstapelung bewertet werden können. Ferner ermöglichen es die Ergebnisse der zahlreichen Untersuchungen,

etwaige Risiken auf ein Minimum zu reduzieren. Um die Prozesse stetig zu verbessern, werden die Kooperationen auch zukünftig fortgesetzt werden.

## **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. 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.

### **4.1 Untersuchungen zur Verbesserung der Basisabdichtung**

In der aktuellen Beschüttung der Haldenerweiterung in Hattorf kommt das neu entwickelte „System Basisabdichtung“ zum Einsatz. In Zusammenarbeit mit mehreren Gutachtern und Institutionen wurde untersucht, ob das „System Basisabdichtung“ sinnvoll weiter durch Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) ergänzt werden könnte. Schwerpunkte entsprechender Untersuchungen waren/sind das Verformungs- und Langzeitverhalten der KDB unter besonderer Berücksichtigung der haldenspezifischen Beanspruchungen. An der Basis der Großhalden treten unter anderem Vertikallast- und Schubbeanspruchungen und insbesondere Zwangsverformungen in Größenordnungen auf, die in keiner Weise mit aus dem Deponiebau bekannten Bedingungen vergleichbar sind. Es erfolgte die Untersuchung verschiedener Materialparameter der KDB unter Berücksichtigung der angrenzenden Materialien und den speziellen Beanspruchungen aus Zwangsverformungen aus den Großhalden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen fließen in numerische Untersuchungen zur Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems unter expliziter Berücksichtigung einer KDB mit deren mechanischen Eigenschaften ein. Die Untersuchungen sind größtenteils abgeschlossen. Im Ergebnis muss festgehalten werden, dass die Wirksamkeit des Abdichtungssystems

durch eine KDB unter Beachtung der relevanten Verformungsbedingungen einer großen Rückstandshalde mit den typischen geländegleichen Gründungsbedingungen voraussichtlich nicht günstig beeinflusst wird. Bei einem Einsatz würden sich nach derzeitigem Kenntnis- und Planungsstand Verformungen in Größenordnungen ergeben, bei denen eine solche Halde langfristig nicht gebrauchstauglich ist. Die Dokumentation zum aktuellen Stand des Projektes wird derzeit erstellt und soll im ersten Halbjahr 2021 vorliegen.

## **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 in den zurückliegenden Jahren reduziert werden.

Darüber hinaus werden durch den Einsatz von Prozessanalysetechniken Daten verfügbar, mit deren Hilfe die Sättigungsverhältnisse und die resultierenden Lösekapazitäten exakter berechnet werden können, damit ist eine Wassereinsparung durch optimierte Prozessführung erreichbar.

### **5.1 Überwachung der Sättigungsverhältnisse im Lösebetrieb**

Im Werk Unterbreizbach wurde im Rahmen eines Projektes untersucht, 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 sind Rechenmodelle entwickelt worden, mit deren Hilfe die Sättigungsverhältnisse in den heißen Lösungen berechnet und somit die Lösekapazitäten besser ausgenutzt werden können. Ziel dieser Maßnahmen war eine potenzielle Reduzierung von Überschusslösungen, die an anderen Standorten verarbeitet werden müssen. Die Prozessanalysetechnik wurde bis Ende 2019 optimiert und kalibriert. Die Messtechnik konnte 2020 im Dauerbetrieb getestet werden. Jedoch reicht die derzeitige Messgenauigkeit nicht aus, sodass das Rechenmodell nicht mit ausreichend präzisen Daten versorgt werden kann, um eine bes-

sere Ausnutzung der Lösekapazität zu erreichen. Deshalb wurden die Untersuchungen im Lösebetrieb vorerst beendet.

## **5.2 Weiterentwicklung des Auslaufs der neuen Flotationszellen in Wintershall**

Am Standort Wintershall wurde 2016 die sogenannte neue Flotation zur Aufbereitung der kieserithaltigen Rückstände aus der Heißverlösung in Betrieb genommen. Seit der Inbetriebnahme wird der Prozess stetig verbessert, so dass der jährliche Anfall an Kieseritdeckwasser konsequent gesenkt wurde. Aktuell wird untersucht, ob durch weitere, z. T. konstruktive Änderungen, die Fahrweise dahingehend optimiert werden kann, dass Spülvorgänge reduziert werden, somit die Verfahrensausbeute also letztlich verbessert werden kann und zu einer geringfügig reduzierten Rückstandsmenge führt. Im Fokus steht hierbei zurzeit die Füllstandsregelung der einzelnen Flotationszellen unter Berücksichtigung der Auslaufsituation des Flotationsrückstandes aus den Zellen. Die derzeitige Konstruktion des Bergekastens inkl. des Auslaufstutzen ist anfällig gegenüber Salzansätzen und neigt zu Verstopfungen und Verkrustungen, so dass vergleichsweise häufig gespült werden muss. Die Untersuchungen wurden Anfang 2020 aufgenommen und werden voraussichtlich im Jahr 2021 abgeschlossen sein.

## **6 Prüfung von Membranverfahren**

Der Einsatz von Membranverfahren in der Meerwasseraufbereitung (Umkehrosmose) ist etabliert und wird großtechnisch betrieben. Eine Fragestellung im Bereich 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. Es wird geprüft, ob dennoch bestimmte Membrantechniken ein Potential für die Aufbereitung von einzelnen Salzabwässern bieten können. Die derzeitigen Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen der Membrandestillation und der Nanofiltration.

## 6.1 Nanofiltration

Die Nanofiltration wird bislang hauptsächlich in der Salzindustrie verwendet, um zweiwertige Ionen (z.B. Sulfat) und größere einwertige Ionen, häufig sind dies Schwermetalle, aus einer Salzlösung zu entfernen. In den Salzabwässern der K+S sind sowohl einwertige (Kalium, Natrium) als auch zweiwertige Ionen (Magnesium) vorhanden. Das potenzielle Einsatzziel der Nanofiltration bei K+S wäre eine Aufteilung dieser Salzabwässer, insbesondere der Haldenwässer, in zwei Fraktionen, wobei die kaliumhaltige Fraktion in den Prozess zurückgeführt und genutzt werden könnte.

### 6.1.1 Recycling durch Ionentrennung, Konzentrierung und Monitoring von salzhaltigen Wässern (RIKovery)

2019 entschied K+S zusammen mit anderen namhaften Industriepartnern eine Förderung für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) zu beantragen. Es wurde eine Projektskizze mit den potenziellen Industrie- und Hochschulpartnern erstellt, welche im September 2019 beim BMBF eingereicht wurde. Neben der Weiterentwicklung der Nanofiltration stehen auch weitere innovative Membrantechnologien auf dem zwischen den acht Projektpartnern abgestimmten Versuchsplan. Das Projektkonsortium hat im Mai 2020 die finale Vorhabenbeschreibung des Projektes „Wiederverwendung - Verbundprojekt RIKovery: Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring“ beim BMBF eingereicht. Es verfolgt die Vision salzhaltige industrielle Wasserströme durch deren Kreislaufführung und/oder Aufbereitung möglichst vollständig zu nutzen. Die Projektpartnern haben im Januar 2021 die Zuwendungsbescheide erhalten. Der Forschungskoooperationsverbundvertrag befindet sich derzeit in Abstimmung. Im Rahmen des dreijährigen Forschungsvorhabens soll aus den Haldenwässern ein möglichst hochkonzentriertes KCl-haltiges Permeat gewonnen werden, welches möglichst kein Sulfat und nur geringe Mengen an Magnesium enthält.

### 6.1.2 Versuche mit keramischen Membranen bei hohen Drücken

K+S war von 2016 – 2018 mit dem Unternehmen Hager und Elsässer GmbH (H+E), Stuttgart, eine Forschungs Kooperation über den Einsatz von Nanofiltration zur Aufbereitung von Salzabwässern der Kaliindustrie eingegangen. Die Ergebnisse sind in den vorherigen Jahresberichten zu den F&E-Vorhaben dokumentiert. Es konnten seinerzeit mit marktverfügbaren Wickel- oder Membrankissenmodulen mit einer Polymermembranen bereits relativ hohe Sulfatrückhalte erreicht werden. Allerdings reichen diese nicht aus, um die resultierenden Lösungsströme wieder in die bestehenden Aufbereitungsprozesse einzubinden. Auch erscheinen die erzielten Durchsatzleistungen für eine großtechnische Anwendung unzureichend.

Durch die Verwendung von keramischen Membranen könnte eine Möglichkeit bestehen, die Durchsatzleistungen der Membranen durch den Einsatz höherer Drücke zu verbessern. Im Jahr 2019 wurden – aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen – mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Hermsdorf weitere Ansätze zur Forschung an Membranen erörtert. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen zur Nanofiltration liegt in den Fragestellungen, ob keramische Nanofiltrationsmembranen Vorteile gegenüber Kunststoffmembranen besitzen und ob eine Variation des Druckes zu einer Verbesserung der Durchsatz- und ggf. der Trennleistung führen könnte. Zur Klärung hat K+S 2020 das IKTS beauftragt, „Machbarkeitsuntersuchungen zum Filtrations- und Rückhalteverhalten von salzhaltigen Wässern mittels keramischer Nanofiltrationsmembranen bei Betriebsdrücken bis 100 bar“ durchzuführen. Auf Basis der bisherigen Ergebnisse bei den Versuchen mit Kunststoffmembranen wurden in einem ersten Ansatz wieder Salzlösungszusammensetzungen getestet, die der Haldenwasserzusammensetzung aus dem Werk Neuhoof-Ellers entsprechen.

Die Versuche am IKTS in Hermsdorf zeigten, dass die keramischen Membranen bis zu einem Druck von 70 bar betrieben werden können. Bei höheren Druckniveaus wurde ein Versagen der Abdichtungen festgestellt. Der angestrebte Druck von 100 bar konnte in keinem Versuch erreicht werden. Die zu erwartenden spezifischen Permeatflüsse für keramische Einkanalmembranen konnten erreicht werden, jedoch sollten aufgrund des Platzbedarfes in großtechnischen Anlagen Mehrkanalmembranen verwendet werden, bei

welchen der spezifische Permeatfluss geringer sein wird. Die Versuche haben zudem gezeigt, dass der Permeatfluss mit steigender Versuchszeit abnimmt, weshalb von niedrigeren Permeatflüssen im Dauerbetrieb auszugehen ist.

Im Hinblick auf den gewünschten Sulfatrückhalt wurden mit den keramischen Membranen deutlich schlechtere Ergebnisse erzielt als mit den Polymermembranen, welche von H+E verwendet wurden. So konnte nur ein minimaler Rückhalt von <30 % erreicht werden. Mit diesem geringen Rückhalt wäre eine technische Nutzung der keramischen Membranen nicht zielführend.

## **6.2 Membrandestillation**

### **6.2.1 Pilotversuche zur Membrandestillation von Haldenwässern**

Im Rahmen einer „Prozessevaluierung zur Aufbereitung von Haldensickerwässern mittels Pilotversuchen zur Membrandestillation“ durch ein Konsortium bestehend aus der K- UTEC AG Salt Technologie, der Solar Spring GmbH aus Freiburg, dem Fraunhofer Institut für Keramische Technologie und Systeme sowie der K+S wurden Vorversuche zum Wasserentzug mit hydrophoben keramischen Membranen und Polymermembranen durchgeführt. Ziel der Vorversuche war u.a. die Prüfung, ob die Einbindung des Verfahrens der Membrandestillation in Kristallisationsprozesse so erfolgen kann, dass eine Aufbereitung von Haldensickerwässern stabil betrieben werden kann. Des Weiteren sollten relevante Prozessparameter ermittelt und der Einsatz von Polymermembranen und keramischen Membranen untersucht werden. Auf Grundlage der Ergebnisse der Vorversuche wurde entschieden die Forschung zu Membrandestillationsprozessen im Rahmen des Konsortiums fortzusetzen, siehe dazu 6.2.2

### **6.2.2 Forschung zu Membrandestillationsprozessen in Kopplung mit Kristallisation (HaSiMeM)**

Auf dem Gebiet der Membrandestillation hat K+S 2019 mit anderen potenziellen Projektpartnern eine Förderung für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Thema „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) beantragt. Gemeinsam wurde eine



entsprechende Projektskizze erstellt und im September 2019 eingereicht. 2020 wurde die eingereichte Projektskizze weiter konkretisiert und das Projekt in Teilprojekte mit detaillierten Aufgabenstellungen und Arbeitsplänen aufgegliedert. Für die Teilnahme am Forschungsvorhaben erhielt K+S im Januar 2021 einen Zuwendungsbescheid. Das Projekt kann gemeinsam mit den drei weiteren Partnern von 2021 bis 2024 kooperativ durchgeführt werden.

## **7 Optimierung der Fest-Flüssig-Trennung**

Fest-Flüssig-Trennungen finden in der Aufbereitung von Kalisalzen an vielen Stellen des Prozesses statt. Durch eine bessere Entwässerung oder Abtrennung kann dabei beispielsweise die Qualität der Produkte erhöht werden.

Zwischen einzelnen Verfahrensschritten innerhalb der Produktion eines Standorts oder auch zwischen den Standorten werden Lösungen zur weiteren Verwendung ausgetauscht. Dabei ist oftmals für den Lösungstransport oder die nachfolgenden Prozesse entscheidend, dass die Lösungen keinen Feststoff mitführen. Zur Feststoffabtrennung werden am Werk Werra viele verschiedene Aggregate eingesetzt, die auf die jeweiligen Anforderungen zugeschnitten sind.

### **7.1 Untersuchungen zur Lösungsklärung mit Versuchsdekantern**

Im Bereich der Kainit-Kristallisations- und Flotationsanlage (KKF) werden aktuell Filter zur Fest-Flüssig-Trennung eingesetzt, die nach dem Prinzip einer Vakuumfiltration arbeiten. Die über diesen Prozessschritt erhaltenen Lösungsströme sind jedoch niemals vollständig feststofffrei. Feinste Salzpartikel können noch, u.a. als sogenannter Filterdurchschlag, in der Lösung enthalten sein.

Die in der Lösung verbleibenden Salzpartikel sind häufig so klein, dass sie erst bei längerer Verweildauer in Tanks oder Rohrleitungen sedimentieren. Diese Sedimente mindern die jeweilige Verfahrensausbeute und erfordern zudem erheblichen Reinigungsaufwand zu ihrer Beseitigung. Das Trennprinzip der Vakuumfiltration ist bei sehr geringen Korngrößen und mit abnehmenden Korngröße immer weniger geeignet, denn deren

spezifische Filterleistung reduziert sich rapide, wenn sich die Poren zusetzen. Die feinen Partikel im Filterkuchen setzen sich an die Porenöffnungen, sodass diese immer kleiner werden, wodurch die abzutrennende Flüssigkeit immer weniger hindurchgesaugt werden kann. Durch den Einsatz von Dekantern könnten sehr feine Partikel in der Lösung aus der KKF-Anlage abgetrennt und zur weiteren Verwendung in die Ursprungsprozesse zurückgeführt werden. Im Rahmen eines Betriebsversuches wurde ermittelt, dass der Feststoff zum größten Teil erfolgreich abgetrennt und in der KKF-Anlage zur weiteren Aufbereitung verwendet werden kann. Inzwischen wurde die großtechnische Umsetzung gestartet. Es wird erwartet, dass durch diese Maßnahme die verfahrensbedingte Ausbeute gesteigert werden kann.

## **8 Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasser-minimierungsmaßnahmen**

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.

### **8.1 Versuche zur Haldenabdeckung: HVH**

In Fortsetzung der abgeschlossenen Lysimeterversuche befindet sich derzeit ein halotechnischer Versuch zur Haldenabdeckung (HVH) in Hattorf 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 bzw. nach der Beschüttung untersucht und optimiert.

**Abbildung 2:** Durchführung der Flankenbeschüttung im Spätsommer/Herbst 2018 - Halbtechnischer Versuch Hattorf



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

**Abbildung 3:** 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 4:** Begrünungszustand im Sommer 2019 (links) und Nachbehandlung/Nachsaat im Herbst 2019 (Mitte, rechts) – Halbtechnischer 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 5:** Begrünungszustand drei Wochen nach der Nachsaat im Herbst 2019 – Halbtechnischer Versuch Hattorf



Im Rahmen des Monitoringprogrammes zum HVH ergaben sich im Jahr 2020 keine wesentlichen Auffälligkeiten. Die installierten Venturikanäle zur Erfassung der Abflussmengen aus dem HVH wurden um nachgeschaltete Kippwaagen erweitert, wodurch die Genauigkeit der gemessenen Abflussdaten insbesondere bei geringen Abflüssen deutlich verbessert werden konnte. Bezüglich der regelmäßig überwachten Schadstoffkonzentrationen im Haldenwasser des HVH konnte im Jahr 2020 kein signifikanter Anstieg beobachtet werden, der sich mit einer verstärkten Auswaschung von Schadstoffen aus dem Abdeckmaterial in Verbindung bringen ließe. Das Staub-Monitoring im Umfeld des HVH zeigte keine erhöhten Staubdepositionen, die vom Abdeckmaterial stammen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Winderosion nur in einer vernachlässigbaren Größenordnung eine Rolle spielt. Auch das Ausmaß und die Häufigkeit von Oberflächenabflussereignissen haben sich seit den erfolgreichen Begrünungsmaßnahmen im Jahr 2019 erheblich reduziert, sodass selbst bei stärkeren Niederschlagsereignissen kaum noch Oberflächenabflüsse gemessen werden können. Trotz der für die Vegetationsentwicklung sehr ungünstigen Witterungsbedingungen im Frühjahr und einem damit einhergehenden, zwischenzeitlichen Rückgang des Begrünungsgrades der Südflanke erholte sich die Vegetation gegen Ende des Jahres wieder und neu entstandenes bzw. noch vorhandenes Saatgut gingen auf. Im Oktober 2020 wurden vier Bohrkerne aus der Abdeckschicht gewonnen, die neue Erkenntnisse insbesondere über die Entwicklung der geotechnischen und chemischen Eigenschaften des Abdeckmaterials liefern werden. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen.

Der von K+S seit Ende 2019 vollzogene Systemwechsel an den Werrahalden zu einer Kombinationsabdeckung mit Boden und Bauschutt (BBS) auf Plateauflächen und einer Infiltrationshemmschicht (IHS) an den Flanken wird fortgeführt. Die Machbarkeit dieser Multifunktionalen Standortangepassten Oberflächenabdeckung (MSO) konnte durch eine extern erstellte Machbarkeitsstudie für die Halde Wintershall dargelegt werden. Eine Machbarkeitsstudie für die Halde Hattorf ist aktuell in Arbeit, wobei von einer grundsätzlichen Übertragbarkeit der Erkenntnisse von der Halde Wintershall auszugehen ist.

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.

## **8.2 Künstliche Biokrustenbildung auf Oberflächenmaterial der Rückstandshalde Neuhof-Ellers**

Auch an der Halde Neuhof-Ellers wurde seit Ende 2019 ein Systemwechsel von dem Innovativer Erosionsschutz zur Dickschichtabdeckung vollzogen. Dadurch kann die Effektivität der Haldenwasserreduzierung erheblich gesteigert und die langfristige Haldenwasserentstehung annähernd verhindert werden.

Dennoch werden die Untersuchungen, wie untenstehend beschrieben, weiter verfolgt um einen optimalen Erkenntnisgewinn aus der Biokrustenforschung zu erhalten. Die 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 untersucht, ob die Verdunstungsleistung und damit die Effektivität dieser Abdeckungsvarianten durch die Etablierung sogenannter Biokrusten (Lebensgemeinschaften z. B. aus Algen, Bakterien, Moosen oder Flechten) weiter erhöht werden kann. Die Untersuchungen werden in Zusammenarbeit zwischen den K+S Standorten Kassel, Zielitz und Neuhof, dem Ingenieurbüro upi und dem Institut für Biowissenschaften der Universität Rostock durchgeführt.

Die Organismen der Biokrusten bewohnen die ersten Millimeter des Bodens und kommen vor allem in Extremregionen vor<sup>1</sup>. Z. B. wurden sie auch in der Umgebung von Rück-

---

<sup>1</sup> Weber, B.; Büdel, B.; Belnap, J. *Biological Soil Crusts: An Organizing Principle in Drylands.*; Weber, B., Büdel, B., Belnap, J., Eds.; Ecological.; Springer International Publishing: Switzerland, 2016; ISBN 978-3-319-30212-6.

standshalden der Kali-Industrie gefunden<sup>2</sup>. Die Biokrusten stellen aufgrund ihrer vielen positiven Eigenschaften wie Bodenstabilisierung oder Nährstoff-Anreicherung den Grundstein für eine zukünftige Bodenbildung<sup>1</sup> dar, die langfristig auch eine Etablierung von Vegetation ermöglichen kann. Jüngste Forschungsvorhaben zielen auf die künstliche Etablierung von Biokrusten durch den Menschen ab. Es konnten z. B. bereits Wüstendünen durch das Aufsprühen von Cyanobakterien stabilisiert werden<sup>3</sup>.

So wäre die Ansiedlung einer künstlichen Biokruste auch auf Oberflächen von Rückstandshalden der Kali-Industrie denkbar, um Niederschläge abzufangen und die Infiltration zu verringern. In einem Laborexperiment wurde die Bildung künstlicher Biokrusten auf gealtertem Oberflächenmaterial der Rückstandshalde Neuhof-Ellers (Plateaubereich) untersucht. Dabei wurde eine Grünalgenmischung zur Inokulation verwendet. Um den Salzgehalt des Oberflächenmaterials teilweise zu verringern, wurde das Material in drei Stufen mit Dünen sand gemischt, wobei 25%, 50%, 75% und 100% Oberflächenmaterial eingesetzt wurde Abbildung 6 (a).

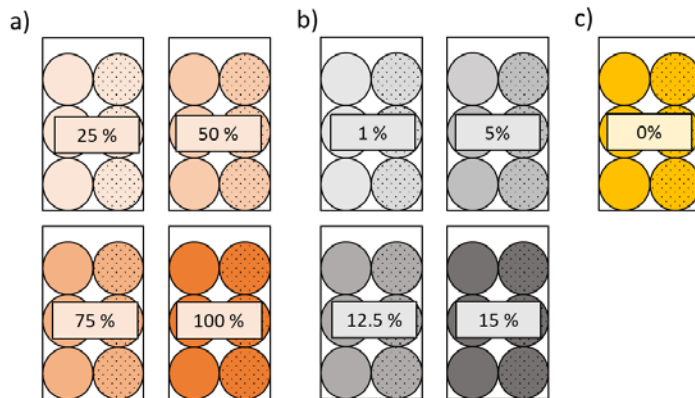
Zusätzlich wurden NaCl-Sand-Mischungen hergestellt (1 %, 5 %, 12.5 %, 15 % NaCl, Abbildung 6 (b) sowie eine Kontrolle mit 100 % Dünen sand eingesetzt Abbildung 6 (c). Des Weiteren wurde untersucht, ob eine Zugabe von Nährstoffen in Kombination mit einem Stabilisator (Na-Alginat) das Biokrustenwachstum verbessert. Die vorgemischten Substrate wurden in kleine Kulturgefäße gefüllt, mit der Grünalgenmischung besprüht und in Mini-Gewächshäusern unter konstanten Bedingungen für vier Wochen kultiviert. Es kamen je drei Replikate ohne Zusätze und drei Replikate mit Zusätzen (Nährstoffe, Stabilisator) zum Einsatz. Die abschließende Auswertung dieses Experiments steht noch aus.

---

<sup>2</sup> Sommer, V.; Kockx, M.; Wölk, A.; Glaser, K. Von Vogelkot zu grünen Teppichen. *Biol. unserer Zeit* **2019**, 49, 122–130, doi:10.1002/biuz.201910671.

<sup>3</sup> Lan, S.; Zhang, Q.; Wu, L.; Liu, Y.; Zhang, D.; Hu, C. Artificially Accelerating the Reversal of Desertification: Cyanobacterial Inoculation Facilitates the Succession of Vegetation Communities. *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, 307–315, doi:10.1021/es403785j

**Abbildung 6:** Schematische Darstellung des Experimentaufbaus zur Untersuchung künstlicher Biokrustenetablierung auf Oberflächenmaterial der Rückstandshalde Neuhoof-Ellers in angezeigten Mischungsverhältnissen mit Dünen sand (a), NaCl-Sand-Mischungen (b) und 100% Dünen sand (c).



## 9 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.

### 9.1 Prozessanalytik und Prozessanalysetechnik (PAT)

Unter Prozessanalysetechnik (PAT), auch Online-Analytik genannt, werden alle Messverfahren zusammengefasst, mit denen Subanzeigenschaften, Konzentrationen und Zusammensetzungen von Stoffströmen in verfahrenstechnischen Produktionsanlagen gemessen werden. Sie ergänzen bzw. ersetzen damit die klassische Laboranalytik. An den Standorten des Werkes Werra werden die F&E-Entwicklungsarbeiten zur Prozessanalysetechnik weiter fortgesetzt. Das Ziel der Prozessanalysetechnik besteht darin eine zeitnahe Information über die Eigenschaften des Prozessmediums zu erhalten und die Prozesssteuerung zu optimieren.



Für die kontinuierliche Überwachung der Mineralisation der feststofffreien Lösung zur Einspeicherung in den temporären Zwischenspeicher der Grube Hattorf-Wintershall konnte eine standardisierte Mess- und Analysentechnik entwickelt und etabliert werden. Dieses System ergänzt, neben einer vorhandenen repräsentativen Probenahme mit anschließender Analytik im Labor, die Überwachung der Lösungseigenschaften.

## **9.2      Versuche zur Haftlösungsverdrängung in der 2. Umsetzungsstufe der Sulfatanlage 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 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 wurden im Jahr 2020 auf den vorhandenen Filtern jeweils die technischen Vorrichtungen installiert, um die Haftlösung der ersten Stufe mit Lösung aus der zweiten Umsetzungsstufe zu verdrängen.

Dabei ist die beschriebene Maßnahme Teil eines Maßnahmenbündels, parallel wurden die Filtertuchspülung optimiert und weitere organisatorische Maßnahmen durchgeführt. Daraus resultierend hat sich im Jahr 2020 der spezifische Lösungsanfall in der zweiten Umsetzungsstufe im Vergleich zum Vorjahr um ca. 6 % reduziert.

## **9.3      Optimierung von Filtrationsprozessen in der Sulfatherstellung am Standort Hattorf**

Im Jahr 2020 wurden die Filtrationsprozesse am Standort Hattorf im Bereich Sulfatherstellung optimiert und dadurch der Wassereinsatz reduziert. Dazu wurden zusätzliche Messgeräte (IDM) eingebaut, um den Wasserverbrauch einzelner Filteranlagen erfassen/überprüfen zu können. Gleichzeitig wurden optimierte Düsenstangen mit verbessertem Sprühbild und vorgeschaltete Wasserfilter installiert, um Schwebstoffe im

Reinigungswasser abzufangen und dadurch die Reinigungswirkung des Wassers zu erhöhen. Dadurch konnte der jeweils optimale Wasserverbrauch in der Filtration ermittelt und eingestellt werden.

#### **9.4 Steuerung der elektrostatischen Trennung von Rohsalz in der ESTA® Wintershall**

Am Standort Wintershall wird Rohsalz im ESTA® -Verfahren trocken aufbereitet. 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 der Rohsalzzusammensetzung, welche die Trennschärfe im elektrostatischen Feld bereits bei leichten oder mittleren Schwankungen der Rohsalzzusammensetzung reduzieren kann. Veränderungen der Zusammensetzung sind im untertägigen Abbauprozess unausweichlich, weshalb das Trennverfahren an die jeweilige Rohsalzzusammensetzung entsprechend anzupassen ist. Es wurde ein Konzept zur Optimierung der Anlagensteuerung erarbeitet. Dieses Konzept wird derzeit schrittweise umgesetzt, es ist geplant die Umsetzung 2021 fortzuführen und anschließend die Auswirkung der Optimierungsmaßnahmen auf das Wertstoffausbringen zu verifizieren.

#### **9.5 Haftlösungsverdrängung im Carnallitzersetzungsprozess am Standort Unterbreizbach**

Am Standort Unterbreizbach wird bei der Fest-Flüssig-Trennung zur Entwässerung des Salzes nach der KVZ (Kalte Vorzersetzung) Wasser zur Verdrängung anhaftender Lösung eingesetzt. Dies ist erforderlich, um eine Verschleppung der anhaftenden Lösung in die nachfolgenden Prozesse zu reduzieren. Allerdings kann der Wassereinsatz auch zu einem höheren Anfall an Prozesslösung führen. Daher wurde untersucht, ob der Einsatz von Wasser hier 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 groß-

technischen 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 Unterbreizbach 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 wurden im ersten Quartal 2020 abgeschlossen und die Maßnahme wird nicht dauerhaft umgesetzt.

## **9.6 Ringleitung Vakuumstation in Sulfatherstellung am Standort Wintershall**

Am Standort Wintershall wird Kaliumsulfat in einem zweistufigen Verfahren aus Kieserit und Kaliumchlorid bei kontinuierlicher Prozessführung hergestellt. Hierbei wird im ersten Schritt - in der Kalimagnesia-Umsetzung - gemahlener Kieserit mit gelöstem Kaliumchlorid zu Leonit ( $\text{K}_2\text{SO}_4\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) umgesetzt. Dieser erste Schritt erfolgt bei höheren Temperaturen, so dass für die weitere Verarbeitung zu Kaliumsulfat ein nachgeschalteter Kühlschritt erforderlich ist. In der Kalimagnesia-Vakuumkühlung - der sog. KMg-VKA - wird die Leonit-haltige Suspension abgekühlt und anschließend einer Fest-Flüssig-Trennung unterzogen. Diese kontinuierliche Prozessführung kann z. B. aufgrund von Störfällen zum Erliegen kommen. Bisher war in solch einem Fall z. B. zur Vermeidung von Versandungen das Ablassen sowie das Reinigen sämtlicher Aggregate inklusive der KMg-VKA erforderlich. Um zukünftig ein Ablassen und Reinigen im Störfall zu vermeiden wurde im Jahr 2020 eine Ringleitung installiert. Mit Hilfe dieser Ringleitung kann die Leonit-haltige Suspension im Kreis gefahren werden, so dass ein Entleeren der Aggregate mit nachfolgender Reinigung unter Anfall von Spülwässern nicht mehr notwendig ist.

## **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.

### **10.1 Verwendung von Langbeinit aus der Eindampfanlage WI für die Sulfatherstellung**

Bei der Eindampfung der sogenannten E-Lösung am Standort Wintershall 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 Langbeinites 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, sollten in einem Langzeitversuch die Haltbarkeit des gewählten Werkstoffes vor Ort und die Reproduzierbarkeit der Klassier-Ergebnisse getestet werden.

Bei einem Versuch 2019 traten nach kurzer Zeit Probleme durch Verstopfungen im Hydrozyklon auf, die sogar zu einem Defekt der Versuchsanlage führten. Die Versuchsanlage wurde repariert und die Versuche im Jahr 2020 fortgeführt.

Auch in weiteren Versuchen traten wiederholt Verstopfungen auf. Um diese zu erkennen und den kontinuierlichen Betrieb des Zyklons sicherzustellen waren häufige Kontrollen und Reinigungsintervalle notwendig. Das System erwies sich nicht als praxistauglich, weshalb der Betrieb und die Untersuchungen eingestellt wurden.

## **11 Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder**

MgCl<sub>2</sub>-Lösung ist eines der Verkaufsprodukte der K+S und findet in verschiedenen Gebieten u.a. als Mittel im Winterdienst, in Kläranlagen oder als Staubbindemittel Verwendung. Weitere Anwendungen von MgCl<sub>2</sub>-haltigen Lösungen oder die Herstellung von neuen Produkten aus MgCl<sub>2</sub>-haltigen Lösungen sind ein Forschungsschwerpunkt der Kali-Industrie seit mehr als 100 Jahren.

### **11.1 Entwicklung eines Magnesiazementschaums und einer Applikationsapparatur**

Im Labormaßstab gelang es, Mineralschaum auf Basis von Sorelzement herzustellen. Hierbei wird zunächst aus Wasser, einem Schaumbildner und Luft ein feinporiger Schaum hergestellt; dieser wird dann in einem Mischer mit der Baustoffsuspension bestehend aus Magnesiumoxid und Magnesiumchloridlösung vermischt. Der sogenannte Sorelzementschaum bindet innerhalb einiger Stunden ab.

2019 wurde im AFZ eine Schaumbeton-Versuchsanlage zur Sorelzement-schaumerzeugung angeschafft. Es wurden verschiedene Rezepturen entwickelt und der Einsatz der Applikationsapparatur für Sorelzementschaum erprobt. Das Material hat eine ausreichende mechanische Belastbarkeit, jedoch zeigte sich in Langzeituntersuchungen im Außenbereich eine Anfälligkeit für Erosion durch Wind und eine ausgeprägte Neigung zur Chloridauswaschung mit einhergehender Degradation. Weil keine Formulierung für ein vermarktbare Produkt entwickelt werden konnte, wurden die Versuche 2020 eingestellt.

**Abbildung 7:** Schaumbetonmischer im AFZ (Bild 1) sowie Querschnittsansicht der Sorelzement-Probekörper (Bild 2)



*Bild 1. Schaumbetonmischer*



*Bild 2. zugesägte Probekörper*

## 12 Optimierung der Salzsteuerung

Im vergangenen Jahr wurden in dieser Maßnahmengruppe keine neuen F&E Vorhaben durchgeführt.

## 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.



### **13.1      Versuche zur Mobilisierung von geogen vorhandenen Spurenbestandteilen im Boden**

Die Forschungsarbeiten zur Mobilisierung geogener Spurenbestandteile durch die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg sind abgeschlossen und die entsprechenden Ergebnisberichte liegen vor. Die Erkenntnisse werden im Rahmen der Umsetzung der bisherigen Maßnahmen und ggf. bei der Beantragung weiterer Vorhaben entsprechend berücksichtigt. Ein fortlaufendes Monitoring sowie weitere Maßnahmen werden im Bedarfsfall über den laufenden Betrieb umgesetzt, sodass aktuell keine weiteren Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen geplant sind.

### **13.2      Analytische Versuche mit organischen Aufbereitungshilfsstoffen in einer Salzmatrix**

Aufbauend auf der Weiterentwicklung der Nachweisempfindlichkeit und dem qualitativen und quantitativen Nachweis über eine Kombination von Hochleistungsflüssigkeitschromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie werden ausgewählte Carbonsäuren und ihrer Derivate in konzentrierten Salzlösungen untersucht. Die Bestimmungsgrenzen für die einzelnen Verbindungen konnten in den Bereich von wenigen µg/l herabgesetzt werden.

Die weiteren Untersuchungen zum Abbau dieser Verbindungen wurden im Labor sowie im Freiland ausgeführt. Beide Forschungsansätze wurden im Rahmen einer Kooperation mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg bis Ende 2020 durchgeführt und ausgewertet.

Seit 2019 wurde in diversen Modellversuchen abgeschätzt, welchen Einfluss die Faktoren Temperatur und Licht auf die Abbaubarkeit der aromatischen Carbonsäuren in einem Fließgewässer haben. Diese Versuchsergebnisse zeigten, dass die aromatischen Carbonsäuren einem weitgehend schnellen aeroben Abbau unterliegen. Sommerliche Bedingungen, wie hohe Temperaturen und hohe Lichtintensitäten, führen zur schnellsten Konzentrationsabnahme. Des Weiteren erfolgte der Abbau der aromatischen Carbonsäuren durch verschiedene mikrobielle und chemische Prozesse.

Dem folgte ein umfangreiches einjähriges Monitoring in einem Fließabschnitt der Werra. Das Probenahmegebiet umfasste eine 22,5 km lange Flussstrecke zwischen Philippsthal und Gerstungen, in der zwei Prozessabwassereinleitungen des Werkes Werra liegen. Von den 14 zu untersuchenden aromatischen Carbonsäuren wurden lediglich 5 in der Werra detektiert.

Innerhalb der Fließstrecke wurden Konzentrationsabnahmen bis zu 100 % ermittelt. Die Modellversuche zeigten hingegen langsamere Konzentrationsabnahmen als diese im Realsystem der Werra beobachtet wurden. In aquatischen Ökosystemen ist die Konzentrationsabnahme immer vom Zusammenspiel mehrerer Parameter abhängig. Neben der Wassertemperatur und Anfangskonzentration spielt die Durchflussrate eine entscheidende Rolle. Eine niedrige Durchflussrate im Gewässer führt zu höheren Verweilzeiten und somit zu einer längeren Fließzeit. Die Abbauprozesse sind zeitabhängig, wodurch eine längere Fließzeit die Konzentrationsabnahmen begünstigen.

Zur weiteren Einordnung der Ergebnisse wurde eine Risikobeurteilung der aromatischen Carbonsäuren für die in der Werra gemessenen Konzentrationen durchgeführt. Die ökotoxikologische Wirkung steht in direktem Zusammenhang mit den Umweltkonzentrationen und dem umweltchemischen Verhalten der jeweils betrachteten Verbindung. Dabei erfolgte die Bewertung der Umweltrelevanz anhand einer ökotoxikologischen Risikoanalyse. Unter Berücksichtigung der Umweltkonzentrationen konnte für die aromatischen Carbonsäuren ein akzeptables Risiko (RCR-Wert gemäß der internationalen ‚Risk Characterisation Ratio‘) für das aquatische Ökosystem festgestellt werden.



**Abbildung 8:** Flusswasser-Probenahme auf der Werra



### **13.3 KVP-Vorschlagswesen – aktueller Vorschlag 2020**

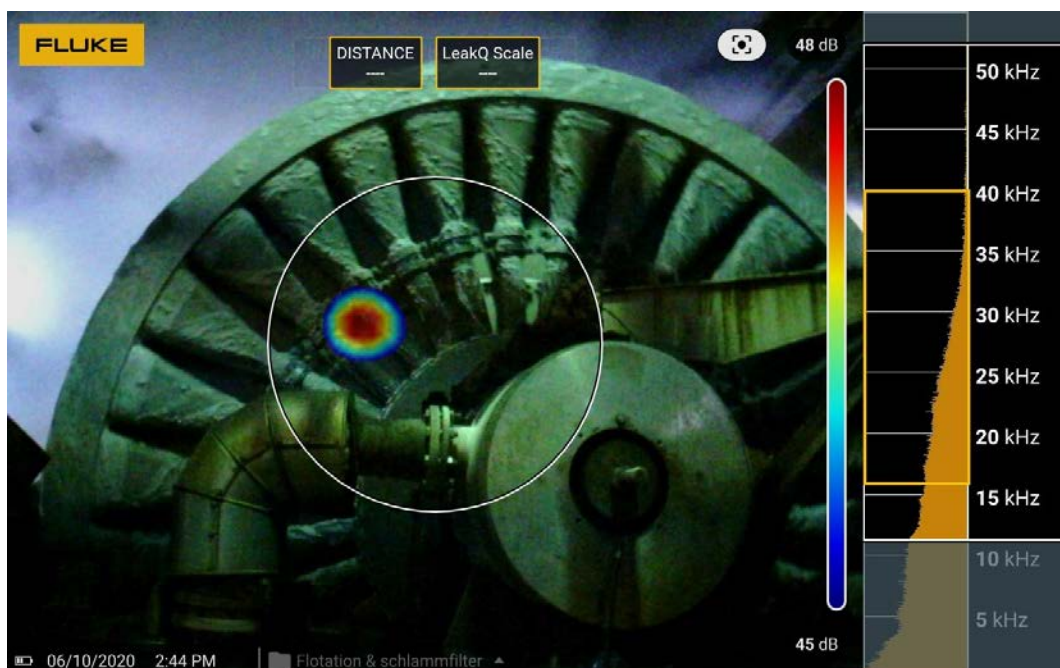
Im Rahmen des K+S-Ideenmanagements werden Verbesserungsvorschläge innerhalb der Prozesskette durch die Mitarbeiter kontinuierlich erfasst (KVP = kontinuierlicher Verbesserungsprozess). Das Vorschlagswesen hat bei K+S Tradition, viele Vorschläge sind umsetzbar und werden prämiert. Ein KVP-Vorschlag des Werkes Werra u.a. zur Reduzierung des Frischwassereinsatzes durch eine präventive Instandhaltung im Produktionsprozess fand wegen seiner breiten Anwendungsmöglichkeiten besondere Beachtung:

Die gezielte Detektion von Leckagen jeglicher Art reduziert den Ressourceneinsatz und macht Prozesse sicherer. Hilfreich bei der Leckageortung sind der Einsatz von Schalltechnologie in Verbindung mit Visualisierungstechnik. Genutzt wird eine portable Schallkamera, welche in der Lage ist durch Leckagen bedingte Strömungsgeräusche über Ultraschallmikrophone zu erfassen und zu visualisieren. In Abhängigkeit der Intensität wird die Leckagequelle im Bild farblich markiert (ähnlich der

Wärmebildtechnologie). Schallquellen lassen sich auf diese Weise dem Ursprung zuordnen. Der Fokus des Einsatzes liegt in der Untersuchung von Druckluft-, Vakuum-, und Dampfsystemen.

Nach Ortung z.B. einer Leckage im Vakuumsystem in Hattorf erfolgte die Optimierung dieser Vakuumsysteme. Durch Steigerung des Vakuums innerhalb der Filtration wird eine bessere Haftlösungsabtrennung erzielt und somit kann der Wassereinsatz in den folgenden Prozessen (Auswaschen ungewollter Produktbestandteile) reduziert werden. Dies führt im direkten Zusammenhang zur Reduzierung des Frischwasserbedarfs im Prozess. Neben der Reduzierung des Wassereinsatz über die Vakuumsysteme können mit der Technologie auch Leckagen im Dampfsystem detektiert und gezielt behoben werden. Dampfleckagen lassen sich auch in unzugänglichen Bereichen bis auf eine Entfernung von 50 m detektieren. In der folgenden Abbildung wird exemplarisch eine defekte Vakuumanbindung eines Trommelzellenfilters gezeigt.

**Abbildung 9:** Aufnahme eines Trommelzellenfilters mit Leckage der Vakuumanbindung im Anbindungsbereich der Saugleitung



## Fazit und Ausblick

Mit dem Jahresbericht 2020 wird der Prozessfortschritt des vergangenen Kalenderjahres verdeutlicht. In den letzten Jahren lag der Schwerpunkt auf Projekten zur Reduzierung der Prozessabwässer. Ein weiterer Schwerpunkt waren Untersuchungen zur geeigneten Konfektionierung, um Prozesswässer zu erhalten, die unter Tage eingestapelt werden können (siehe Kapitel 3.1). Mit Umsetzung des Projektes „Einstapeln von Produktionsabwässern in das Grubenfeld Springen“ wird sich der Fokus der F&E Tätigkeiten verschieben; es ergeben sich zwei Schwerpunkte:

1. Reduktion bzw. Vermeidung von Prozessabwässern, die aufgrund niedriger  $\text{MgCl}_2$ -Konzentration nicht für die Einstapelung konfektioniert werden können (z.B. Spülwässer und sogenannte Kieseritdeckwässer).
2. Reduktion des Anfalls von Haldenwässern, dies wird Schwerpunkt in den F&E Arbeiten im Rahmen der Haldenabdeckung sowie bei Projekten zu innovativen Technologien, insbesondere Membranverfahren im Rahmen der BMBF-Förderung „Wassertechnologien: Wiederverwendung“ sowie Pilot- und „Demonstrationsvorhaben zur Aufbereitung von Neutralsalzlösungen auf Basis von Membrandestillationsprozessen“.

Grundsätzlich zielen auch weiterhin F&E-Aktivitäten darauf ab, eine bessere Ressourceneffizienz zu realisieren und damit u.a. die spezifischen Energiekosten und Umweltauswirkungen zu reduzieren.

## Übersicht der abgeschlossenen F+E Vorhaben

Tabelle 1

<b>Zuordnung*</b>	<b>F&amp;E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 - 2021</b>	<b>Projekt-Ende</b>	<b>Veröffentlichung abgeschlossener Projekte im F&amp;E Jahresbericht</b>
1	Weiterentwicklung und Anpassung des ESTA-Verfahrens		
1.2	Trennung von Stäuben in der ESTA®	2019	2019
2	Vorselektion zur Stofftrennung mit dem Ziel der Verringerung der Abfallmenge		
2.1	Eindampfung von Prozesswässern in der Kainit-Kristallisations-Flotationsanlage (KKF-Anlage) am Standort Hattorf	2018	2019
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		

<b>Zuordnung*</b>	<b>F&amp;E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 - 2021</b>	<b>Projekt-Ende</b>	<b>Veröffentlichung abgeschlossener Projekte im F&amp;E Jahresbericht</b>
4.1	Schütttechnikversuch Werk Neuhoof-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
6	Prüfung von Membranverfahren		
6.1	Forschungsk Kooperation mit H+E zum Einsatz von Nanofiltration in der Salzabwasseraufbereitung	2018	2019
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
8.	Entwicklung von alternativen innovativen Haldenwasserminimierungsmaßnahmen		
8.2	Innovativer Erosionsschutz an der Halde Neuhoof-Ellers	2019	2019
8.3	Errichtung von Poldern auf der Halde Hattorf	2019	2019

Zuordnung*	F&E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 - 2021	Projekt-Ende	Veröffentlichung abgeschlossener Projekte im F&E Jahresbericht
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 Neuhof-Ellers	2018	2018
9.7	Weitere Versuche zur Verwertung von Spülwassern in Hattorf	2019	2019
10	Untersuchung zur Nutzung von Kristallisaten aus Eindampfprozessen		
10.1	KKF Kainit substituiert Kieserit, Versuch in der Sulfatanlage Hattorf	2018	2018
11	Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsfelder		

<b>Zuordnung*</b>	<b>F&amp;E-Vorhaben im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015 - 2021</b>	<b>Projekt-Ende</b>	<b>Veröffentlichung abgeschlossener Projekte im F&amp;E Jahresbericht</b>
11.1	Baustoff Sorelzement	2017	2017
11.2	Endlaugenkalk - Walddüngung	2017	2017
12	Optimierung der Salzsteuerung		
12.1	Entwicklung eines automatisierten Probenvorbereitungssystems	2019	2019
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
13.3	Crowdsourcing (Intern. Ideenwettbewerb) Haldenabdeckung	2019	2019
13.4	Tests zur Schwermetallreduktion in Haldenwässern	2019	2019

\*Zuordnung gemäß des Arbeitsprogramms F+E Vorhaben der Statustabellen im Rahmen des Maßnahmenprogramms 2015-2021





## **7.3 Risikoübersicht der Firma K+S Aktiengesellschaft**



06.01.2021 AG Salzreduzierung / FGG Weser

# Projektrisiken

Stand Q4/2020

# 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)	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)	Areale für Maßnahme C auswählen
8	Keine ausreichenden Materialien für verträgliche Einstapelung vorhanden oder keine Zulassungsfähigkeit zu erwarten (Maßnahme C)	Keine
9	Umlösepotential durch das Einbringen der Lösungen führt zur unverträglichen Schwächung der Festen	Lösungszusammensetzung verändern, alternative Salzformationen wählen, Kapselung, Lösefläche an den Tragelementen verringern

# Projektrisiken Einstapeln und Versatz u. T.

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
10	Auswirkungen von unverträglichen CO <sub>2</sub> -Ereignissen auf das Einstapeln	Areale ohne CO <sub>2</sub> -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)	Keine
14	Durchörterung des Markscheidesicherheitspfeiler	Bau der Leitung über Tage / Einschränkungen „grünes Band“ für neue Vorhaben/Leitungen

# Gesamtbewertung der Projektrisiken

## Einstapeln und Versatz u. T.

- Das Projektrisiko Nr. 11 ist eingetreten. Für die Einhaltung des vorgesehenen Inbetriebnahmetermins (01.01.2022) wäre es erforderlich gewesen, dass die Verschiebung der Markscheide im Oktober 2020 erfolgt wäre und die notwendigen Arbeiten im bisherigen Markscheidesicherheitspfeiler zu dem Zeitpunkt hätten begonnen werden können. Somit kommt es zu einer Verschiebung der Inbetriebnahme um ca. 2 Monate.
- Die Risiken haben unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten. Für die relevanten Risiken bestehen Gegensteuerungsmaßnahmen, so dass diese beherrschbar sind.
- Diese Einschätzung beruht auf der Sicht von K+S und berücksichtigt nicht die abschließende Bewertung durch Genehmigungsbehörden oder deren Fachgutachter.
- Die Zustimmung in Thüringen und Hessen zur Änderung des Staatsvertrages ist im Dezember 2020 erfolgt. Eine Ratifizierung der Änderung (**spätestens im Februar 2021**) wird erwartet.

# Projektrisiken Haldenabdeckung Werk Werra

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
1	Versagen der Genehmigungen oder Anordnung der Einstellung des Betriebs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführliche Voruntersuchungen und begleitende Untersuchungen</li> <li>• laufende Prüfung von Alternativmaterialien</li> <li>• laufende Prüfung von Alternativen zur Abdeckung</li> <li>• Fachgespräche mit Behörden</li> </ul>
2	Schadlose Verwertung des vorgesehenen Abdeckungsmaterials kann nicht nachgewiesen werden (wenn nötig) – Genehmigung wird versagt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• umfangreiche Laboruntersuchungen zum Eluationsverhalten (auch Langzeitverhalten)</li> <li>• Gutachten zur schadlosen Verwertung (Staub, Grundwasser, Abwasser)</li> <li>• Untersuchungen zur Schadstoffaufnahme durch Pflanzen</li> <li>• laufende Suche nach / Prüfung von unbelasteten Alternativmaterialien</li> <li>• Bei Bedarf technische Sicherungen</li> </ul>
3	Technische Eignung (z.B. Schüttverhalten, Standsicherheit) des Abdeckmaterials ist im Feldversuch nicht gegeben. Standsicherheit kann im Versuch bzw. langfristig nicht nachgewiesen werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen</li> <li>• Sicherheitszone außerhalb des Haldengrabens</li> <li>• Laborversuche/Untersuchungen/Modellierungen</li> <li>• regelmäßige Befahrung</li> <li>• ständiges Monitoring</li> <li>• Definition standsicherer Materialmischungen</li> <li>• stufenweise Entwicklung der Abdeckung</li> </ul>
4	Materialmengen sind logistisch nicht handelbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Lager- und Transportmöglichkeiten</li> <li>• Abdeckung nur mit geringeren Mengen → längere Abdeckdauer</li> </ul>

# Projektrisiken Haldenabdeckung Werk Werra

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



# Projektrisiken Haldenabdeckung Werk Werra

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
9	Hoher Nachsorgeaufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstheilendes Material</li> <li>• gezielte Förderung einer effektiven Begrünung</li> <li>• Ausreichende Vergleichmäßigung der Restdurchsickerung (Topabdeckung)</li> </ul>
10	Aufstandsfläche für Abdeckung nicht ausreichend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (falls erforderlich)</li> <li>• Ableitung und Umsetzung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen für Umweltauswirkungen</li> <li>• umfangreiches Monitoringkonzept</li> </ul>
11	Ungleichmäßiges Auflösen des Rückstandsalzes unter der Abdeckung – Einbrüche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst homogenes Material</li> <li>• gleichmäßige Begrünung</li> <li>• selbstheilendes Material</li> <li>• Verfüllung von Rissen, Rinnen, Senken</li> <li>• Ausreichende Vergleichmäßigung der Restdurchsickerung (Topabdeckung)</li> <li>• Berücksichtigung von Materialübergängen im technischen Konzept</li> </ul>
12	Technische Probleme beim Polderbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• angepasste Planung des Polderbaus</li> <li>• Ersatz durch andere Abdeckmaßnahmen</li> </ul>
13	Verfügbarkeit (in Werksnähe) Zuschlagstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abdeckung Teilflächen</li> <li>• Ausweichen auf andere Materialien (grundsätzlich verschiedene Zuschlagstoffe anwendbar)</li> <li>• Vergrößerung des Suchraums für Anbieter</li> </ul>
14	Zuschlagstoffe nicht zulassungsfähig – Genehmigung wird versagt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zum Nachweis der Schadlosigkeit</li> <li>• Ausweichen auf andere Materialien (grundsätzlich verschiedene Zuschlagstoffe anwendbar)</li> </ul>

# Projektrisiken Dickschichtabdeckung/ Haldenwasserminimierungsmaßnahmen Neuhof-Ellers

## Neues Konzept: „Dickschichtabdeckung (Boden-Bauschutt-Abdeckung)“

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
<i>Dickschichtabdeckung (Abdeckung mit Boden und Bauschutt)</i>		
1	Versagen der Genehmigungen oder Anordnung der Einstellung des Betriebs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführliche Voruntersuchungen und begleitende Untersuchungen</li> <li>• Laufende Prüfung von Alternativmaterialien</li> <li>• Laufende Prüfung von Alternativen zur Abdeckung</li> <li>• Fachgespräche mit Behörden</li> </ul>
2	Materialverfügbarkeit ist wider Erwarten nicht gegeben (aktuelle Verfügbarkeit laut Marktstudie gegeben)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ständige Verfolgung der Marktentwicklung und der technischen Entwicklung</li> <li>• Flexibilität durch Erforschen mehrerer, einsatzfähiger Materialien (Alternative Abdeckmaterialien)</li> <li>• Bestimmung von „Bandbreiten“ für relevante Parameter (Standicherheit, Schadstoffgehalte, ...)</li> <li>• Streckung des Abdeckzeitraums</li> </ul>
3	Materialmengen sind logistisch nicht handelbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Lager- und Transportmöglichkeiten</li> <li>• Abdeckung nur mit geringeren Mengen → längere Abdeckdauer</li> </ul>
4	Aufstandsfläche für Abdeckung nicht ausreichend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung und Umsetzung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen für Umweltauswirkungen</li> <li>• Anpassungen im technischen Konzept (Versteilung des Böschungswinkels unter der Voraussetzung der Standfestigkeit)</li> </ul>
5	Ausbleibende Vegetation (in Teilbereichen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (gezielte) Bewässerung</li> <li>• (gezielte) Düngung</li> <li>• Nachsaat</li> <li>• Spezielle Pflanzenansaat in Teilbereichen</li> <li>• Oberflächenbearbeitung (Aufrauung, Begrünungsmatten)</li> </ul>

# Projektrisiken Dickschichtabdeckung/ Haldenwasserminimierungsmaßnahmen Neuhoof-Ellers

## Neues Konzept: „Dickschichtabdeckung (Boden-Bauschutt-Abdeckung)“

Nr.	Beschreibung	Steuerungsmaßnahme
<i>Dickschichtabdeckung (Abdeckung mit Boden und Bauschutt)</i>		
6	Infrastruktur innerhalb der Aufstandsfläche der Abdeckung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung von Alternativen</li> <li>• Umlegung Infrastruktur</li> </ul>
7	Ungleichmäßiges Auflösen des Rückstandsalzes unter der Abdeckung – Einbrüche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtschichten</li> <li>• Möglichst homogenes Material</li> <li>• Gleichmäßige Begrünung</li> <li>• Verfüllung von Rissen, Rinnen, Senken</li> <li>• Berücksichtigung von Materialübergängen im technischen Konzept</li> </ul>
8	Schadlose Verwertung des vorgesehenen Abdeckungsmaterials kann nicht nachgewiesen werden (wenn nötig)– Genehmigung wird versagt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfangreiche Laboruntersuchungen zum Eluationsverhalten (auch Langzeitverhalten)</li> <li>• Gutachten zur schadlosen Verwertung (Staub, Grundwasser, Abwasser)</li> <li>• Untersuchungen zur Schadstoffaufnahme durch Pflanzen</li> <li>• Laufende Suche nach / Prüfung von unbelasteten Alternativmaterialien</li> <li>• Bei Bedarf technische Sicherungen</li> </ul>
9	Technische Eignung (z. B., Standsicherheit) des Abdeckmaterials, Standsicherheit kann im Versuch nicht nachgewiesen werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefährdung von Menschen ist technisch und organisatorisch auszuschließen</li> <li>• Sicherheitszone außerhalb des Haldengrabens</li> <li>• Laborversuche/Untersuchungen/Modellierungen</li> <li>• Regelmäßige Befahrung</li> <li>• Ständiges Monitoring</li> <li>• Definition standsicherer Materialmischungen</li> <li>• Bermenanzahl</li> </ul>

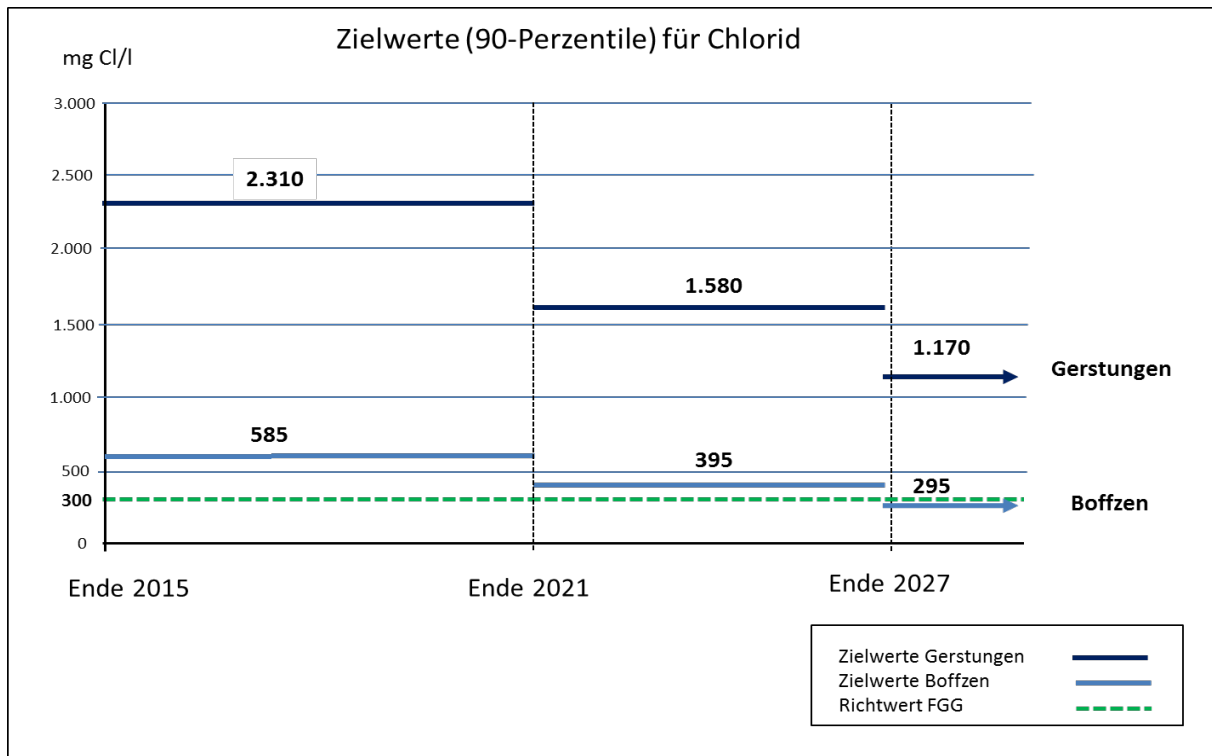
# Gesamtbewertung der Projektrisiken

## Haldenabdeckung

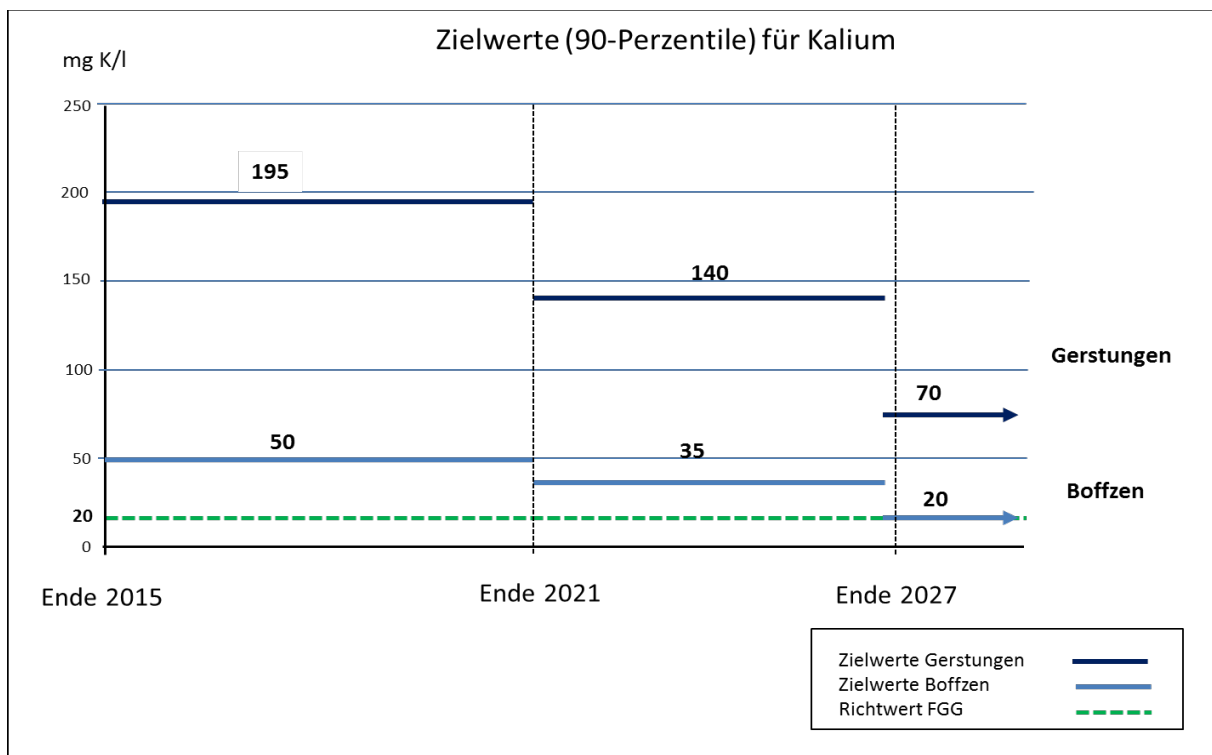
- Die Risiken haben unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten. Für alle Risiken bestehen Gegensteuerungsmaßnahmen, so dass diese beherrschbar sind.
- Diese Einschätzung beruht auf der Sicht von K+S und berücksichtigt nicht die Bewertung durch Genehmigungsbehörden oder deren Fachgutachter.
- Die Abdeckung im Dickschichtverfahren ist Stand der Technik für mittelgroße Halden, konzeptionelle Anpassungen für Neuhof-Ellers sind möglich.
- Die schadlose Verwertung der Abdeckmaterialien ist Grundvoraussetzung für die Genehmigungsfähigkeit.

## **7.4 Zielwertkonzept der FGG Weser**

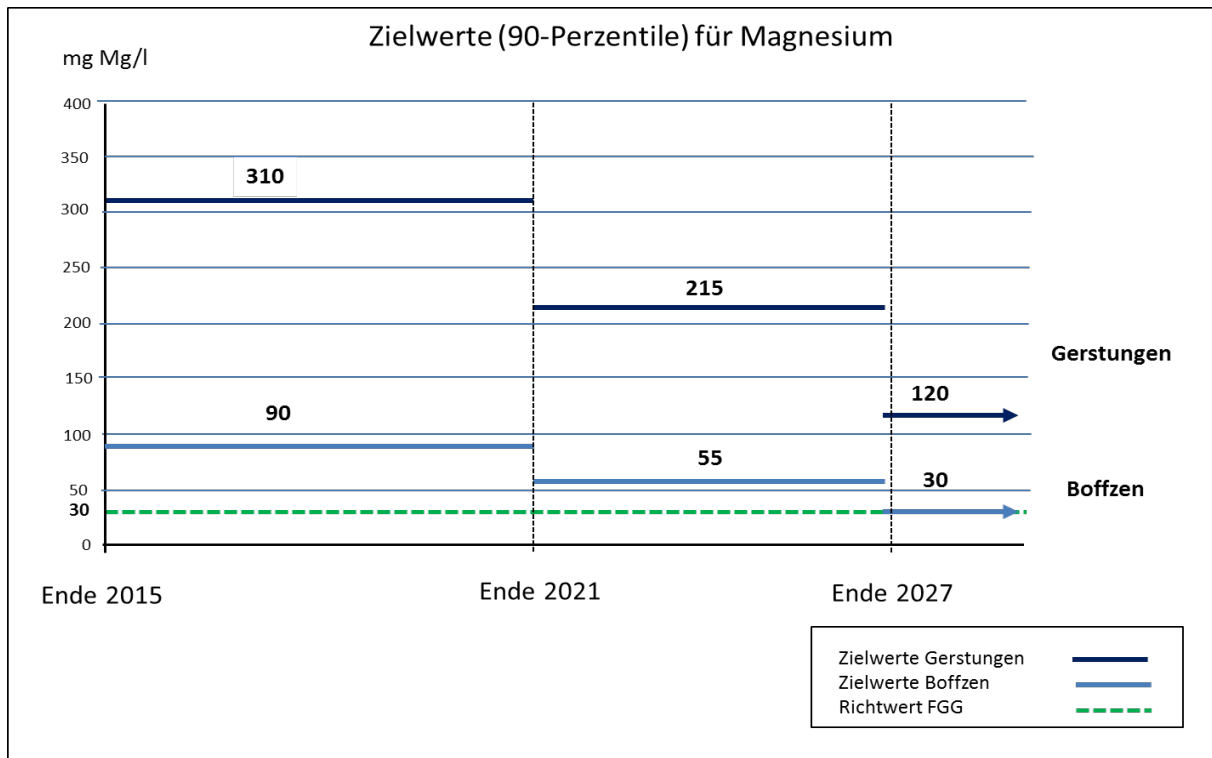




Festlegung von Zielwerten für die Pegel Gerstungen und Boffzen hinsichtlich der Chloridkonzentration (FGG Weser, 2016a)



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)