



## Integriertes Maßnahmenkonzept für das hessisch-thüringische Kalirevier

Gemäß § 3 der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung  
zwischen dem Land Hessen, dem Freistaat Thüringen  
und der K+S KALI GmbH



<b>1. Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>4</b>
<b>2. Einführung in die Salzabwasserthematik der Kaliindustrie an Werra und Fulda</b>	<b>5</b>
2.1 Zusammenhang zwischen Einleitung und Versenkung von Salzabwässern	6
2.2 Geologische und hydrogeologische Situation im Werragebiet	12
<b>3. Beschreibung der bisherigen Versenkung in den Plattendolomit</b>	<b>15</b>
3.1 Geologische und hydrogeologische Grundlagen	18
3.2 Entwicklung der bisherigen Versenkung	20
3.3 Grundwassermonitoring im Rahmen der Versenkung	23
3.4 Grundwassermodell „Werra 2008“	24
3.5 Versenk- und Trinkwassergewinnungsgebiete im Werra-Kaligebiet	28
3.6 Entwicklung und Auswirkung der diffusen Einträge in die Werra unter Einbeziehung aerogeophysikalischer Messungen	32
<b>4. Maßnahmenpaket Grundwasser- und Gewässerschutz bis 2015</b>	<b>42</b>
4.1 Herstellung eines länderübergreifenden Salzabwasserverbunds und Aufbau einer länderübergreifenden Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS)	44
4.1.1 Grundlagen der NIS	46
4.1.2 Berechnungen	71
4.1.3 Herstellung eines länderübergreifenden Salzabwasserverbunds	78
4.1.4 Funktionsprinzip der NIS	83
4.1.5 Fazit NIS	106
4.2 Bau einer Anlage zur Eindampfung von Magnesiumchloridlösung am Standort Unterbreizbach	108
4.2.1 Kalte Vorzersetzung (KVZ)	110
4.2.2 Eindampfanlage	112
4.2.3 Dampfkessel	114
4.3 Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren am Standort Hattorf	115
4.4 Bau einer Lösungstiefkühlanlage (LTK) für Salzlösungen am Standort Hattorf	118
4.5 Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall	121

4.6	<b>Effekte des Maßnahmenpakets</b>	<b>126</b>
5.	<b>Durchzuführende Genehmigungsverfahren</b>	<b>131</b>
5.1	<b>Maßnahmen am Standort Unterbreizbach</b>	<b>131</b>
5.2	<b>Maßnahmen am Standort Hattorf</b>	<b>132</b>
5.3	<b>Maßnahme am Standort Wintershall</b>	<b>133</b>
5.4	<b>Standortübergreifende Maßnahme: Neue Integrierte Salzabwassersteuerung</b>	<b>134</b>
5.5	<b>Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung</b>	<b>134</b>
5.6	<b>Integrale wasserrechtliche Erlaubnis</b>	<b>135</b>
6.	<b>Prüfung weiterer Maßnahmen</b>	<b>137</b>
6.1	<b>Forschung und Entwicklung</b>	<b>137</b>
6.1.1	Steinsalzvorabtrennung	138
6.1.2	Eindampfung weiterer magnesiumchloridreicher Lösungen	138
6.1.3	Verbringung von magnesiumchloridreichen Lösungen unter Tage	139
6.1.4	Verwertung der Rückstandshalden in der Nachbetriebsphase	139
6.1.5	Optimierte Salzlaststeuerung	139
6.1.6	Haldenwasserminimierung	140
6.2	<b>Standortferne Einleitung</b>	<b>140</b>
6.2.1	Prüfkriterium: Ökologische Sinnhaftigkeit	141
6.2.2	Prüfkriterium: Genehmigungsfähigkeit	143
6.2.3	Prüfkriterium: Gemeinsamer politischer Wille	144
6.2.4	Prüfkriterium: Wirtschaftliche Zumutbarkeit und Verhältnismäßigkeit	145
7.	<b>Integriertes Maßnahmenkonzept: Abstimmung und Ausblick</b>	<b>147</b>
8.	<b>Anhang</b>	<b>149</b>
8.1	<b>Berechnungsgrundlagen</b>	<b>149</b>
8.1.1	Monatlicher Salzabwasseranfall des Werkes Werra	149
8.1.2	Chemische Zusammensetzung der Salzabwässer (Stand 2008)	151
8.1.3	Effekte des Salzabwasserverbunds (SAV)	153
8.1.4	Bisheriges Versenkvolumen der Standorte Hattorf und Wintershall	157
8.1.5	Derzeitiges Beckensystem des Werkes Werra	157
8.2	<b>Bauzeitenpläne</b>	<b>159</b>

## 1. Einleitung und Zielsetzung

Das Land Hessen, der Freistaat Thüringen und die K+S KALI GmbH (K+S) haben auch vor dem Hintergrund der jeweiligen im Jahr 2007 gefassten Landtagsbeschlüsse am 04.02.2009 eine öffentlich-rechtliche Vereinbarung (ÖRV) über einen Gesamtrahmen für eine nachhaltige Kaliproduktion in Hessen und Thüringen abgeschlossen. Darin wurde Folgendes vereinbart: *„Die Vertragspartner bekennen sich gemeinsam zu dem Ziel, die Kaliproduktion in Hessen und Thüringen auf dem heutigen Produktionsniveau im Sinne eines nachhaltigen wirtschaftlichen Handelns und eines schonenden Umgangs mit der Umwelt für die künftigen Jahrzehnte fortzusetzen und zu sichern.“* Für die beiden Landesregierungen und K+S sind hierbei Ökologie, Ökonomie und soziale Verantwortung gleichrangig.

Ein wesentliches Ziel der Vereinbarung ist es, dem Unternehmen durch längerfristige integrale wasserrechtliche Erlaubnisse die für den dauerhaften Erhalt der Kaliproduktion in Hessen und Thüringen erforderliche Planungs- und Investitionssicherheit zu verschaffen.

Wie in der ÖRV vorgesehen, hat K+S eine Gesamtstrategie zur Verminderung von Umweltbelastungen erarbeitet und sie fristgerecht zum 31.05.2009 den Vertragspartnern sowie den Mitgliedern des Runden Tisches „Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion“ vorgelegt. Diese zeigt insbesondere auf, wie die bisherige Form der Versenkung flüssiger Rückstände bis zum Jahr 2015 in Hessen beendet und eine weitere signifikante Reduzierung bisher anfallender Salzabwässer erreicht werden können. Damit wird die Trendwende bei der Einleitung von Salzabwässern in den Untergrund vollzogen und der Weg zur weiteren Absenkung der für die Einleitung von Salzabwässern in die Werra bestehenden Grenzwerte geöffnet. Darüber hinaus macht die Gesamtstrategie deutlich, welche Schritte und Maßnahmen zur weiteren Verminderung von Umweltbelastungen bis in die Nachbetriebsphase hinein vorstellbar sind.

Auf Grundlage der mit den Ländern abgestimmten Gesamtstrategie haben wir nun ein detailliertes Integriertes Maßnahmenkonzept (IMK) für das hessisch-thüringische Kalirevier und seine einzelnen Standorte erarbeitet. Das IMK wird hiermit – zusammen mit einer überarbeiteten Fassung der Gesamtstrategie, welche die Stellungnahmen der Länder sowie des Runden Tisches berücksichtigt – vorgelegt.

Nach § 3 Abs. 2 ÖRV liegt der Schwerpunkt des IMK auf der detaillierten Darstellung der bis zum Jahr 2015 geplanten Maßnahmen zur Umsetzung unserer Gesamtstrategie. Der Detaillie-

rungsgrad entspricht dem Kenntnisstand zum Vorlagezeitpunkt. Es beschreibt die geplante Umsetzung der vom Runden Tisch empfohlenen und mit den Ländern abgestimmten Einzelmaßnahmen einschließlich der Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) und baut auf der Gesamtstrategie auf. Gesamtstrategie und IMK bilden eine Einheit. Wir beschreiben für jedes Teilprojekt die Zielsetzung, die zum Einsatz kommende Technik, die ökologische Wirkung sowie den Realisierungszeitplan, und wir erläutern die ökologisch-ökonomischen Effekte des Maßnahmenpakets. Durch einen optimierten Zeitplan wollen wir mehr als 90 % der angekündigten Salzabwasserreduktion bereits bis Ende 2012 erzielen.

Für weiterreichende Vorhaben über das Maßnahmenpaket hinaus ergeben sich aus heutiger Sicht gegenüber der Gesamtstrategie keine wesentlich neuen Erkenntnisse. Es bleibt ein vorrangiges Ziel des Unternehmens, auch weiterhin langfristige Entlastungseffekte für die Umwelt zu erreichen.

In einem weiteren Kapitel präzisieren wir inhaltlich die in der Gesamtstrategie genannten Prüfkriterien für eine standortferne Entsorgung von Salzabwässern und beschreiben das weitere Vorgehen.

Gesamtstrategie und IMK bilden die Grundlage für den Inhalt der nun erforderlichen bergrechtlichen, wasserrechtlichen und weiteren Genehmigungen. Diese komplexen Planungs-, Genehmigungs- und Realisierungsanforderungen für die Einzelprojekte des IMK stehen in allen Projektphasen unter hoher zeitlicher Kompression. Für eine zeitgerechte Umsetzung des Maßnahmenpakets ist es unverzichtbar, dass das IMK kurzfristig mit den Ländern Hessen und Thüringen abgestimmt wird. Anschließend müssen die anstehenden Genehmigungs- und Erlaubnisverfahren zügig vorbereitet und durchgeführt werden. Hier sind alle Vertragspartner gefordert.

## **2. Einführung in die Salzabwasserthematik der Kaliindustrie an Werra und Fulda**

Die Diskussionen der vergangenen Monate haben gezeigt, dass die geologischen, hydrologischen und technischen Rahmenbedingungen der Salzabwasserentsorgung und die Zusammenhänge zwischen Einleitung von Salzabwässern in die Werra und Versenkung in den Plattendolomit vielfach nicht bekannt sind. Zum besseren Verständnis wird im Folgenden ein Überblick über diese Grundlagen gegeben.

Die Kalirohsalzgewinnung und -verarbeitung war von Beginn an mit der Frage nach der Entsorgung der Salzabwässer verbunden, denn bei der Aufbereitung und Weiterverarbeitung von Kalirohsalzen entstanden und entstehen unvermeidbar hochkonzentrierte feste und flüssige Rückstände. Das Volumen und die chemische Zusammensetzung der hochkonzentrierten flüssigen Rückstände (Salzabwässer) sind abhängig von der Menge und der mineralogischen Zusammensetzung der verarbeiteten Rohsalze, den verwendeten Aufbereitungsverfahren und der Menge und Art der hergestellten Produkte. Zum besseren Verständnis der im IMK dargestellten Maßnahmen zum Gewässerschutz ist es notwendig, den Hintergrund der Salzabwasserthematik der Kaliindustrie an Werra und Fulda zu kennen.

## **2.1 Zusammenhang zwischen Einleitung und Versenkung von Salzabwässern**

Bei Aufnahme der Kalirohsalzverarbeitung im hessisch-thüringischen Kalirevier gab es für die Entsorgung der Salzabwässer nur den Weg über die Einleitung in die Fließgewässer, insbesondere in die Werra. Die einzelnen Werke konkurrierender Unternehmen besaßen dazu eigenständige Abwässerkonzessionen. Dem kontinuierlich zu entsorgenden Salzabwasservolumen stand jedoch die jahreszeitlich stark schwankende Wasserführung der Werra gegenüber, und in den Anfangsjahren ab 1900 gab es keine abgestimmte Salzabwassereinleitung der einzelnen Werke und Standorte. Dies führte in der Vergangenheit zu teilweise sehr hohen Belastungen der Werra und Weser und sogar dazu, dass die Trinkwassergewinnung aus der Weser in Bremen beeinträchtigt wurde. Bei vollständiger Ausnutzung aller damaligen Abwässerkonzessionen im Werragebiet hätte sich bei Gerstungen bei mittlerer Wasserführung eine Gesamthärte von mehr als 166 °dH und eine Chloridkonzentration von mehr als 3.318 mg/l eingestellt. An der Werramündung wären dies immerhin noch mehr als 94 °dH und 1.888 mg/l Chlorid gewesen.

Als Konsequenz daraus wurde für das Gebiet Werra und Fulda 1913 eine zwischenstaatliche Kaliabwässerkommission ins Leben gerufen. Dieser Kommission war als ausführendes Organ die Amtliche Flussüberwachungsstelle in Vacha, später Gerstungen, zugeordnet.

Im Jahr 1924 wurden den einzelnen Werken ausgehend von einer festgelegten Gesamthärte in Höhe von 23 °dH und einer Chloridkonzentration von 350 mg/l in der Weser bei Bremen neue aufeinander abgestimmte Einleitquoten (Einleitkonzessionen) für Salzabwasser zugewiesen. Sie orientierten sich an der Verarbeitungsmenge des Rohsalzes. Um diese Zielwerte in Bremen

einhalten zu können, mussten in der Werra am Pegel Gerstungen 63,1 °dH Gesamthärte und 1.781 mg/l Chlorid eingehalten werden.

Die in der Folge steigenden Mengen an verarbeitetem Rohsalz sowie die Herstellung hochwertiger Kaliumsulfatdünger führten dazu, dass die Kapazitäten für die Einleitung von Salzabwasser vollkommen ausgeschöpft waren. Insbesondere gab es weiterhin keine befriedigende Lösung für das Missverhältnis zwischen dem kontinuierlichen Salzabwasseranfall und der schwankenden Wasserführung der Werra. In den Einleitkonzessionen wurde der Bau von Stapelbecken verlangt. Dies trug in gewissem Maße zu einer Vergleichmäßigung der Salzabwassereinleitung bei. Damit sollte der kontinuierliche Produktionsbetrieb der Fabriken und der damit verbundene Salzabwasseranfall von den schwankenden Abflüssen der Werra und den damit verbundenen Einleitmöglichkeiten für Salzabwasser entkoppelt und eine an Grenzwerten orientierte Salzabwassereinleitung erreicht werden. Es zeigte sich aber schon damals, dass das notwendige Stapelvolumen mit übertägigen Becken nicht bereitzustellen war. Der in der Folgezeit eingetretene Anstieg der Salzabwasservolumina war sehr viel größer, als dass er durch den Bau von weiteren Becken kompensiert werden konnte. Dies galt insbesondere für Zeiten mit langen Niedrigwasserphasen.

Um die Grenzwerte in der Werra und Weser weiterhin einhalten zu können und eine möglichst gleichmäßige Salzabwassereinleitung zu gewährleisten, musste ein zweiter Entsorgungsweg gefunden werden. Da die Ableitung der Salzabwässer über eine schon 1908 vorgeschlagene Fernleitung nicht zur Verfügung stand, schlug die zuständige Fachbehörde die Versenkung von Salzabwasser in den Untergrund vor. Die geologischen Voraussetzungen für eine Versenkung waren durch das Vorhandensein des dafür geeigneten Plattendolomits im hessisch-thüringischen Kalirevier gegeben. Der Plattendolomit ist hierzu besonders geeignet, wobei seine Aufnahmefähigkeit abhängig ist von seiner Ausdehnung und Mächtigkeit sowie dem Porenvolumen. Nachdem entsprechende Versuche zur Versenkung im Jahr 1925 erfolgreich waren, wurden an allen Werken Versenkbohrungen niedergebracht.

Durch die Versenkung kam es schon früh zu lokal begrenzten Auswirkungen auf das Grundwasser und auf die Oberfläche bzw. die Oberflächengewässer. Die Endlichkeit des Versenkraumes und die lokalen Auswirkungen der Versenkung führten zu der Forderung, dass nur die unbedingt notwendigen Salzabwässer zu versenken seien, die aufgrund der festgelegten Einleitbeschränkung nicht in die Werra eingeleitet werden könnten. Dadurch ergab

sich eine Reihenfolge bei der Nutzung beider Entsorgungswege. Die Einleitung von Salzabwasser in die Werra sollte immer Vorrang vor der Versenkung von Salzabwasser haben. Dies wird auch deutlich bei den in der Vergangenheit vorgenommenen Änderungen der Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte. Durch eine geänderte Rohsalzzusammensetzung in den 1940er Jahren wurde der Chloridgrenzwert in Höhe von damals 1.781 mg/l bei Gerstungen zum begrenzenden Faktor für die Einleitung in die Werra, so dass mehr Salzabwasser versenkt werden musste. Die im Jahre 1942 beschlossene Erhöhung auf einen Chloridgrenzwert von 2.500 mg/l war dabei mit einer Senkung des Härtegrenzwertes von 63,1 auf 50 °dH verbunden. Damit konnten wieder mehr Salzabwässer eingeleitet als versenkt werden. Im Jahre 1947 wurden diese Werte in der letzten Sitzung der Kaliabwässerkommission fortgeschrieben.

Die Teilung Deutschlands ließ eine Fortsetzung der vormals abgestimmten Salzabwasserentsorgung nicht zu. Die Werke in Thüringen hielten die ursprünglichen vorgesehenen Einleitquoten nicht mehr ein, was insbesondere nach der politisch verordneten Einstellung der Versenkung in Thüringen im Jahr 1968 zu extremen Salzkonzentrationen in der Werra führte. Auf der anderen Seite hielten sich die hessischen Werke Hattorf und Wintershall an ihre Aufsalzungsquoten in Höhe von 914 mg/l Chlorid (Pegel Widdershausen). Mit diesen Quoten wurde ihnen gestattet, die bestehende Chloridkonzentration in der Werra um maximal 914 mg/l zu erhöhen. Um die Aufsalzungsquoten einhalten zu können, mussten sie aber aufgrund der stark angestiegenen Salzabwasservolumen sehr hohe Versenkvolumen in Kauf nehmen. Dieses Vorgehen mag aus heutiger Sicht bei den durch die Einleitung der Standorte der damaligen DDR bedingten Chloridkonzentrationen in der Werra von bis zu 40.000 mg/l unverständlich erscheinen. Es erhöhte aber den Druck, Maßnahmen zur Reduzierung des Salzabwasseranfalls zu ergreifen, wenn die Kaliproduktion an der Werra aufrecht erhalten werden sollte. Mit den hohen Versenkvolumen nahm nicht nur der zur Verfügung stehende Versenkraum rapide ab. Auch die Auswirkungen der Versenkung auf das Grundwasser und die Oberflächengewässer traten – vor allem im Werratal – stärker zu Tage.

Die Option des Baus einer Nordseefernleitung zur Lösung der gesamtdeutschen Kaliabwasserfrage wurde letztmalig Anfang der 1980er Jahre von einer Expertenrunde der Bundesrepublik und der damaligen DDR geprüft, aber angesichts der enormen Kosten als unverhältnismäßig und nicht realisierbar verworfen. Somit verblieben für die Entsorgung der Salzabwässer nur die Einleitung in die Werra und die Versenkung in den Plattendolomit.

Als konsequente Folge dieser Entsorgungssituation wurden insbesondere in Hessen salzabwassersparende Aufbereitungsverfahren entwickelt und die Aufbereitungs- und Produktionsprozesse umgestaltet. Vor allem durch die Entwicklung des trockenen ESTA-Verfahrens fand eine Verlagerung von flüssigen zu festen Rückständen statt. Diese werden seitdem auf übertägigen Großhalden (Kompakthalden mit minimiertem Flächenverbrauch) abgelagert.

Durch diese Verlagerung von flüssigen Rückständen zu festen Rückständen konnten die Versenkraten in Hessen von damals rund 20 Mio. m<sup>3</sup>/a auf heute durchschnittlich noch 5 bis 7 Mio. m<sup>3</sup>/a reduziert werden.

Der Rückblick auf die bisherige Salzabwasserentsorgung lässt die grundlegenden Zusammenhänge zwischen der Rohsalzaufbereitung, dem damit verbundenen Anfall von Salzabwasser und den zur Verfügung stehenden Entsorgungswegen (Einleitung in die Werra und Versenkung in den Plattendolomit) erkennen. Eine möglichst umweltverträgliche Entsorgung der nicht vermeidbaren Salzabwässer ist nur in einer zwischen den einzelnen Salzabwassereinleitern abgestimmten und die Randbedingungen der Versenkung und Einleitung berücksichtigenden Art möglich. Mit der Bildung des Werkes Werra aus den selbstständigen Werken Unterbreizbach, Hattorf und Wintershall wurden hierfür die Voraussetzungen geschaffen. Die daraus resultierenden bisherigen Anpassungen der behördlichen Einleit- und Versenkerlaubnisse haben in der jüngeren Vergangenheit zu einer starken Verbesserung hinsichtlich der Auswirkungen der Salzabwassereinleitung in die Werra bei gleichzeitiger Reduzierung der Versenkung geführt. Ab dem Jahr 2000 konnte nach der Umsetzung des abwassertechnischen Konzepts des Bund-Länder-Verwaltungsabkommens aus dem Jahre 1993 der Chloridgrenzwert von 2.500 mg/l in der Werra am Pegel Gerstungen wieder eingehalten werden. Die folgenden Abbildungen 2-1 und 2-2 zeigen die Entwicklungen der Chloridkonzentration und der Gesamthärte in der Werra am Pegel Gerstungen seit dem Jahr 1947 bis Ende 2008.

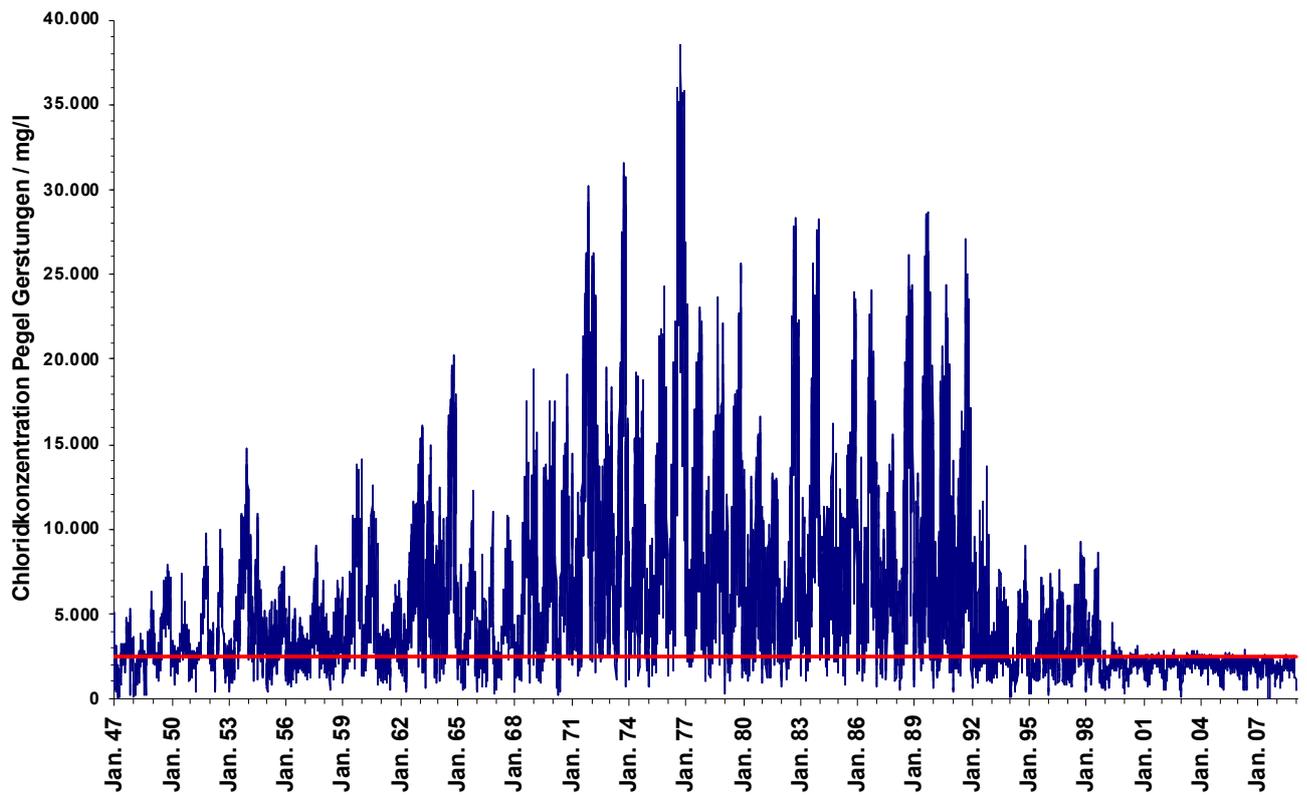
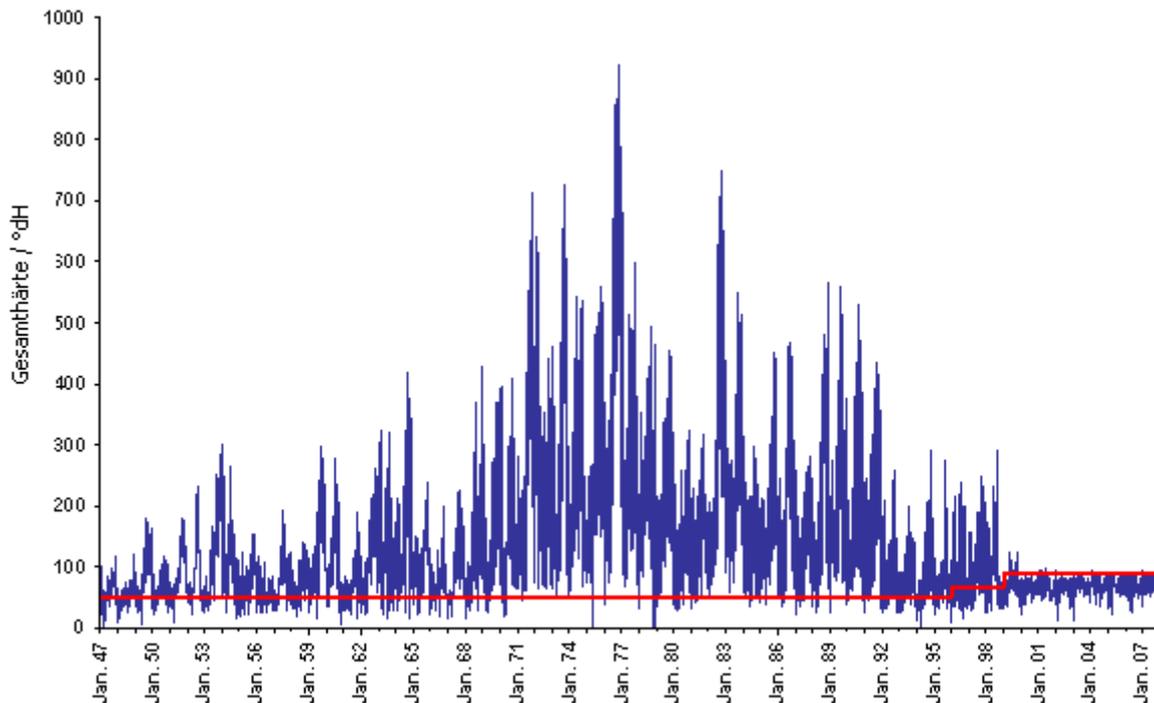


Abb. 2-1: Chloridkonzentration in der Werra am Pegel Gerstungen seit 1947 bis Ende 2008 sowie der festgelegten Chloridgrenzwert in Höhe von 2.500 mg/l (rote Linie)



**Abb. 2-2: Gesamthärte in der Werra am Pegel Gerstungen seit 1947 bis Ende 2008 sowie die jeweiligen Gesamthärtegrenzwerte (rote Linie)**

Die Anhebung des Härtegrenzwertes im Jahr 1999 auf 90 °dH diente insbesondere der Schonung der Versenkräume in Hessen und Thüringen.

Durch die Einhaltung der Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte in Verbindung mit einer vergleichmäßigten Salzabwassereinleitung hat sich das ökologische System, insbesondere in der Werra, ab dem Jahr 2000 stark verbessert. Diese Entwicklung wurde durch jahrelange intensive Untersuchungen von unabhängigen Gewässerökologen nachgewiesen und dokumentiert. Dabei wurde umfangreiches Datenmaterial gesammelt, so dass die Werra heute einer der am besten untersuchten Flüsse in Deutschland ist. Neben diesem Monitoring wurde eine Vielzahl an Laboruntersuchungen durchgeführt, die Grundlage für eine weitere Verbesserung des Gesamtsystems Werra darstellen.

Der bereits begonnene Prozess der Erholung des biologischen Systems ist noch nicht abgeschlossen und kann durch weitere Maßnahmen unterstützt werden. Dazu sind sich bietende Verbesserungspotentiale in Bezug auf die Entsorgung der Salzabwässer auszuschöpfen. Diese Verbesserungspotentiale werden im Folgenden im Zusammenhang mit der Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) beschrieben.

## **2.2 Geologische und hydrogeologische Situation im Werragebiet**

Die geologisch-hydrogeologische Situation im Werragebiet wird im Folgenden skizziert.

Das Werragebiet zwischen Bad Hersfeld und Bad Salzungen wird hauptsächlich durch den Mittleren und Unteren Buntsandstein aufgebaut. Zwischen Bad Salzungen und Gerstungen ist das Werratal in die Buntsandsteinlandschaft eingeschnitten. In der Talau der Werra befinden sich über dem Buntsandstein Kiese und Sande des Quartärs. Sie sind gering mächtig (ca. 10 m) und werden als Porengrundwasserleiter bezeichnet. Die Talhänge, die anschließenden Höhen und auch der tiefere Untergrund der Talauen bestehen aus Gesteinen des Buntsandsteins. Das sind Sandsteine mit unterschiedlichen Anteilen von Tonsteinen. Es sind zudem Kluftgrundwasserleiter mit unterschiedlichen Wasserführungseigenschaften. Der Buntsandstein wird im oberen Abschnitt für die Wasserversorgung genutzt.

Unter dem Buntsandstein liegen die Gesteine des Zechsteins mit dem Versenkhorizont Plattendolomit (10 - 30 m mächtig) und im tieferen Niveau mit dem Zechstein-Salz (bis über 300 m mächtig). Zwischen dem Versenkhorizont und dem Buntsandstein liegen überwiegend wasserundurchlässige Tonsteine. Der Plattendolomit ist ein Kluftgrundwasserleiter, der natürliches Salzwasser enthält.

Zirkulierende Grundwässer haben das im betrachteten Gebiet verbreitete Werra-Steinsalz von den Rändern her aufgelöst (abgelaugt). Das führte zur Ausbildung des um die Lagerstätte laufenden Salzhanges, einer geneigten Fläche zwischen vollständig erhaltenem und vollständig abgelaugtem Salz. Es gibt jedoch auch lokale Ablaugungen des Salzes, die zu Subrosionssenken führen. Diese können von wenigen hundert Metern bis zu mehreren Kilometern Durchmesser haben. Eine der bekanntesten Subrosionssenken ist die von Bad Hersfeld. In Abbildung 2-3 ist die Werralagerstätte mit den Salzablaugungsgebieten schematisch dargestellt.

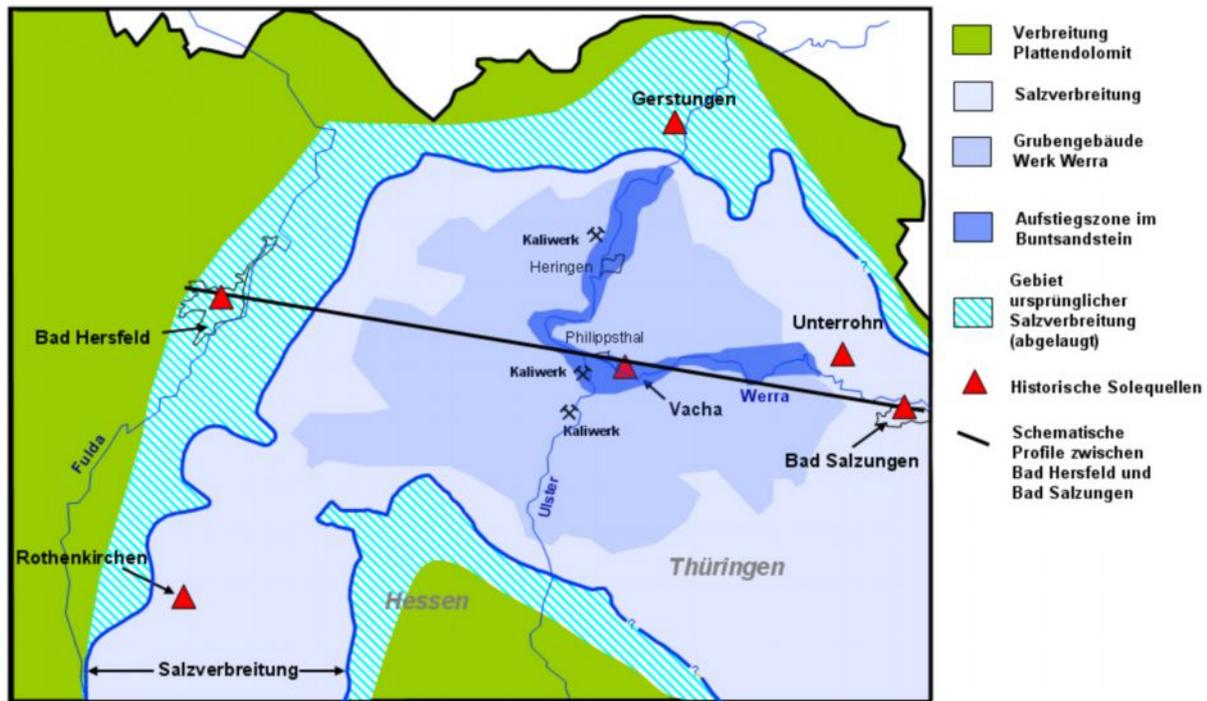


Abb. 2-3: Schematische Darstellung der Werra-Lagerstätte mit Salzablaugungsgebieten

Die beschriebenen Lösungsvorgänge im tiefen Untergrund haben sich in geologischen Zeiträumen vollzogen. Diese Prozesse konnten nur stattfinden, indem niedrig mineralisierte Grundwässer die durchschnittlich 300 m mächtige Salzlagerstätte angelöst und das gelöste Salz abtransportiert haben. Die natürlich aufgesalzene Wässer sind zum Teil im tiefen Untergrund verblieben. Sie haben sich jedoch auch über geologische Schwäche zonen (Störungen und Klüfte) in darüberliegende Schichten wie den Plattendolomit oder den Buntsandstein bewegt. Unter bestimmten Bedingungen konnten und können sie bis an die Erdoberfläche dringen. Bekannte Zeugnisse dafür sind die historischen Salzquellen (Solequellen) von Bad Salzungen und Bad Hersfeld. Sie werden heute noch zu Heil- und Bäderzwecken genutzt. Weitere Solequellen sind in der Abb. 2-3 gekennzeichnet.

Das Vorhandensein natürlich versalzener Wässer war somit schon lange vor Aufnahme der Salzabwasserentsorgung in den tiefen Untergrund durch Versenkung im Plattendolomit (ab 1925) bekannt. Historische Beispiele für natürliche Versalzungen im Plattendolomit und im tiefen Buntsandstein gibt es sowohl für Bad Hersfeld („gemahlter Born“, urkundlich 1518) als auch für Gerstungen (1724 Salzquellen Flur Gerstungen), Bad Salzungen (im Jahre 775) und Vacha (1498). Der natürliche Austrag mineralisierter Grundwässer im Werratal führte zu diffusen Einträgen in die Werra,

Die Abbildung 2-4 zeigt in den Profilabschnitten für Bad Hersfeld und Bad Salzungen die natürlichen, von der Versenkung unbeeinflussten Gegebenheiten.

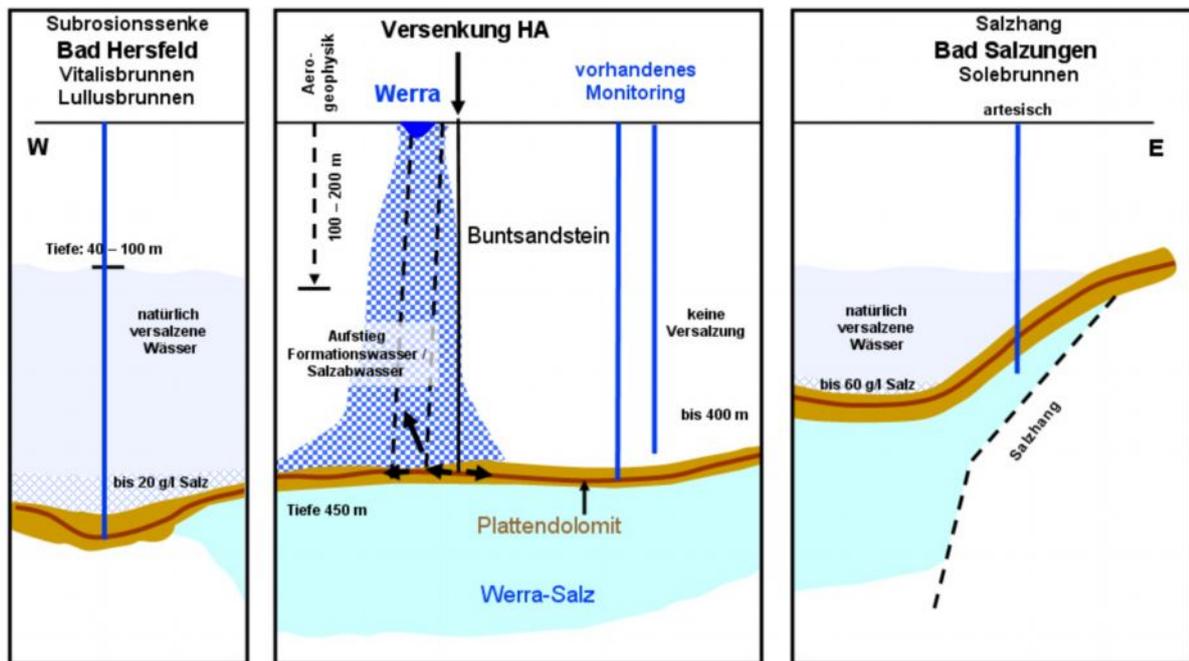


Abb. 2-4: Schematische Profile zwischen Bad Hersfeld und Bad Salzungen entlang der schwarzen Linie in Abbildung 2-3

Die natürlichen Versalzungen auch des tiefen Buntsandsteins schließen Trink- und Brauchwassergewinnungen im oberen Teil des Buntsandsteins nicht aus. Im Gegenteil, hier befinden sich die Hauptgewinnungsanlagen der Region.

Dort, wo die geologische Schichtenfolge nicht gestört wurde, ist auch im tieferen Buntsandstein Trinkwassergewinnung möglich.

Die Aufnahme der Versenkung von Salzabwässern in den Plattendolomit 1925 zeigte in den Folgejahren immer stärkere Auswirkungen vor allem im Werratal. Hier kam es auf geologisch vorgeprägten Störungen durch Verdrängungsprozesse zunächst zu verstärkten Übertritten von natürlich mineralisierten Wässern aus dem Plattendolomit. Später folgten immer stärkere Beimischungen von Salzabwässern.

Die chemische Zusammensetzung der Salzabwässer, die in den Plattendolomit versenkt werden, ist bekannt und unterscheidet sich von den natürlichen Grundwässern. Mit Hilfe eines behördlich festgelegten Grundwasserbeobachtungsprogramms werden die Auswirkungen der

Versenktätigkeit in den verschiedenen Grundwasserleitern und Oberflächengewässern untersucht. Dazu werden den Grund- oder Oberflächenwässern in regelmäßigen Abständen Proben entnommen und chemisch analysiert. Anhand der Ergebnisse lässt sich erkennen, ob eine Beimischung von Salzabwässern vorhanden ist.

Das Grundwasser im gesamten Werragebiet (vgl. Abbildung 2-3) unterliegt seit 1928 diesen Untersuchungen. Jährlich wird das Programm in Form eines Mess- und Beobachtungsplanes von den Behörden geprüft und bei Bedarf angepasst. Die Ergebnisse der festgelegten Untersuchungen werden in Berichten dargestellt und bewertet. Insgesamt gehen die erkannten Auswirkungen der Versenkung im Werratal seit den 1990er Jahren gravierend zurück.

Das Programm beinhaltet auch die im Gebiet genutzten öffentlichen Trinkwasserfassungsanlagen. Seit 1975 wurden von der Behörde verstärkt als potentiell gefährdet eingeschätzte Fassungsanlagen beobachtet. Keine einzige wurde bis heute durch Salzabwässer beeinflusst.

Die Untersuchungen des Beobachtungsprogramms ergeben punktuelle Informationen, die flächenhaft interpretiert werden müssen.

Um eine möglichst gute flächenhafte Aussage über die Grundwasserqualität im Werra-Kaligebiet zu erhalten, wurden in jüngster Vergangenheit (1996/1997 und 2008) aerogeophysikalische Messungen durchgeführt (Hubschrauberelektromagnetik). Die in dieser Größenordnung in der Bundesrepublik einmalige flächenhafte Untersuchung ermöglicht Aussagen über die Verbreitung von Grundwassermineralisationen bis in eine Tiefe von ca. 200 m unter der Erdoberfläche.

Weiterhin wird zur besseren Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse im Werra-Kaligebiet ein räumliches numerisches Grundwassermodell entwickelt. Darauf aufbauend können gezielt weitere Grundwassermessstellen erstellt werden, um sich ergebende Fragestellungen zum Trinkwasserschutz zu klären.

In den nachstehenden Ausführungen werden die Sachverhalte ausführlicher dargestellt.

### **3. Beschreibung der bisherigen Versenkung in den Plattendolomit**

Das Verständnis der Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung ergibt sich aus der Darstellung der Entsorgungsmöglichkeiten für die Salzabwässer in der Vergangenheit. Daher

werden im Folgenden zunächst die bisherige Versenkung in den Plattendolomit und deren Auswirkungen dargestellt.

Zu Beginn der Kalirohsalzaufbereitung standen zur Herstellung von Kalium- und Magnesiumprodukten im Wesentlichen nur das klassische Heißlöseverfahren und die Kieseritwäsche zur Verfügung. Bei der Anwendung des Waschverfahrens entstehen vergleichsweise große Volumen natriumchloridreichen relativ weichen Kieseritwaschwassers. Neben diesem großen Volumen an Kieseritwaschwasser führten auch die Rohsalzzusammensetzung (vor allem aufgrund des Carnallitgehalts) und die Herstellung von chloridfreiem Kaliumsulfatdünger, ohne dessen Herstellung eine wirtschaftliche Kaliaufbereitung im Werrarevier nicht möglich gewesen wäre, zu weiteren flüssigen Rückständen in großem Umfang.

Die großen Salzabwasservolumen, die bei der im Jahr 1900 aufgenommenen Kaliproduktion im hessisch-thüringischen Kalirevier entstanden, wurden zu Beginn nur über die Einleitung in die Werra entsorgt. Das Salzabwasser fiel dabei produktionsbedingt kontinuierlich während des ganzen Jahres an. Die Einleitung des Salzabwassers führte in Verbindung mit der erheblich schwankenden Wasserführung der Werra zu einer starken Belastung des ökologischen Systems in Werra und Weser. Insbesondere in Zeiten niedriger Wasserführung konnte auch die Trinkwassergewinnung der Unterlieger beeinträchtigt werden, was sich besonders in Bremen auswirkte. Daher entwickelte die Kaliindustrie an der Werra auf Vorschlag der damaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt Mitte der 1920er Jahre einen zweiten Entsorgungsweg, die Versenkung von Salzabwasser in den Plattendolomit.

Der Plattendolomit ist eine von Natur aus Salzwasser führende, klüftige und teilweise verkarstete Gesteinsschicht, die seit 1925 für die Aufnahme von Salzabwasser aus der Kalirohsalzaufbereitung genutzt wird.

Mit der Aufnahme der Einleitung (Versenkung) in den Plattendolomit standen somit zwei Entsorgungswege für die kontinuierlich anfallenden Salzabwässer aus der Kalirohsalzaufbereitung zur Verfügung. Dadurch bestand die Möglichkeit, Qualitätsziele im Oberflächengewässer unabhängig von den jeweiligen Abflussverhältnissen der Werra ohne Einschränkung der Produktion einzuhalten. War eine Einleitung von Salzabwasser in die Werra aufgrund der Ausschöpfung der zugelassenen Einleitquoten erreicht, so konnten die nicht einleitbaren Salzabwässer in den Plattendolomit versenkt werden.

Die im Plattendolomit vorhandenen natürlichen Salzwässer, auch geogenes Grundwasser oder Formationswasser genannt, sind durch Lösevorgänge in der 250 Mio. Jahre alten Zechstein-

lagerstätte – hauptsächlich in den Randbereichen – entstanden. In geologischen Zeiträumen entstanden so Salzwassermengen im Umfang von vielen 100 Mio. m<sup>3</sup>. Diese Vorkommen sind durch damit verbundene Solequellen seit historischer Zeit bekannt und spiegeln sich u. a. in Orts- und Flurbezeichnungen wider, wo diese geogenen Salzwässer schon früher an die Oberfläche drängten und häufig zur Salzgewinnung oder als Heilquellen genutzt wurden.

Der Plattendolomit hat ein großes, aber dennoch endliches Speichervolumen. Im Jahr 1976 wurde die Kapazität des hessischen Anteils mit 1.090 Mio. m<sup>3</sup> bestimmt (Untergruppe „Versenkung“ des Interministeriellen Arbeitskreises „Schadlose Beseitigung der Produktionsrückstände der Kaliindustrie“). Daher ist die Nutzung des Plattendolomits in der bisherigen Form nicht auf unbegrenzte Zeit möglich. Das für eine Versenkung nutzbare Volumen (V) im Plattendolomit kann anhand der Parameter Fläche (A), durchschnittliche Mächtigkeit (M) und Porositätswert (n) des Plattendolomits nach folgender Beziehung abgeschätzt werden:

$$V = A \cdot M \cdot n$$

mit

V = nutzbares Versenkvolumen in m<sup>3</sup>

A = Fläche des Plattendolomits in m<sup>2</sup>

M = Mächtigkeit in m

n = Porosität (dimensionslos)

Dabei wird die Fläche, die durch Versenklösungen theoretisch erreicht werden kann, über die von der Versenkung druckbeeinflussten Areale definiert. Die Werte für die durchschnittliche Mächtigkeit und die Porosität des Plattendolomits beruhen auf Erkundungsergebnissen, die von punktuellen Aufschlüssen (z. B. Bohrungen) in die Fläche übertragen wurden.

Mit der Versenkung von Salzabwasser sind auch nachteilige Effekte an der Erdoberfläche verbunden, vor allem durch den mittelbaren Eintrag von versalztem Grundwasser in die Werra über die sogenannten diffusen Einträge.

Auch die Aufsatzungsregelung für die damaligen Kaliwerke Hattorf und Wintershall begrenzte die Einleitmöglichkeit von Salzabwässern in die Werra. Deshalb stand die hessische Kaliindustrie schon früh vor der Herausforderung, den Salzabwasseranfall drastisch zu reduzieren. Dies galt insbesondere vor dem Hintergrund der Entscheidung, die Anfang der

1980er Jahre geplante Salzabwasserleitung zur Nordsee aus Kostengründen und wegen ökologischer Bedenken nicht zu realisieren.

Der begrenzte Versenkraum und die begrenzte Einleitmöglichkeit bei Wegfall der Option einer Pipeline an die Nordsee erzwang eine gravierende Umstellung der Produktions- und Aufbereitungsprozesse auf den hessischen Standorten. Durch die Entwicklung und Einführung der abwasserarmen Aufbereitungsverfahren Flotation und ESTA konnte der ursprüngliche Salzabwasseranfall erheblich reduziert werden. Dies erlaubte es, die vorhandenen Entsorgungswege Einleitung in die Werra und Versenkung nach Möglichkeit bis zur Erschöpfung der Lagerstätte weiter zu nutzen.

In Thüringen war es erst nach der Wiedervereinigung möglich, den Anfall von Salzabwasser wesentlich zu verringern. Dazu schlossen die Werra-Weser-Anrainer-Länder und der Bundesregierung ein Bund-Länder-Abkommen. Die technische Grundlage dieses Verwaltungsabkommens bildete das nach der Wende entwickelte „Abwassertechnische Konzept“. Die wesentlichen Eckpunkte dieses Konzepts waren der Aufbau einer Rückstandsaufbereitung und die Einführung des Spülversatzes am Standort Unterbreizbach sowie die Schaffung eines sogenannten "Pufferspeichers Gerstunger Mulde" für Salzabwässer im Plattendolomit.

### **3.1 Geologische und hydrogeologische Grundlagen**

Die Salzabwasserversenkung in den Plattendolomit geht auf einen Vorschlag der Preußischen Landesgeologen F. Beyschlag und E. Fulda (1921) zurück. Grundsätzlich war den Autoren die mit der Versenkung verbundene Verdrängung des Plattendolomitwassers bekannt, woraus jedoch keine Gefährdung z. B. der Trinkwassergewinnung abgeleitet wurde. Um dennoch sicherzustellen, dass es zu keinen gravierenden negativen Auswirkungen auf andere Grundwasserleiter kommt, wurde unter behördlicher Kontrolle schon früh ein Monitoring in Form von Grundwassermessstellen (GWM) und der Überwachung von Quellen etc. eingerichtet.

Im Werra-Kaligebiet können nach Abbildung 3-1 drei Hauptgrundwasserleiter unterschieden werden.

1. Der Plattendolomit mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 20 m hat die höchsten Bereiche in einer Tiefe von etwa 250 m unter der Erdoberfläche. Er fällt vom Bereich der Werra generell nach Süden hin ab und erreicht mehr als 1.000 m Tiefe.

Diese Schicht ist ein gut geklüfteter Kalk- und Dolomitstein mit Verkarstungserscheinungen, die einen regionalen Grundwasserleiter bildet. Der Plattendolomit führt nach natürlichen Lösungsvorgängen in großen Teilen des Werra-Kaligebiets ein salzhaltiges Wasser, das nicht zur Trinkwassergewinnung geeignet ist.

2. Der Mittlere und der Untere Buntsandstein sind aus über 500 m mächtigen Sandsteinen und Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen aufgebaut. Es handelt sich ebenfalls um einen Kluftgrundwasserleiter bzw. –geringleiter mit unterschiedlichen Ergiebigkeiten. Zwischen dem Buntsandstein und dem Plattendolomit befinden sich bis 50 m mächtige, zum großen Teil abdichtende Tonschichten des Zechsteins. Der Buntsandstein erstreckt sich von wenigen Metern unter der Erdoberfläche bis in größere Tiefen. Aus den oberen 150 m wird Trink- bzw. Brauchwasser gewonnen. Im unteren Bereich des Unteren Buntsandsteins können, wie im Plattendolomit, natürlich versalzene Wässer vorhanden sein und zwar überall dort, wo die abdichtenden Tonschichten gestört sind.

3. Quartäre Lockersedimente (Kies, Sand) sind besonders in den Tal- und Fluss-Auen verbreitet. Diese Schicht ist ein Porengrundwasserleiter, der dem Buntsandstein direkt aufliegt und mit dessen Grundwasser in Verbindung steht.

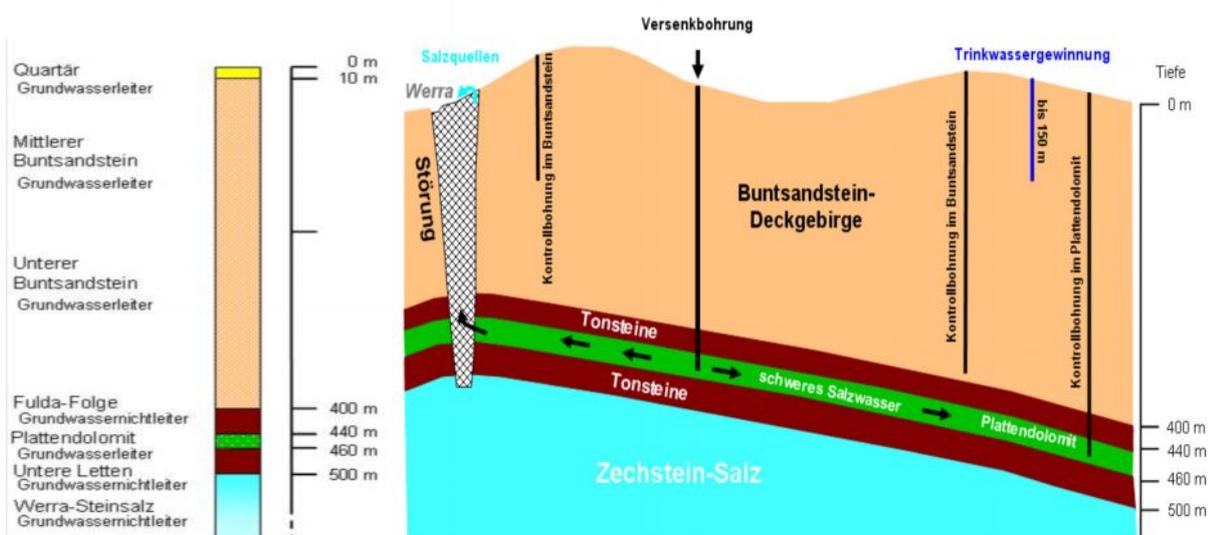


Abb. 3-1: Geologisch-hydrogeologische Prinzipskizze Versenkung

Das Prinzip der Salzabwasserversenkung beruht auf den unterschiedlich hohen Salzgehalten und den damit verbundenen unterschiedlich hohen Dichten der Flüssigkeiten. Die Salzabwässer sind hochkonzentriert und haben damit eine höhere Dichte. Sie sind also „schwerer“ als das im Plattendolomit befindliche, „leichtere“, natürlich versalzene Grundwasser. Durch Bohrungen werden die Salzabwässer in den Plattendolomit geleitet und breiten sich durch ihre Dichte, den Druck der Wassersäule und zusätzlichen Druck in der Versenkbohrung aus. Sie mischen sich teilweise mit den natürlichen Wässern und verdrängen sie in andere Gebiete.

Die Ausbreitung der Salzabwässer im Plattendolomit wird durch Beobachtungsbohrungen im Umkreis um die Versenkgebiete kontrolliert (siehe Abbildung 3-2). Die Kontrolle erfolgt nach einem behördlich festgelegten Plan und umfasst die Überwachung des Drucks (Grundwasserspiegel) und die chemische Zusammensetzung des Grundwassers im Versenkhorizont Plattendolomit.

Da sich die natürlichen Plattendolomitwässer in ihrer chemischen Zusammensetzung wesentlich von den versenkten Salzabwässern unterscheiden, kann über die Beobachtungsbohrungen verlässlich festgestellt werden, in welchem Gebiet und mit welcher Zusammensetzung („weich“ bzw. „hart“) sich die versenkten Salzabwässer befinden.

Das Grundwasser wird auch in den anderen Hauptgrundwasserleitern beobachtet, um etwaige Auswirkungen der Salzabwasserversenkung erfassen zu können. Mit den Ergebnissen der Grundwasserüberwachung durch Bohrungen im Plattendolomit (von Salzabwässern stofflich beeinflusste Räume), den geologischen Informationen über eine Mächtigkeit dieser Gesteinsschicht und einer für das Gebiet ermittelten durchschnittlichen Porosität wurde in der Vergangenheit das von Abwässern in Anspruch genommene Hohlraumvolumen berechnet.

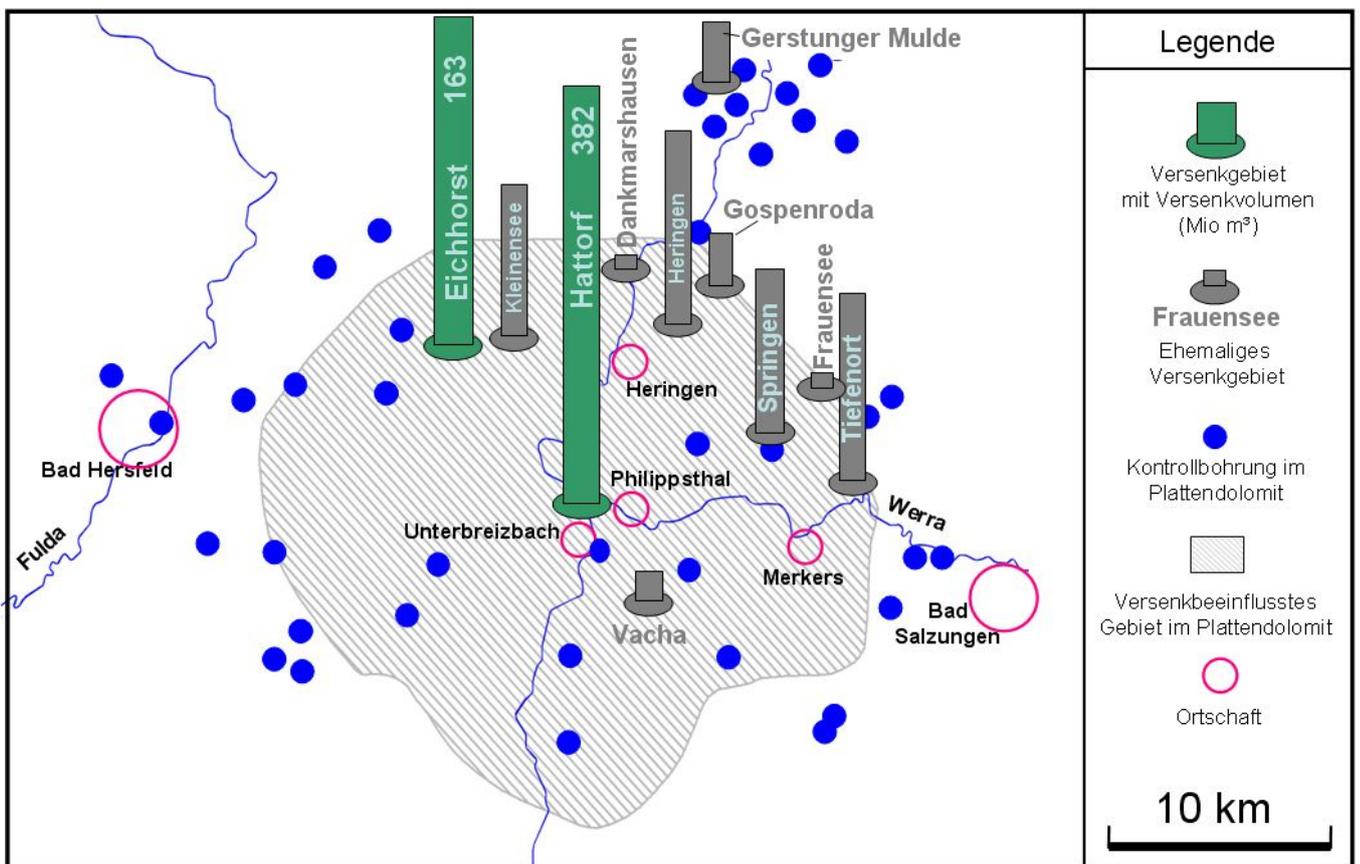
Heute kann mit Hilfe einer numerischen Grundwassermodellierung die Verbreitung der versenkten Salzabwässer genauer nachvollzogen und bilanziert werden. Außerdem sind damit Prognoserechnungen möglich, die eine Aussage über die zukünftige Entwicklung ermöglichen.

### **3.2 Entwicklung der bisherigen Versenkung**

Die erste Versenkung im Werragebiet wurde im Jahr 1925 von dem damaligen Kaliwerk Kaiseroda über Bohrungen (auch Schluckbrunnen genannt) in den über der Salzlagerstätte liegenden, im Durchschnitt 20 m mächtigen Plattendolomit aufgenommen. 1928/29 wurde die

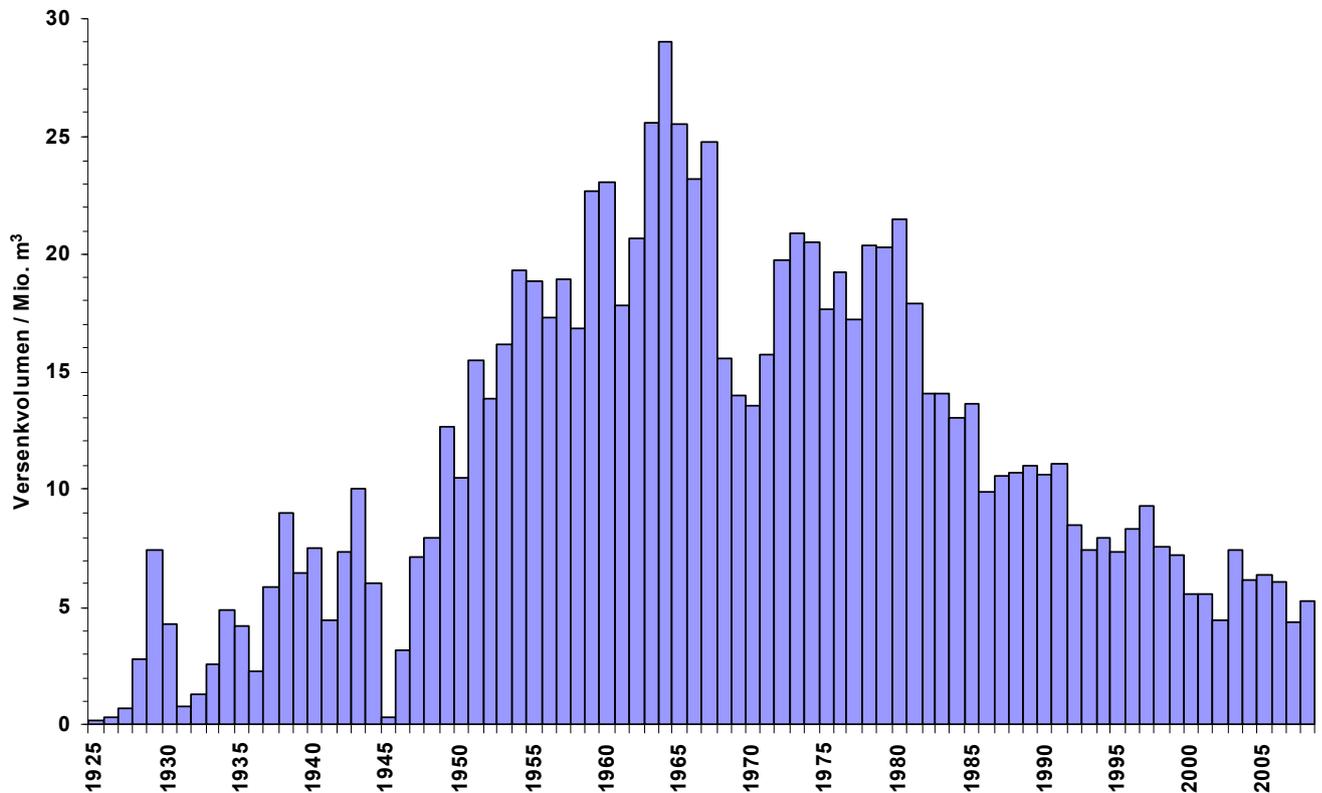
Versenkung von allen Kaliwerken im Werragebiet betrieben. Bis Ende 2008 sind in mehreren Versenkkräumen - einschließlich 9,5 Mio. m<sup>3</sup> in die Gerstunger Mulde - insgesamt **977 Mio. m<sup>3</sup>** Salzabwässer in den Plattendolomit eingeleitet worden. Heute werden nur noch die Versenkräume Hattorf und Eichhorst (Standort Wintershall) genutzt (siehe Abbildung 3-2).

Ausgehend von den Versenkgebieten ist eine Fläche von mehr als 450 km<sup>2</sup> im Plattendolomit stofflich beeinflusst worden. Die Ausweisung dieser Fläche erfolgte nach den Ergebnissen der Grundwasserbeobachtung. Diese Fläche, die ehemaligen und aktuellen Versenkgebiete sowie Kontrollbohrungen im Plattendolomit sind in Abbildung 3-2 dargestellt.



**Abb. 3-2: Versenkung bis Ende 2008, versenkbeeinflusste Fläche im Plattendolomit, abgeleitet aus der Grundwasserbeobachtung**

Die zeitliche Entwicklung der Versenkvolumen im Werragebiet seit Beginn der Versenkung zeigt die Abbildung 3-3.



**Abb. 3-3: Versenkung in den Plattendolomit im Werragebiet (Hessen und Thüringen) ohne die Versenkung in den Pufferspeicher Gerstunger Mulde**

Die jährlichen Versenkraten in Hessen einerseits und Thüringen andererseits lagen bis Mitte der 1960er Jahre etwa auf gleicher Höhe. Nach Einstellung der Versenkung in Thüringen im Jahr 1968 wurde die Versenkung allein an den hessischen Standorten Hattorf und Wintershall durchgeführt. Nach Einführung der Kieserit-Flotation und des ESTA-Verfahrens in den 1970er Jahren reduzierten sich die Versenkraten seit Beginn der 1980er Jahre von mehr als 20 Mio. m<sup>3</sup>/a auf heute nur noch 5 bis 7 Mio. m<sup>3</sup>/a. Bei der geplanten weiteren Einsparung sowie gleichzeitiger Rückförderung von Salzwässern aus dem Plattendolomit sowie möglicherweise aus dem Buntsandstein ist davon auszugehen, dass die bekannten hydrodynamischen und hydrochemischen Auswirkungen im Deckgebirge und an der Oberfläche abnehmen werden.

### 3.3 Grundwassermonitoring im Rahmen der Versenkung

Die bisherige Versenkung konnte nur betrieben werden, weil jährlich ein umfangreiches Programm zur Grundwasserbeobachtung abgearbeitet wurde und wird (behördlicher Mess- und Beobachtungsplan; vgl. Kontrollbohrungen und Grundwassermessstellen in den Abbildungen 3-2 und 3-4). Durch dieses Monitoring wird die Ausbreitung der versenkten Salzabwässer im Plattendolomit festgestellt. Auch mögliche Auswirkungen auf die darüberliegenden Grundwasserleiter Buntsandstein und Quartär werden erkennbar. Das Grundwasserbeobachtungsprogramm beinhaltet turnusmäßig Grundwasserbeprobungen. Die Ergebnisse und Bewertung der Grundwasseranalysen sowie Druckmessungen werden sowohl durch K+S als auch durch die Behörden in Jahresberichten dargestellt. Die zuständigen Behörden in Hessen und Thüringen haben dazu jeweils Salzabwasserausschüsse und einen gemeinsamen Koordinierungsausschuss gebildet.

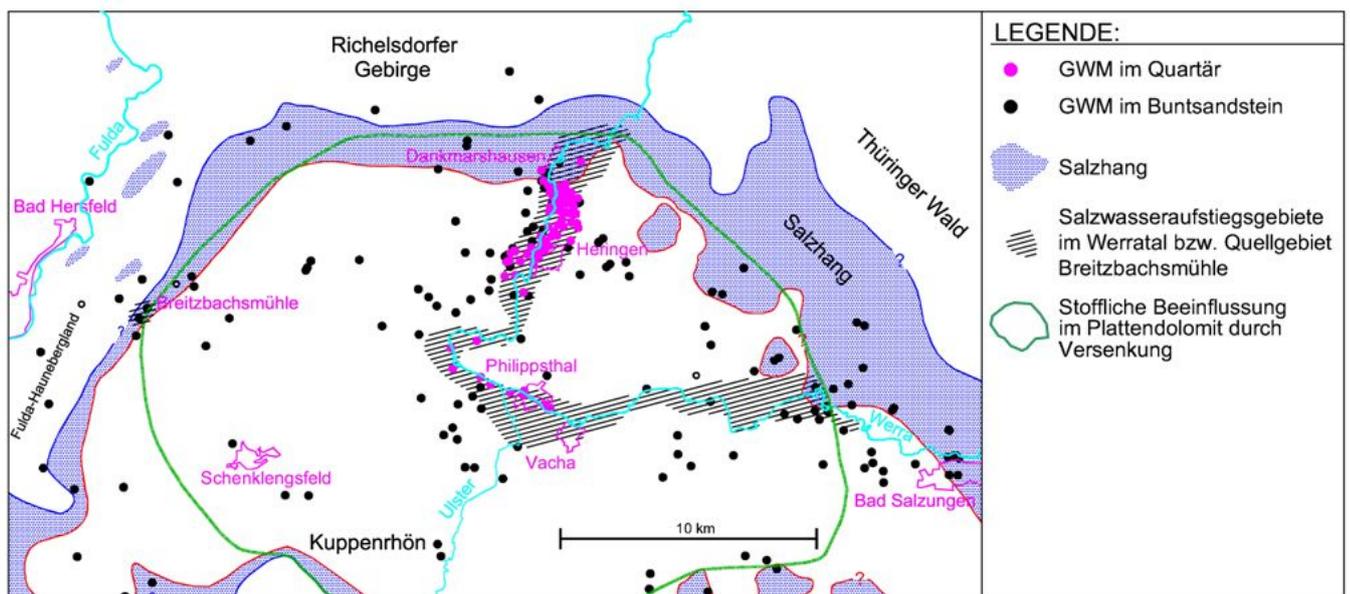


Abb. 3-4: Grundwassermessstellen im Deckgebirge und Salzwasseraufstiegsgebiete im Werratal und an der Breitzbachmühle (schraffiert)

Der Mess- und Beobachtungsplan wird jährlich von den Behörden überprüft und bei Bedarf geändert (z. B. die Probenahmeintervalle). Von den über 170 Messstellen sind (ohne Gerstunger Mulde)

- 26 Grundwassermessstellen zur Beobachtung des Plattendolomits,
- 77 Grundwassermessstellen im Buntsandstein und
- 69 Grundwassermessstellen im Quartär und Messstellen in Oberflächengewässern.

An allen Messstellen wird das Grundwasser zur Feststellung der Qualität beprobt. Die Behörden entwickelten ein spezielles Bewertungsverfahren, mit dem man erkennen kann, ob das Wasser einer Messstelle Anteile an versenkten Salzabwässern führt. Dieses Verfahren ist in der Regel geeignet, natürlich versalzene Wässer von Wässern zu unterscheiden, denen bereits Salzabwasser zugemischt ist. Bei Wässern, die im Trinkwasserbereich liegen, werden die Wasserinhaltsstoffe zueinander ins Verhältnis gesetzt, um schon geringste Salzabwasserbeimischungen zu erkennen.

Die Häufigkeit der Beprobungen reicht von 14-täglich über monatlich, vierteljährlich, halbjährlich, jährlich und 1,5-jährlich bis 4,5-jährlich.

An Quellen, Bächen und Gräben werden in Intervallen die Schüttungen bzw. die Abflüsse ermittelt. An ca. 40 Messstellen im Plattendolomit und im Buntsandstein wird die Grundwasserspiegelhöhe mit automatisch registrierenden Geräten aufgezeichnet. Die Bewertung dieser Ergebnisse ermöglicht eine Aussage darüber, welche Gebiete mit dem Versenkbetrieb druckmäßig kommunizieren und in welche Richtung sich das Grundwasser bewegen kann.

Diese über Jahrzehnte hinweg erhobenen Daten ermöglichen eine generelle Einschätzung der Verhältnisse in den drei Grundwasserleitern Plattendolomit, Buntsandstein und Quartär.

### **3.4 Grundwassermodell „Werra 2008“**

Aus den Ergebnissen des Grundwassermonitorings und weiteren Daten (Versenkraten, chemische Zusammensetzung der versenkten Salzabwässer etc.) wurde ein numerisches Grundwassermodell „Werra 2008“ (K+S zusammen mit Fa. DHI-WASY, Berlin) erstellt.

In der Abbildung 3-5 ist die Ausbreitung der versenkten Salzabwässer im Plattendolomit zu fünf Zeiten von 1950 bis 2003 dargestellt, wie sie mit dem Grundwassermodell „Werra 2008“ berechnet wurde. Verdeutlicht wird damit die Ausbreitung von den Versenkgebieten aus, die sich insbesondere nach 1970 durch die hessische Versenkung in südwestliche Richtung entwickel-

te. Die Abbildung 3-5 zeigt das gesamte Modellgebiet. Die durch Salzabwasserausbreitung beeinflussten Flächen sind im Wesentlichen durch gelbe bis rote Farben gekennzeichnet.

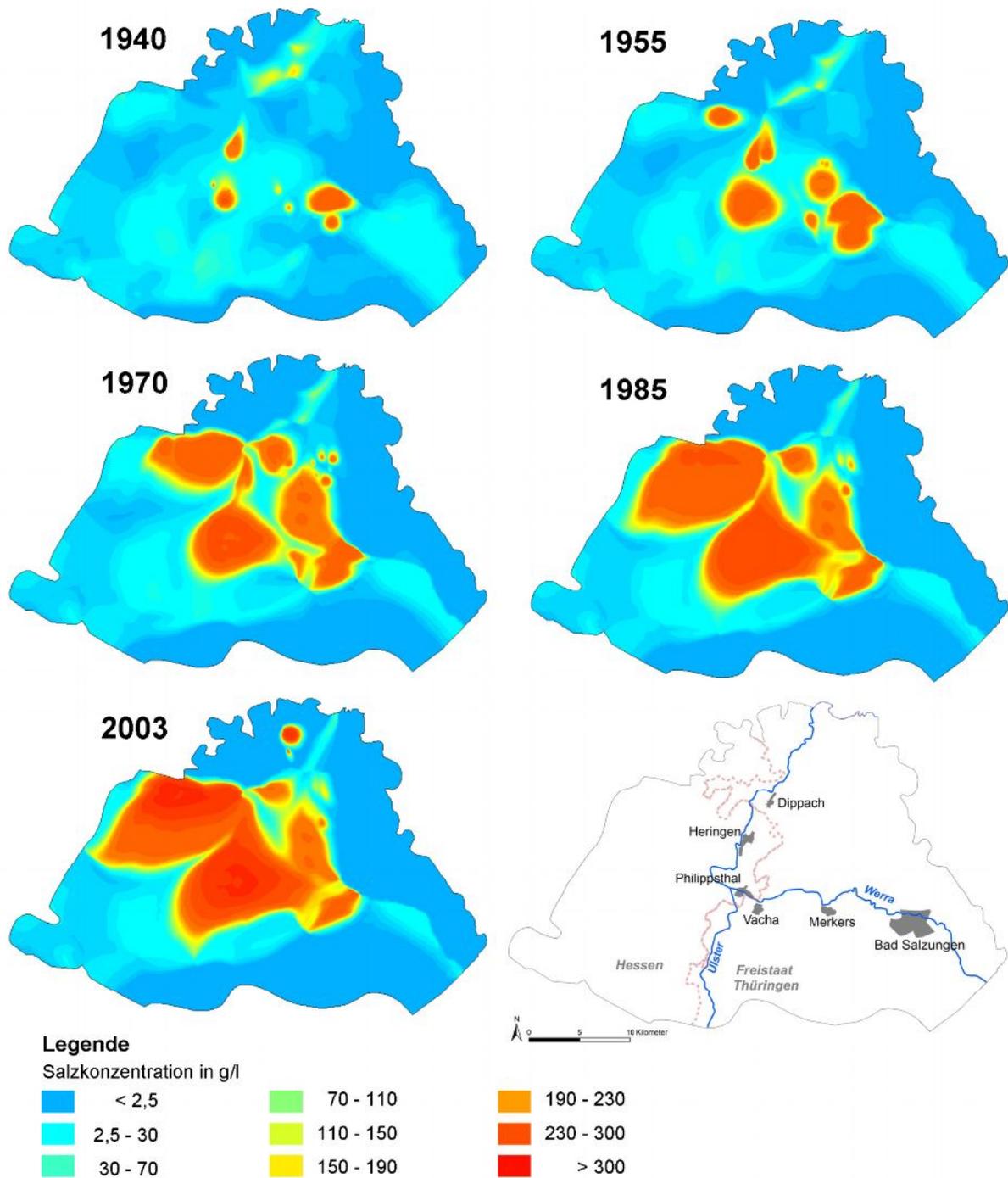


Abb. 3-5: Numerisches Grundwassermodell „Werra 2008“, Entwicklung der Ausbreitung im Plattendolomit anhand der Gesamtsalzkonzentration

Aufgrund des numerischen Grundwassermodells sowie einer Ende 2007 vorgelegten Bilanzierung des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG) ist davon auszugehen, dass sich etwa 40 % der versenkten Salzabwässer flächenmäßig im Plattendolomit ausgebreitet und die natürlichen Salzwässer weitgehend verdrängt haben. Ca. 30 % der versenkten Salzabwässer sind über die natürlichen Entlastungszonen aus dem Plattendolomit durch den Buntsandstein mit den natürlichen Formationswässern als sogenannte diffuse Einträge in die Werra und damit letztlich in die Nordsee gelangt. Die teilweise verbreitete Annahme, dass diese 30 % der versenkten Salzabwässer auf „geradem Weg“ und ohne große Verzögerung der Werra diffus zufließen, ist nicht richtig. Die Strömungsvorgänge im tiefen Untergrund laufen langsam ab. Die heute diffus in die Werra übertretenden Salzabwässer wurden nach derzeitigem Kenntnisstand vor 30 bis 40 Jahren versenkt. Die Wässer breiten sich im Plattendolomit von der Versenkbohrung horizontal aus, müssen Störungszonen passieren, sich vertikal durch ca. 400 m Buntsandstein bewegen, werden von den quartären Sanden und Kiesen aufgenommen und treten dann in die Werra über. Der Buntsandstein, der von den Salzabwässern als Aufstiegsweg in das Werratal (Transit-Gebiet) in Anspruch genommen wird, beinhaltet die übrigen ca. 30 % der versenkten Salzabwässer. Diese Vorstellung wird durch die Ergebnisse des jahrzehntelangen Monitorings und durch zwei aufwendige elektromagnetische Vermessungen aus der Luft (Aerogeophysik) gestützt und soll durch weitere Untersuchungen verifiziert werden.

Auch hydrogeologisch ist die auf den Bereich des Werratal beschränkte Platznahme von Salzwässern im Buntsandstein zu begründen. Im Werratal, das als natürlicher Vorfluter fungiert und ein regionales Entlastungsgebiet darstellt, sind als Folge der tektonischen Zerrüttung die Durchlässigkeiten (Maß für Wasserwegsamkeit) und Porositäten (Speicherkapazität) erheblich erhöht.

Eine vergleichende dreidimensionale Volumenbetrachtung ist in den Abbildungen 3-6 bis 3-8 dargestellt. Die durch die geophysikalischen Befliegungen an der Erdoberfläche gemessenen erhöhten Leitfähigkeiten wurden zu einer Fläche zusammengefasst Abbildung 3-6. Diese Fläche wurde von der Erdoberfläche auf den Plattendolomit projiziert und ergibt somit ein den Buntsandstein im Werratal umfassendes Volumen Abbildung 3-7. Dieses resultierende Gesteinsvolumen ist genauso groß wie das Volumen des Plattendolomits im gesamten in Abbildung 3-5 gezeigten Modellgebiet. Abbildung 3-8 zeigt die maximale Mächtigkeit des Buntsandsteins von über 600 m (+ 200 m NN bis - 400 m NN).

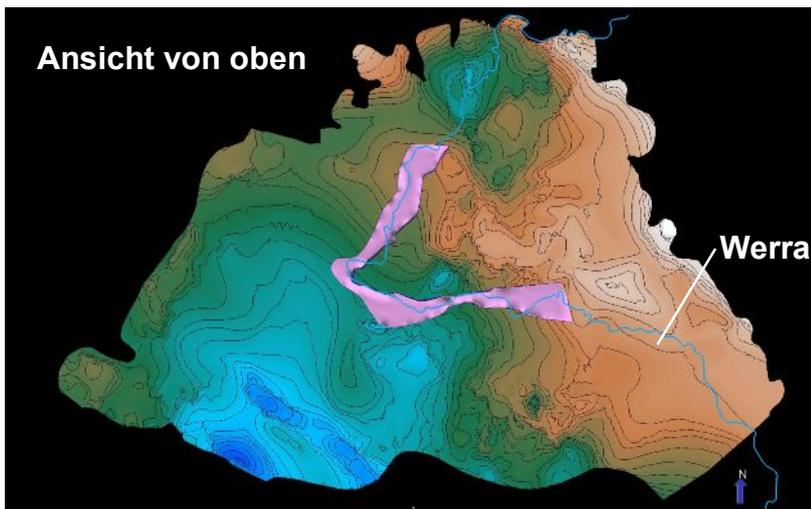


Abb.3-6: Höhenlage des Plattendolomits im Modellgebiet (blau: tief, braun: hoch) und durch Aerogeophysik abgegrenzte Fläche im Werratal (rosa)

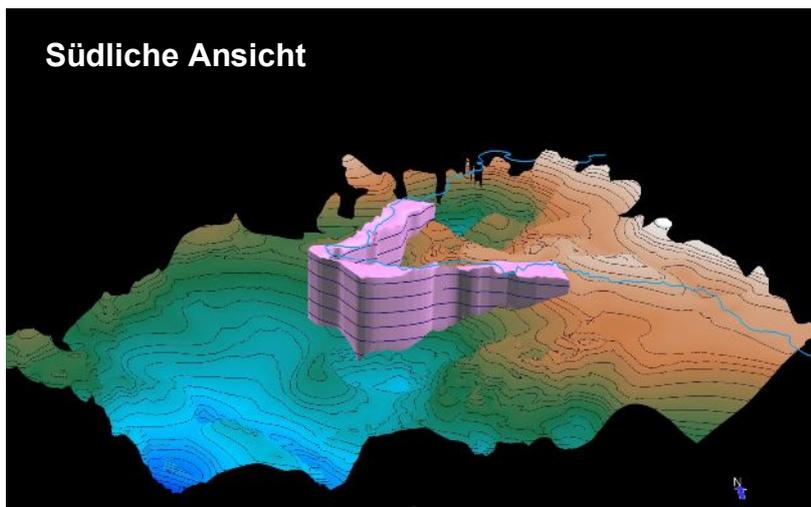
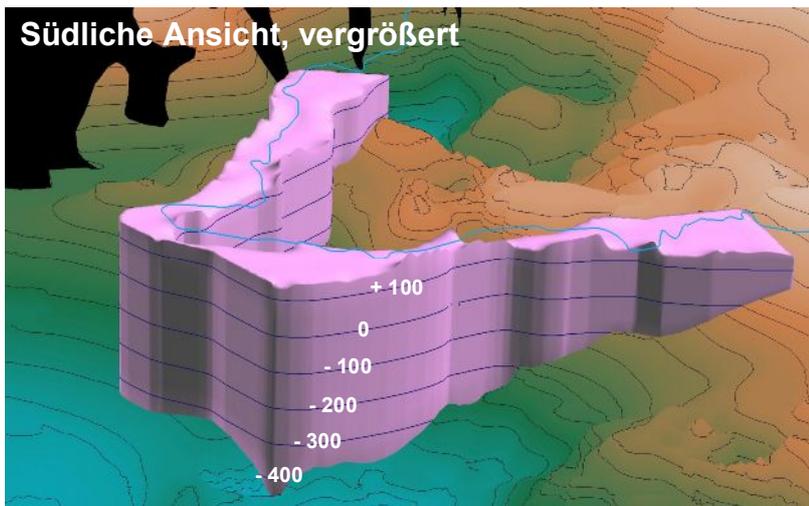


Abb. 3-7: Höhenlage des Plattendolomits im Modellgebiet und im Buntsandstein abgegrenztes Volumen im Werratal (rosa)



**Abb. 3-8: Höhenlage des Plattendolomits im Modellgebiet und im Buntsandstein abgegrenztes Volumen im Werratal (rosa). Höhenangaben in m NN**

Das Gesamtvolumen des hier dargestellten Buntsandsteinkörpers im Werratal beträgt etwa 12 Mrd. m<sup>3</sup>.

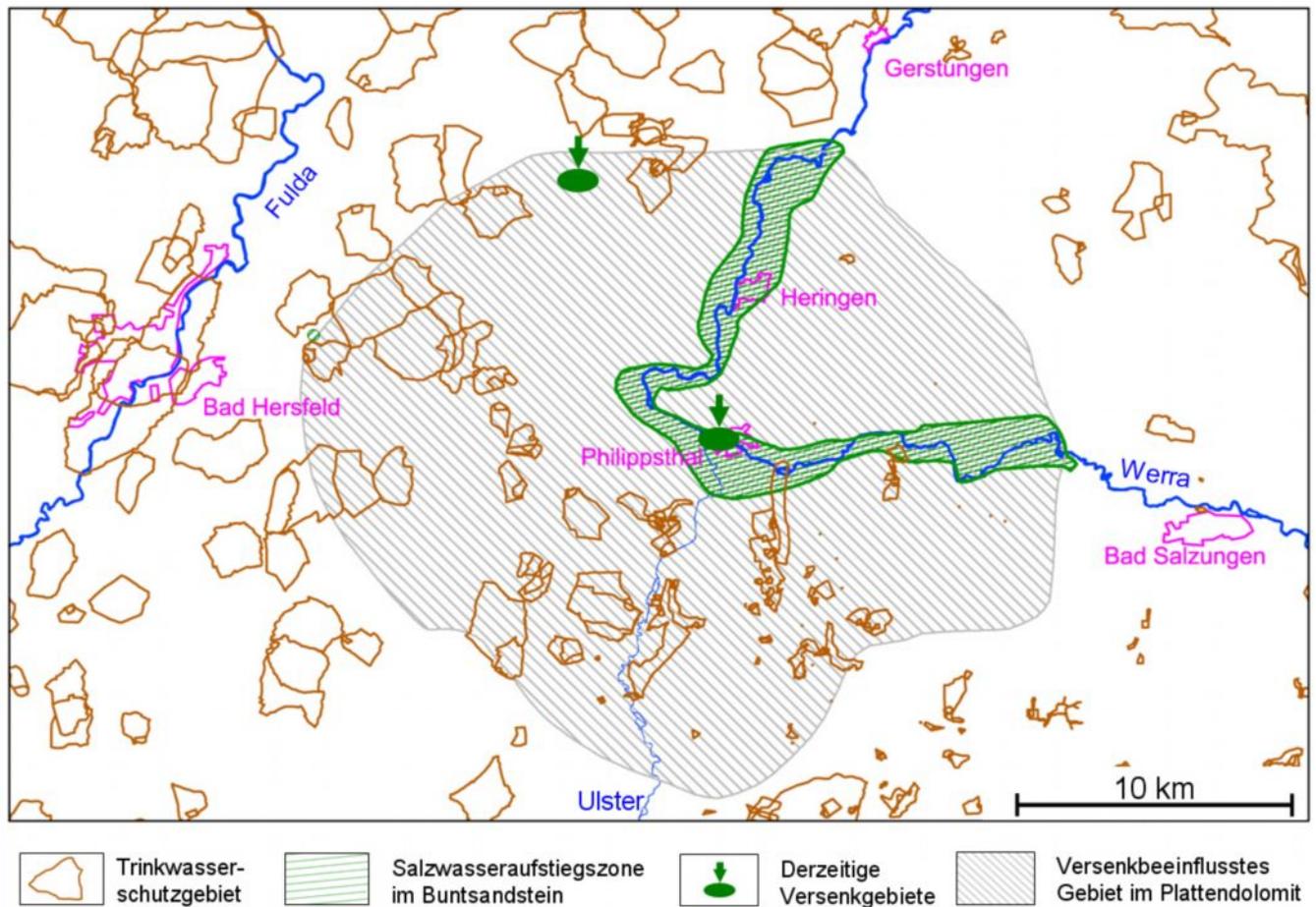
### **3.5 Versenk- und Trinkwassergewinnungsgebiete im Werra-Kaligebiet**

In dem von der Versenkung beeinflussten Gebiet wird seit jeher Trinkwasser gewonnen. Die Karte der nachfolgenden Abbildung 3-9 zeigt eine Vielzahl von Trinkwasserschutzgebieten in Hessen und Thüringen. Zum Teil liegen die Trinkwasserbrunnen bzw. -quellen in der Nähe der Versenkgebiete und liefern konstant Trinkwasser ohne jegliche Beeinflussung durch versenkte Salzabwässer.

In Abbildung 3-1 (siehe oben) sind die unterschiedlichen Tiefen dargestellt, in denen die Versenkung und die Trinkwassergewinnung stattfinden. Zwischen diesen beiden konträren Nutzungen liegen schützende, bis zu mehrere Hundert Meter mächtige Gesteinsschichten, welche unterschiedliche Grundwasserleiter- und -stauereigenschaften besitzen. Eine intensive Grundwasserbeobachtung sichert die Trinkwassergewinnung zusätzlich ab.

Das genutzte Grundwasser regeneriert sich durch die Niederschläge (Grundwasserneubildung).

Auch heute werden im betrachteten Gebiet neue Brunnen eingerichtet, wie z. B. aktuell ein Brunnen bei Kleinensee.



**Abb. 3-9: Trinkwasserschutzgebiete und derzeitige Versenkgebiete im Betrachtungsraum**

Die Trinkwasserbrunnen sind Bestandteil des behördlichen Mess- und Beobachtungsprogramms. Als prioritäres Schutzgut unterliegen sie einer besonders sorgfältigen Beobachtung.

Bereits 1975 beschäftigte sich in Hessen der „Interministerielle Arbeitskreis Schadloose Beseitigung der Produktionsrückstände der Kaliindustrie“ mit der Trinkwassergewinnung im versenkbeeinflussten Werra-Kaligebiet. Von der Hessischen Fachbehörde wurde dazu eine „Gefährdungsliste für Trinkwasserbrunnen“ erstellt.<sup>1</sup>

In dieser Liste unterteilte man die im hessischen Teil des Betrachtungsgebiets befindlichen potenziell gefährdeten Tiefbrunnen in folgende Kategorien:

<sup>1</sup> Aktenvermerk des ehemaligen Hessischen Landesamts für Bodenforschung (HLfB) vom 21.07.1975, Az: 348-18 63/75 Fkw/St

- „Akute“ Gefährdung — innerhalb eines Jahres (2 Brunnen),
- „Mittelfristige“ Gefährdung — in ein bis 10 Jahren (8 Brunnen) und
- „Langfristige“ Gefährdung — in 10 bis 25 Jahren (16 Brunnen).

1993 wurde vom damaligen Hessischen Landesamt für Bodenforschung (HLfB) wiederum auf diese Liste Bezug genommen und die Trinkwasserbrunnen anhand der zwischenzeitlich gewonnenen Beobachtungsergebnisse bewertet. Das Fazit war, dass keiner der aufgeführten Brunnen durch versenkte Salzabwässer beeinflusst wurde. Lediglich in drei Tiefbrunnen, die am Salzhang liegen, sind natürlich versalzene Wässer festgestellt worden – ohne Anteile an versenkten Salzabwässern.

1996 wurde erstmals eine ausführliche Beschreibung und Bewertung der hydrochemischen Verhältnisse im Grund- und Oberflächenwasser im Einzugsgebiet der Fulda durch das damalige HLfB vorgenommen<sup>2</sup>. Die in der „Gefährdungsliste“ aufgeführten Trinkwasserbrunnen waren erneut Untersuchungsgegenstand. Eine Beeinflussung der Anlagen durch versenkte Salzabwässer wurde weiter ausgeschlossen. Erhöhte Chloridgehalte in den bereits oben genannten drei Tiefbrunnen sind auf natürliche Wässer aus dem tiefen Unteren Buntsandstein bzw. aus dem Plattendolomit zurückzuführen. Die Ursache des Aufstiegs der natürlichen salzhaltigen Wässer für zwei der Brunnen (Gißlingskirche 2 und 3) wurde nur vermutet, ein Nachweis dafür konnte nicht erbracht werden.

In den Jahren zwischen 1996 und 2008 ergaben die nach dem behördlichen Mess- und Beobachtungsplan durchgeführten Grundwasseruntersuchungen keine Beeinflussung der Trinkwassergewinnung durch die Salzabwasserversenkung.

2008 wurde K+S vom Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz aufgefordert, eine umfassende Bewertung der Sicherheit der Trinkwassergewinnung des Werra-Kaligebiets im Raum Bad Hersfeld und Bad Salzungen unter Berücksichtigung der Salzabwasserversenkung zu erstellen. Im Juli 2008 legte ein externer

---

<sup>2</sup> „Einflüsse der Salzabwasserversenkung im Werra-Kaligebiet auf Grund- und Oberflächenwasser im Einzugsgebiet der Fulda“, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, April 1996

Gutachter (IHU, Nordhausen) nach umfangreichen Recherchen sowohl in Behördenarchiven als auch bei den Wasserversorgern selbst eine Sicherheitsbewertung vor.<sup>3</sup> Daraus geht hervor:

*„Eine Gefährdung der Trinkwasserversorgung an den bestehenden Wasserbenutzungen des hydrogeologischen Betrachtungsraumes in Folge der Salzabwasserversenkung ist nach den vorliegenden Daten und dem derzeitigen Kenntnisstand nicht abzuleiten.“*

Der Gutachter wies lediglich auf „lokal festgestellte Mineralisationsänderungen mit geringfügigen Schwankungen und Trends“ in drei Trink- bzw. Brauchwasserfassungen hin, die vertiefende Untersuchungen zur Klarstellung der Ursachen nahelegen. Jedoch wurde keine Gefährdung oder Beeinflussung durch versenkte Salzabwässer festgestellt.

Auch Wasseruntersuchungen im Jahr 2009 in zwei der oben erwähnten drei Brunnen zeigen eine Abnahme der Konzentrationen. Trotzdem werden die Hinweise des externen Gutachters aufgenommen und umgesetzt.

Der Einsatz aerogeophysikalischer Untersuchungen seit 1995 und deren Auswertung im Zusammenhang mit den bisher durch Grundwassermessstellen festgestellten hydrochemischen Verhältnissen im Quartär bzw. Buntsandstein sind hierbei wichtige Schritte. Die räumliche numerische Modellierung der Grundwasserverhältnisse über dem Plattendolomit im Buntsandstein wird der nächste wesentliche Schritt sein, die hydrogeologischen Verhältnisse im Werra-Kaligebiet besser zu beschreiben. Darauf aufbauend können weitere Grundwassermessstellen zur Absicherung von Trinkwasserfassungen eingerichtet werden.

---

<sup>3</sup> „Zustandserfassung zur Bewertung der Sicherheit der Trinkwassergewinnung des Raumes Bad Hersfeld und Bad Salzungen unter Berücksichtigung der Salzabwasserversenkung durch die K+S KALI GmbH“, unveröff. Bericht IHU GmbH, Nordhausen, Juli 2008

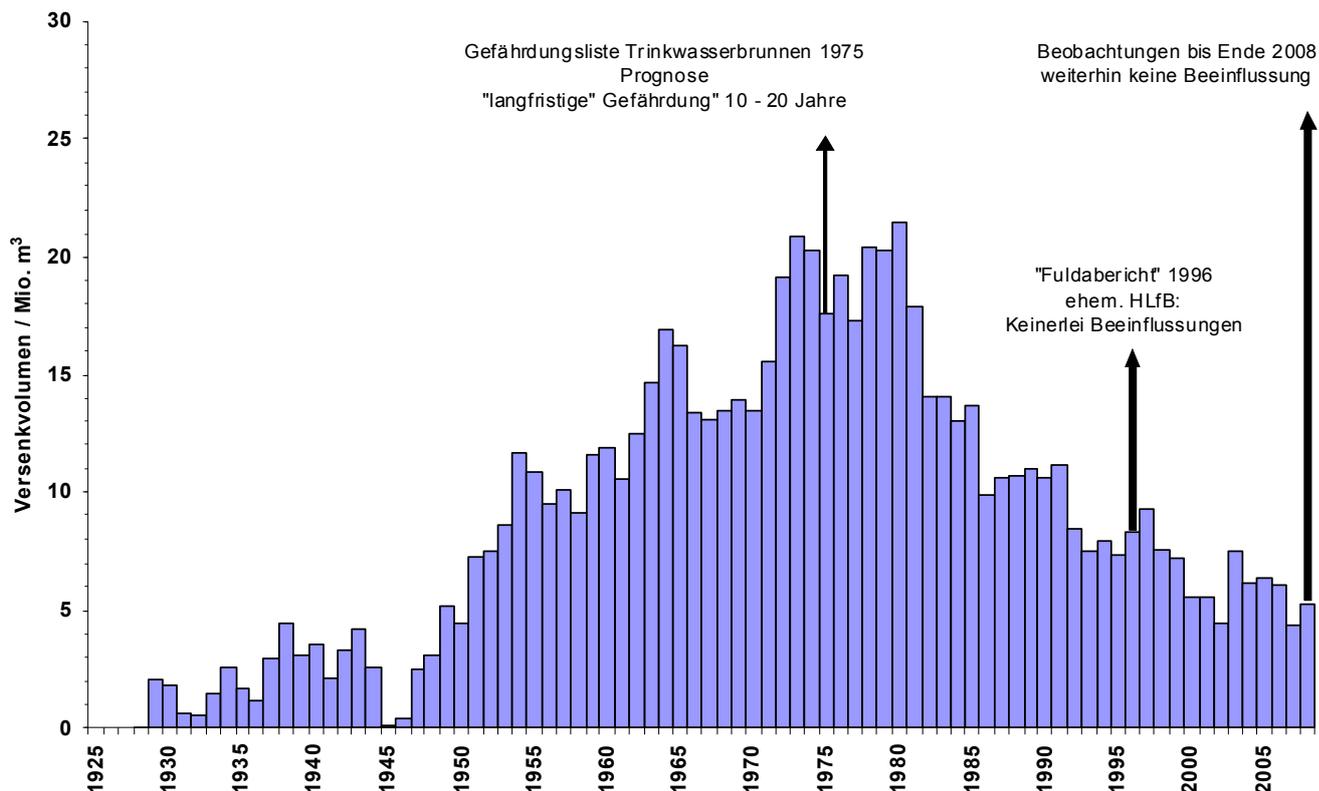


Abb. 3-10: Versenkmengen der Standorte Hattorf und Wintershall in Hessen in den Jahren 1925 bis 2008

In den vergangenen über 30 Jahren ist selbst bei Jahresversenkmengen von mehr als 20 Mio. m<sup>3</sup> in den 1970er Jahren (vgl. Abbildung 3-10) keine der als potenziell gefährdet eingeschätzten Trinkwassergewinnungsanlagen von versenkten Salzabwässern beeinflusst worden. Die Versenkraten sind in der vergangenen Zeit drastisch reduziert worden. Mit der geplanten Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung kommt es zu einer weiteren Entlastung der Grundwasserleiter Plattendolomit und Buntsandstein. Zusammen mit dem nach der erneuten Grundwassermodellierung zu erstellenden Monitoring wird die Sicherheit der Trinkwassergewinnung nochmals erhöht.

### 3.6 Entwicklung und Auswirkung der diffusen Einträge in die Werra unter Einbeziehung aerogeophysikalischer Messungen

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands bestand erstmals die Möglichkeit, sich mit der Frage der erwähnten diffusen Einträge und deren Auswirkung länderübergreifend zu befassen. In diesem Zusammenhang wurden zusätzlich umfangreiche Mess- und Beob-

achtungsprogramme erarbeitet sowie Daten und Informationen zwischen den Ländern Hessen und Thüringen ausgetauscht. Diese gemeinsamen Untersuchungen ergaben, dass es flussaufwärts vor der ersten Salzabwassereinleitungsstelle des Werkes Werra bei Dorndorf bereits im Raum Tiefenort nordostwärts von Merkers zu den ersten Einträgen salzhaltiger Wässer in die Werra kommt.

Aus den Abflusswerten und den Gehalten von Chlorid, Magnesium und Kalium an bestimmten Stellen (Pegel- und Probenahmestellen, vgl. Abbildung 3-11) in Werra und Ulster sowie den Salzeinträgen durch die Standorte des Werkes Werra (incl. der Haldenwässer) können die jeweiligen Transporte von Chlorid, Magnesium und Kalium bilanziert werden.

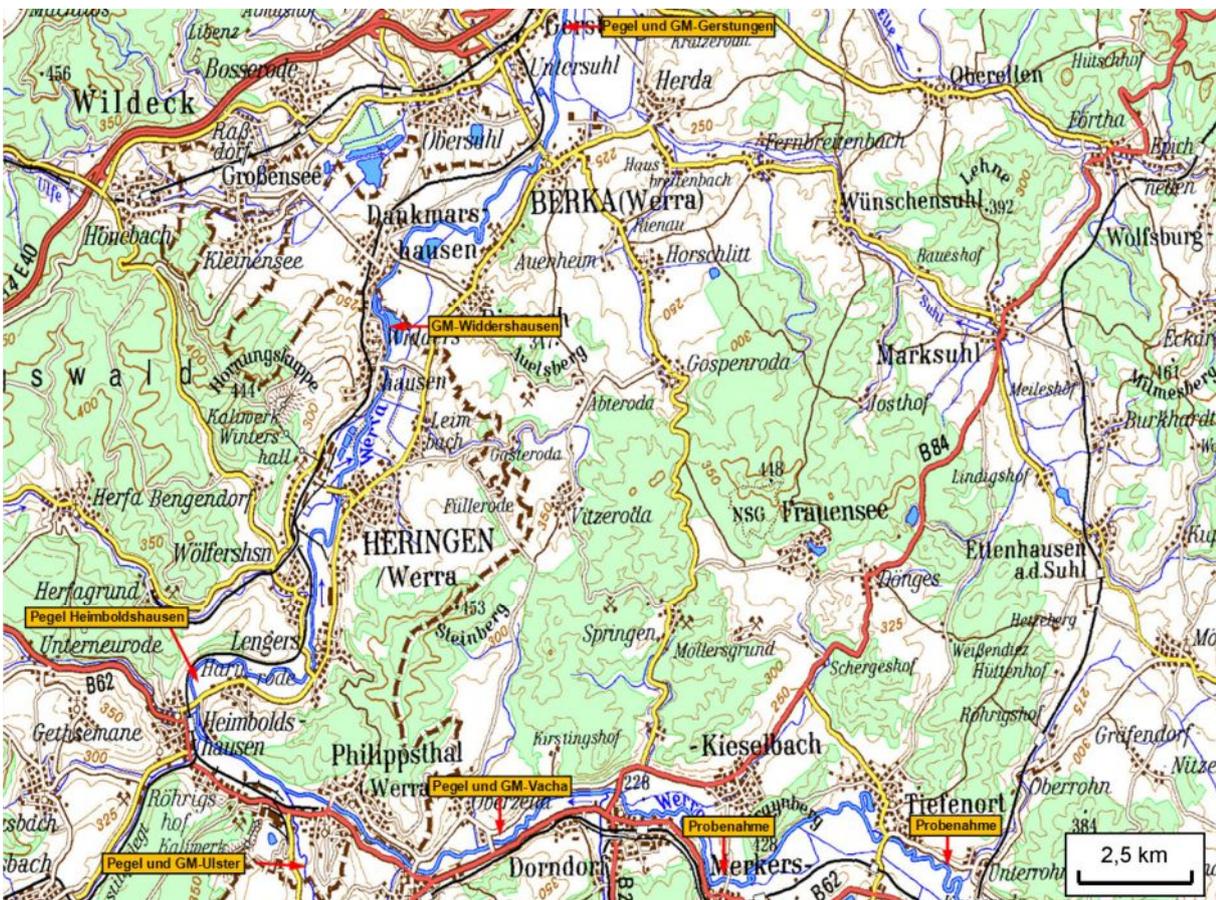


Abb. 3-11: Probenahme- und Pegelstellen in der Werra und Ulster (ohne die Probenahmestelle oberhalb von Unterbreizbach in der Ulster bei Räsa)

Hieraus lassen sich die Vorbelastung von Werra und Ulster sowie die Salzeinträge über diffuse Zutritte erfassen. Darin enthalten sind auch der Salzeintrag über Niederschläge und

Direktabfluss, wie Einträge über Kläranlagenabläufe, aus natürlichen salzhaltigen Quellen und aus der Wasserhaltung von Solezutritten in der ehemaligen Kaligrube Springen.

Im Folgenden wird die Entwicklung der diffusen Einträge im Bereich Tiefenort sowie der gesamten diffusen Einträge zwischen Tiefenort und Gerstungen am Beispiel von Chlorid aufgezeigt.

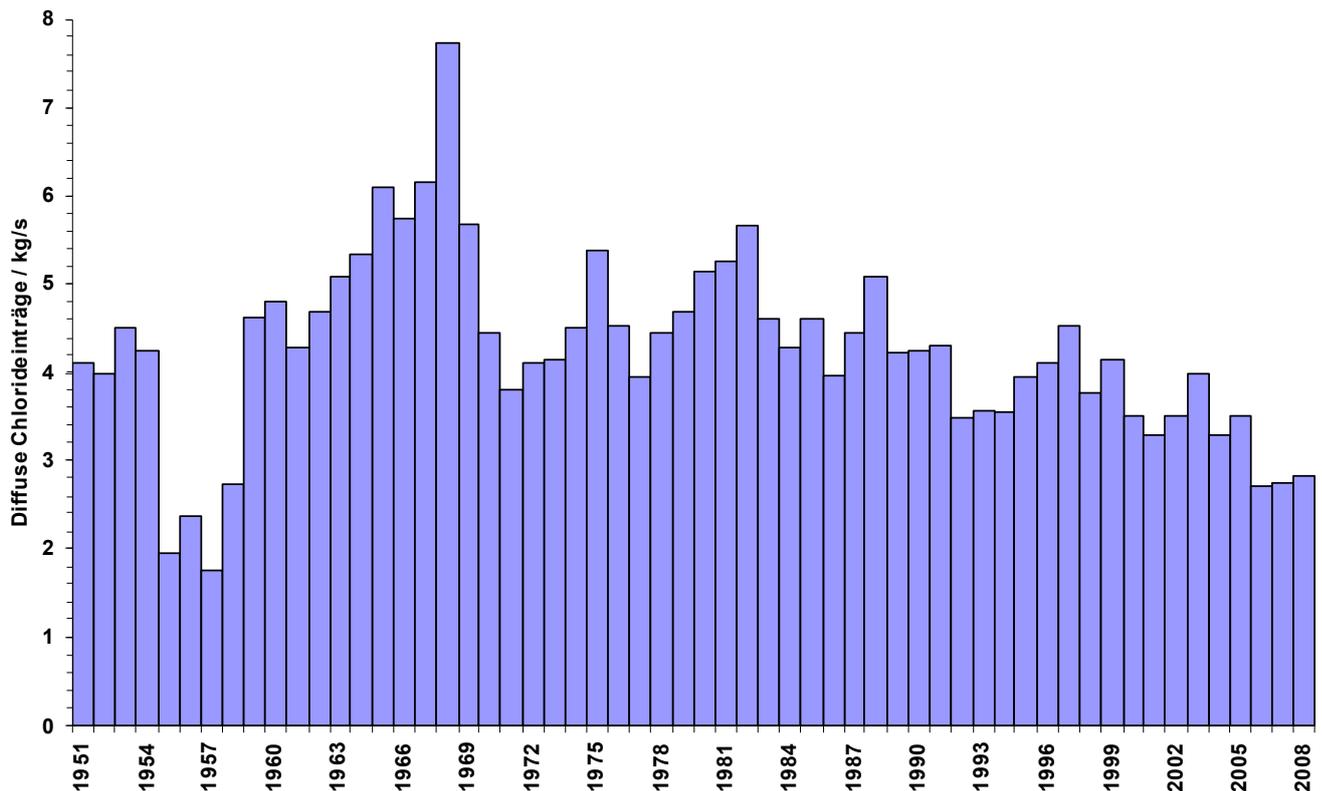


Abb. 3-12: Diffuse Chlorideinträge in kg/s im Raum Tiefenort im Zeitraum der Jahre 1951 bis 2008

Die diffusen Chlorideinträge im Bereich Tiefenort lagen im Zeitraum von 1951 bis 2008 zwischen ca. 2 kg/s und 8 kg/s (vgl. Abb. 3-12). Seit Einstellung der Versenkung an den Standorten des ehemaligen VEB Kalibetriebs Werra (Dorndorf, Merkers und Unterbreizbach) im Jahre 1968 ist ein allmählicher Rückgang der diffusen Einträge festzustellen. Heute liegen sie bei rund 3 kg/s Chlorid.

Neben den diffusen Salzwassereinträgen im Bereich Tiefenort gibt es zwischen Heimbolds- hausen und Gerstungen im Bereich der Kiesseen Widdershausen und Dankmarshausen, also hinter der letzten Einleitstelle des Werkes Werra, aber noch vor dem Pegel Gerstungen, einen

weiteren signifikanten diffusen Eintrag in die Werra. Die Größenordnung der diffusen Einträge liegt hier in der Höhe von 6 bis 8 kg/s Chlorid.

Durch die Ermittlung der jährlich am Pegel Gerstungen nachgewiesenen Chloridfrachten abzüglich der Salzabwassereinleitungen des Werkes Werra (Prozesswasser, Haldenwasser, Spül- und Kühlwässer sowie Rückförderung aus dem Plattendolomit) können die gesamten diffusen Chlorideinträge inklusive der Vorbelastung aus dem Oberstrom der Werra ermittelt werden.

Im Durchschnitt lag die Summe des gesamten diffusen Chlorideintrags inklusive der Vorbelastung in den Jahren 2006, 2007 und 2008 bei rund 13,6 kg/s, der von Magnesium bei rund 1,3 kg/s und der von Kalium bei 0,6 kg/s. Die langjährige Entwicklung der diffusen Einträge und der Grundbelastung seit Beginn der Versenkung ist in der nachfolgenden Abbildung 3-13 dargestellt.

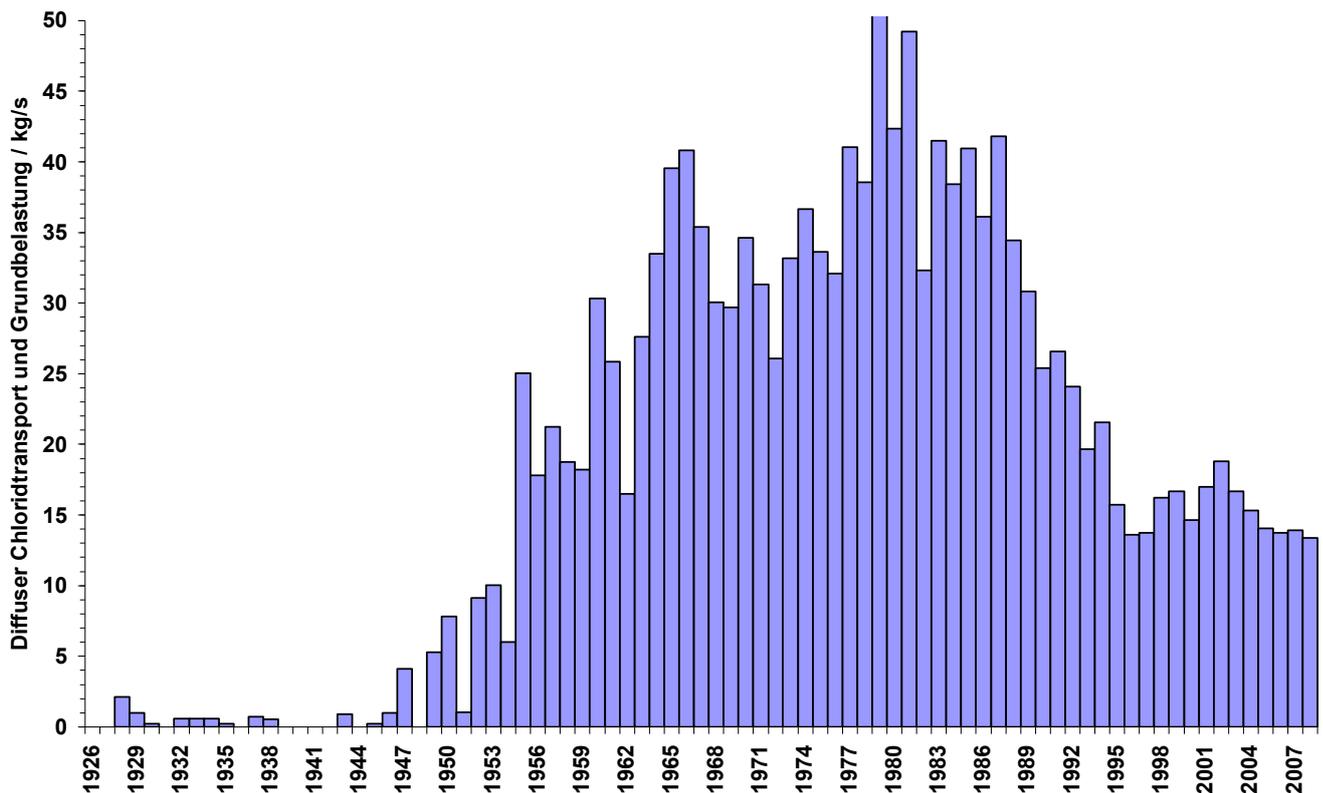


Abb. 3-13: Entwicklung der diffusen Chlorideinträge in kg/s in die Werra in den Jahren 1926 bis 2008 am Pegel Gerstungen

Die Entwicklung der diffusen Chlorideinträge (zuzüglich der Grundbelastung) in die Werra stieg bis 1980 stark an und sank seitdem wieder deutlich ab. Seit 1995 zeigt sich trotz der zwischenzeitlich weiter stark reduzierten Versenkvolumen kein weiterer signifikanter Rückgang der diffusen Einträge. Die Angaben vor 1947 sind mit größeren Unsicherheiten behaftet. So ergeben sich zum Teil rein rechnerisch trotz der Grundbelastung Nulleinträge oder sogar negative Einträge.

Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) hat in einer aktuellen Einschätzung zur Entwicklung der diffusen Einträge (Bericht für den Runden Tisch, 2009) festgestellt, dass auch nach Einstellung der Versenkung noch über einen langen Zeitraum mit nicht unerheblichen diffusen Einträgen zu rechnen ist.

Auf Veranlassung der Geologischen Landesdienste Hessen und Thüringen wurden im Zeitraum 1996/1997 erste großräumige Hubschrauberbefliegungen des Werragebiets zwischen Merkers und Herleshausen von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) durchgeführt, um mit Hilfe elektromagnetischer Messungen (Aerogeophysik) regionale Aussagen über die Verbreitung von Salzwasseraufstiegszonen zu erhalten.

Aerogeophysikalische Messungen dieser Größenordnung sind damit in Deutschland zum ersten Mal vorgenommen worden. In der nachfolgenden Abbildung 3-14 wird das Prinzip veranschaulicht.

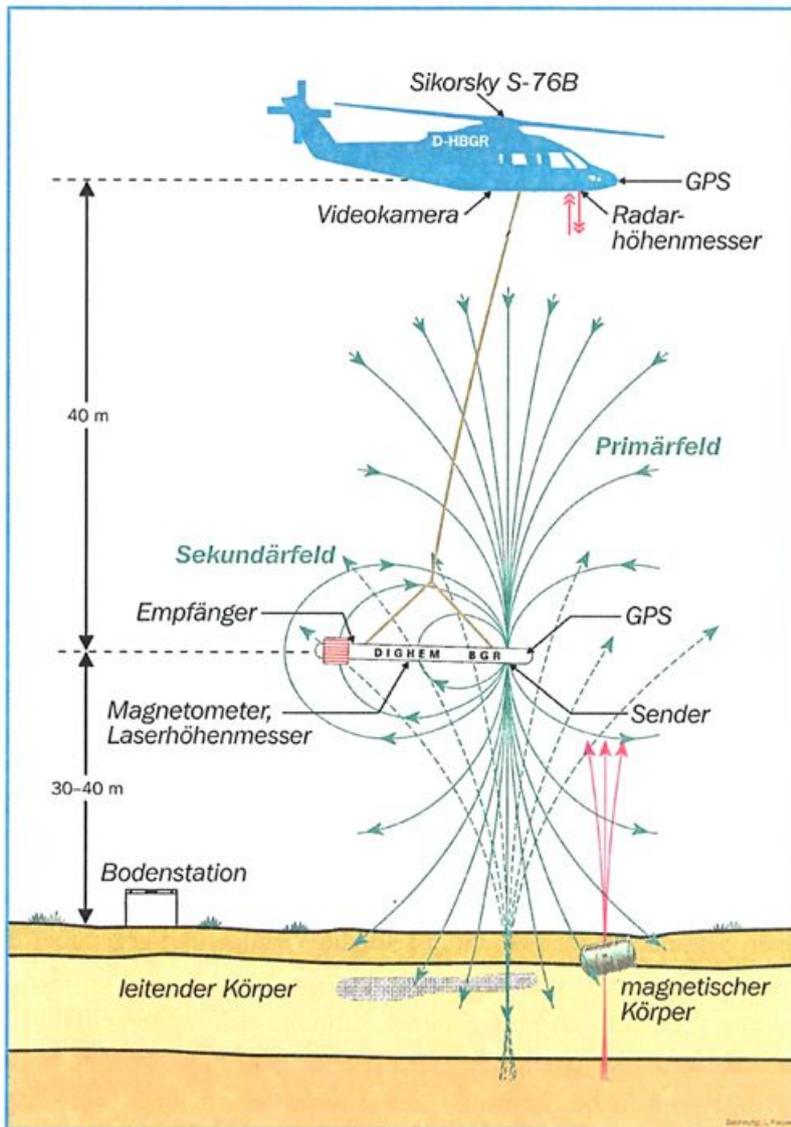
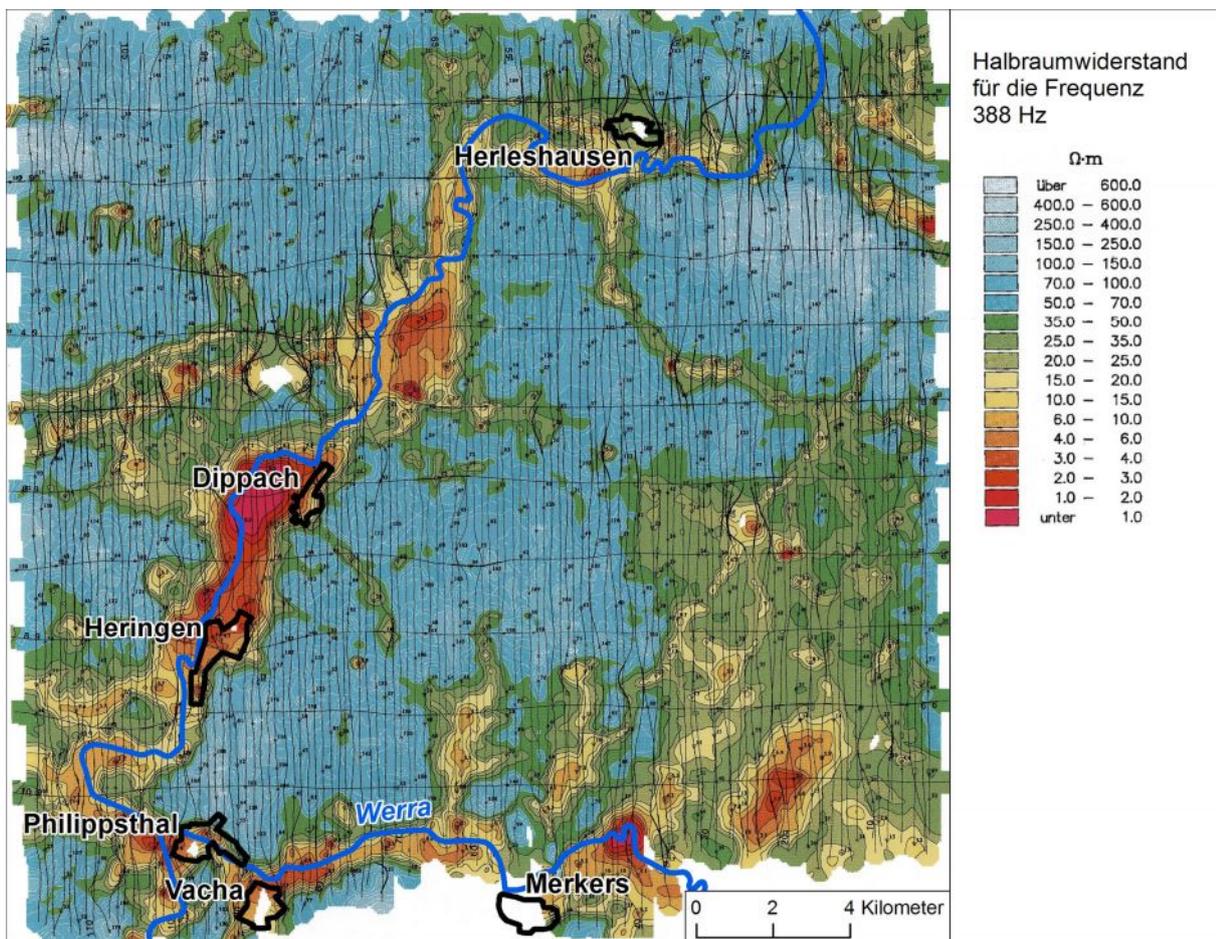


Abb. 3-14: Prinzipskizze der aerogeophysikalischen Messung (nach BGR)

Unter dem Hubschrauber hängt an einem Seil in 40 m Abstand eine zigarrenförmige Flugsonde. Die im vorderen Teil der Flugsonde befindlichen Sendespulen strahlen zeitlich variierende magnetische Felder (Primärfelder) ab. Die magnetischen Felder dringen in den Erduntergrund ein und induzieren dort, abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit des Untergrunds, elektrische Wirbelströme. Die magnetischen Felder dieser Wirbelströme (Sekundärfelder) induzieren ihrerseits sehr schwache, aber messbare Spannungen in den Empfängerspulen im hinteren Teil der Flugsonde. Die Größe der empfangenen Sekundärfelder sowie ihre zeitliche Verzögerung (Zeitabstand zwischen Sendeimpuls und Sekundärfeldempfang) werden registriert. Aus

diesen Größen kann die elektrische Leitfähigkeit bzw. der spezifische Widerstand des Untergrunds berechnet werden.

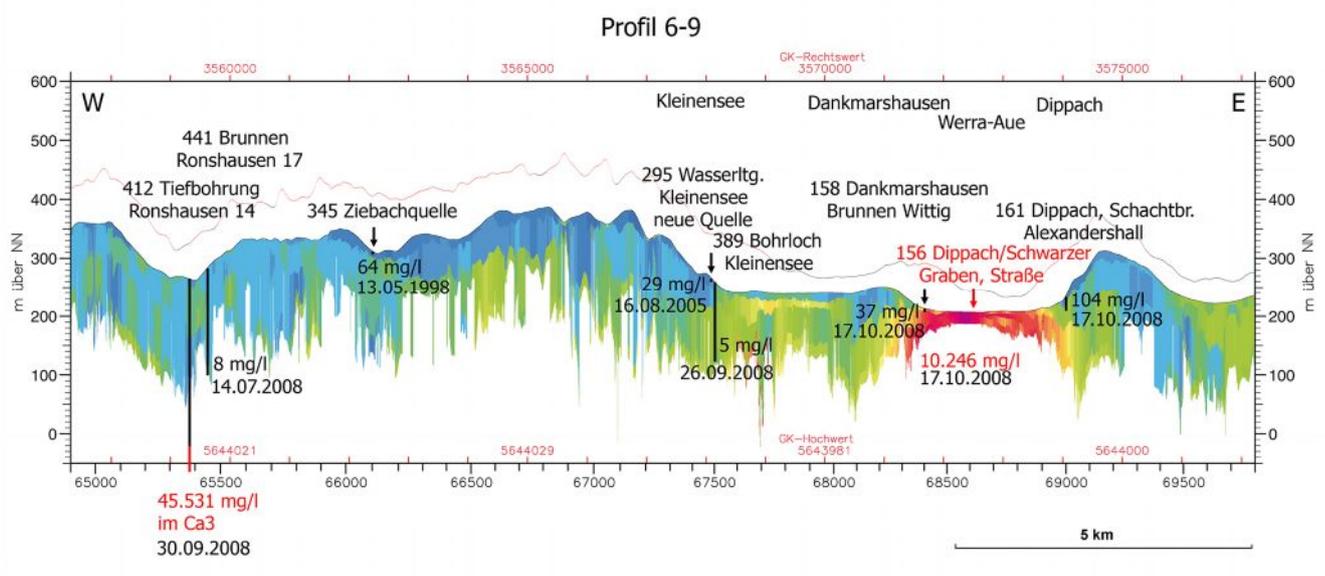
Abbildung 3-15 zeigt eine Karte des überflogenen Werragebiets mit lokal begrenzten Bereichen (rot), die durch Salzwasseraufstieg beeinflusst sind. Die erste Messkampagne 1996/97 ermöglichte noch keine Auswertung der Daten im Tiefenprofil, wie es mit den Messungen 2008 möglich war, die eine maximale Tiefenreichweite bis zu 200 m aufweisen (s.u.).



**Abb. 3-15: Ergebnisse der ersten Hubschrauber-Elektromagnetik (HEM) aus den Jahren 1996/1997 im Werratal zwischen Merkers und Herleshausen**

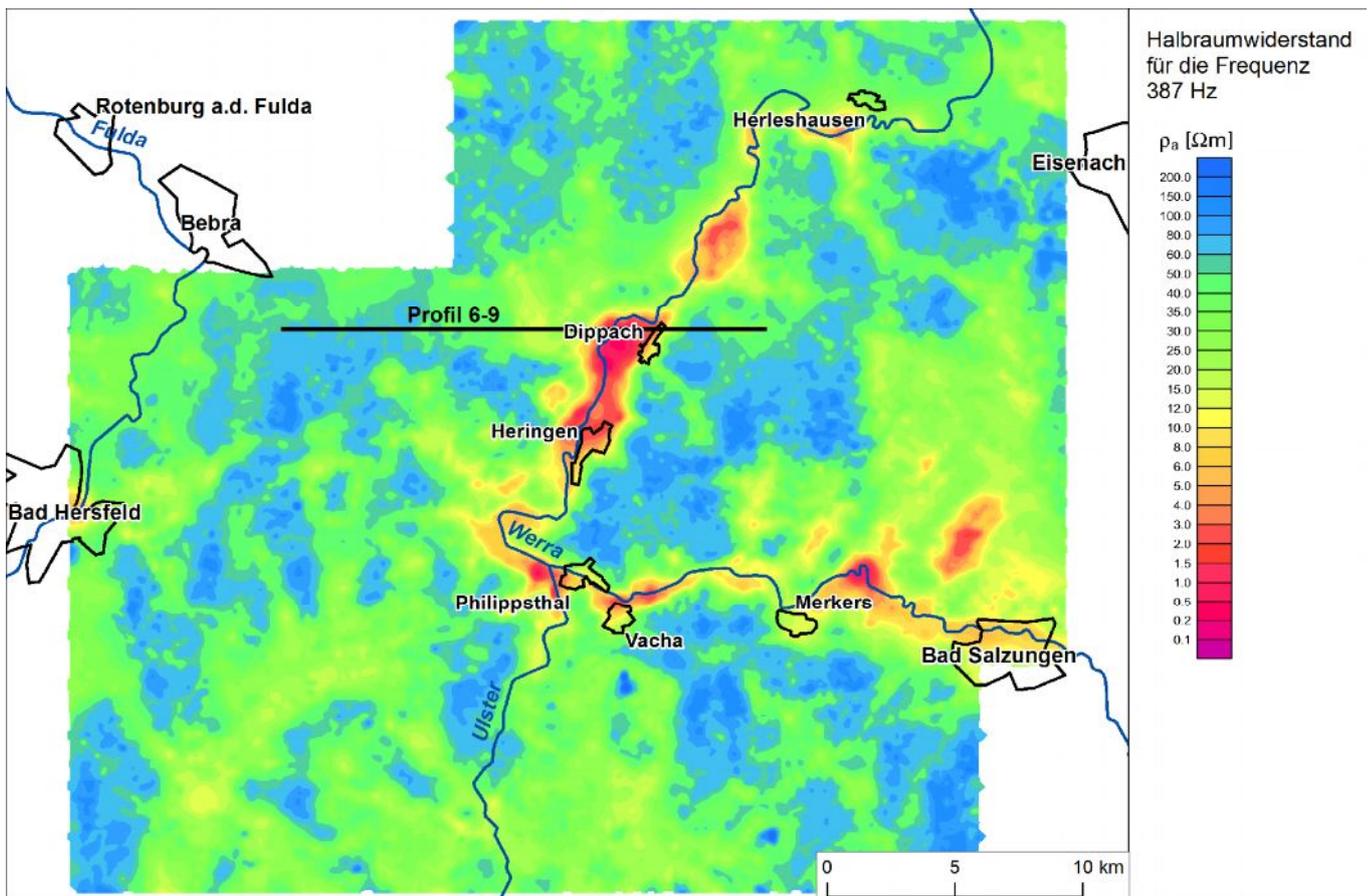
Von Mai bis Juli 2008 wurde im Auftrag der K+S in Abstimmung mit den Behörden eine weitere Hubschrauberbefliegung mit elektromagnetischer Vermessung durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) durchgeführt. Diese zweite Befliegung sollte Aufschluss darüber geben, inwieweit seit 1996/1997 Veränderungen in Bezug auf die diffusen Einträge im Werragebiet eingetreten sind und zusätzlich den westlich der Werra liegenden

Raum bis Bad Hersfeld einbeziehen. Das umfangreiche Datenmaterial wird zurzeit weiter ausgewertet und liegt zur Prüfung den zuständigen Behörden vor. Die folgenden Abbildungen 3-16 und 3-17 zeigen die Verhältnisse, wie sie sich aus der Befliegung im Jahre 2008 darstellen. Die roten Flächen zeigen Gebiete verringerten spezifischen elektrischen Widerstands und weisen damit auf den Aufstieg salzhaltiger Wässer hin, wobei geophysikalisch nicht zwischen geogenen und anthropogenen Salzwässern unterschieden werden kann. Diese Unterscheidung kann nur durch Grundwasserbeprobungen und deren Bewertung erfolgen.



**Abb. 3-16: Aerogeophysikalisches W-E-Tiefenprofil zwischen Ronshausen und Dippach mit Grundwassermessstellen und Chloridkonzentrationen im Grundwasser (Legende siehe Abb. 3-17)**

Zur Bewertung der aerogeophysikalischen Messungen werden die chemischen Ergebnisse der Grundwasserbeprobung zurzeit in die einzelnen Tiefenprofile eingeordnet. In der Abbildung 3-16 ist das mit Salzabwässern beeinflusste Werratal (rot) gut mit den über 10.000 mg/l Chlorid im Wasser der Messstelle Nr. 156 Dippach/Schwarzer Graben erkennbar. Gleichzeitig ist der unbeeinflusste Bereich der oberen 200 m Buntsandstein, z. B. durch die Messstelle Nr. 345 Ziebachquellen mit 64 mg/l Chlorid belegt. Am Beispiel der GWM Nr. 412 Tiefbohrung Ronshausen 14 ist zu erkennen, dass sich mehr als 200 m unbeeinflusster Buntsandstein (blau, grün) über der im Plattendolomit (Ca3) befindlichen natürlichen Chloridkonzentration von ca. 45 g/l befinden. Eine weitergehende Bewertung wird derzeit erstellt.



**Abb. 3-17: Ergebnisse der zweiten Hubschrauber-Elektromagnetik aus dem Jahr 2008 im Werragebiet zwischen Bad Salzungen und Bad Hersfeld mit Profillage Abb. 3-16**

Aus den Ergebnissen der Befliegungen lassen sich ebenfalls die oben genannten Gebiete ableiten, für die die diffusen Salzeinträge in die Werra relevant sind (s. Abbildung 3-17, rote und gelbe Bereiche). Weitere Zonen um Bad Salzungen, bei Bad Hersfeld sowie zwischen Dippach und Herleshausen zeigen den geogenen Aufstieg natürlich mineralisierter Wässer aus dem Buntsandstein an. Die einzige von der Versenkung beeinflusste Salzwasseraufstiegsstelle im Einzugsgebiet der Fulda bei der Breitzbachmühle ist so lokal begrenzt, dass sie nicht markant in Erscheinung tritt, während das Gebiet der Bad Hersfelder Subrosionssenke durch rötliche Färbung (natürliche Salz- und Mineralwässer) gekennzeichnet ist.

Die Ergebnisse der Befliegung 2008 bestätigen, dass sich die Verhältnisse gegenüber der vorangegangenen Befliegung 1996/1997 in der Flächenausdehnung nicht gravierend verändert haben. Die Auswertung hydrochemischer Analysen der Messstellen im Werratal belegt, dass die Salzgehalte im Grundwasser generell rückläufig sind.

Beispielhaft lässt sich diese Aussage anhand der Grundwassermessstelle Nr. 451 *Standrohr Werraue*, Heringen belegen (siehe Abbildungen 3-18 und 3-19).

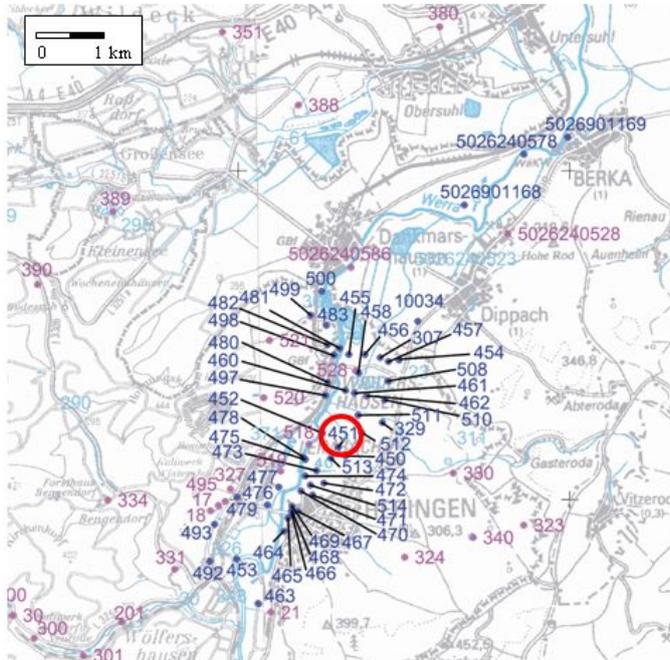


Abb. 3-18: Lage der GWM Nr. 451 *Standrohr Werraue*, Heringen (rot umrandet)



**Abb. 3-19: Entwicklung der Chloridkonzentration der GWM Nr. 451 *Standrohr Werraue*, Heringen (ca. 6 m tief)**

Die oben angeführten Untersuchungen bestätigen, dass es lokal begrenzte Aufstiegszonen im Werratal für Salzwässer gibt, seien dies geogene Salzwässer oder mit diesen vermischte Salzabwässer aus der Versenkung. Die oberflächennahen Auswirkungen gehen jedoch seit Jahren zurück.

#### **4. Maßnahmenpaket Grundwasser- und Gewässerschutz bis 2015**

Im Zeitraum bis 2015 wollen wir das von uns vorgelegte umfangreiche Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz umsetzen und im Rahmen der Einführung einer Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) auch einen länderübergreifenden Abwasserverbunds (Hessen/Thüringen) herstellen.

Das Maßnahmenpaket hat zum Ziel, die Salzabwässer des Werkes Werra auf jährlich 7 Mio. m<sup>3</sup> bis zum Jahr 2015 gegenüber dem Stand von 2006 zu reduzieren. Verbunden mit der Einführung der NIS vollziehen wir zugleich die Trendwende zur Einstellung der bisherigen

Versenkung hin zu einer Bewirtschaftung des Untergrunds. Der Plattendolomit und der Buntsandstein werden dadurch ab Ende 2015 frachtneutral volumenentlastet. Die Wasserqualität der Werra wird nachhaltig verbessert. Dafür stellen wir bis zu 360 Mio. € zur Verfügung. Im Werk Werra werden auf allen drei Standorten (Wintershall/Heringen, Hattorf/Philippsthal und Unterbreizbach) Investitionsprojekte in Höhe von bis zu 360 Mio. € durchgeführt. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Um bei den durchzuführenden Projekten möglichst schnell den größtmöglichen Umwelteffekt zu erzielen, wurde der bisherige Zeitplan modifiziert. Für die technische Realisierung ist jetzt folgender Projektzeitplan (siehe Abbildung 4-1) vorgesehen:

1. NIS (Neue Integrierte Salzabwassersteuerung), beginnend ab 2010 bis zur Fertigstellung 31.12.2015 (unverändert)
2. Bau der Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach bis 31.12.2012 (bisher 31.12.2015)
3. Bau der ESTA-Anlage (Elektrostatische Aufbereitung) am Standort Hattorf bis 31.12.2012 (bisher 31.12.2011)
4. Bau der Lösungstiefkühlanlage am Standort Hattorf bis 31.12.2015 (bisher 31.12.2011)
5. Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall bis 31.12.2015 (bisher 31.12.2012)

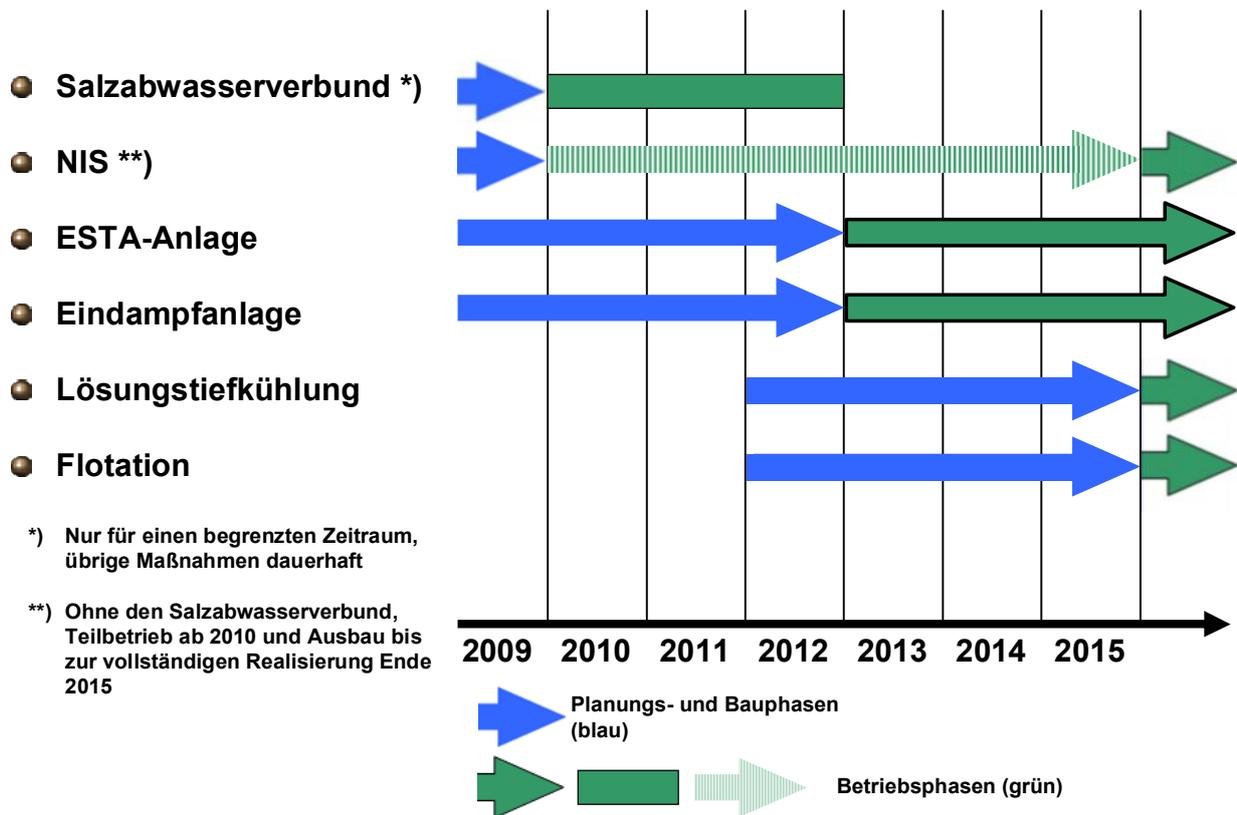


Abb. 4-1: Projektzeitplan (Überblick)

Zusammen mit den bereits 2008 realisierten Einsparungen an Salzabwasser in Höhe von rund 1,8 Mio. m<sup>3</sup>/a werden auf diese Weise bis zum 31.12.2012 bereits mehr als 90 % der angestrebten Reduktion der Salzabwassermengen erreicht.

Die Elemente des Maßnahmenpakets werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

#### 4.1 Herstellung eines länderübergreifenden Salzabwasserverbunds und Aufbau einer länderübergreifenden Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS)

Ein wesentlicher Baustein des Maßnahmenpakets zum Gewässerschutz ist die Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS). Mit der NIS erreichen wir zwei wesentliche Ziele:

- Die Einstellung der bisherigen Form der Versenkung und
- die Einhaltung einer möglichst gleichmäßigen Salzkonzentration in der Werra bei gleichzeitiger Entlastung der Werra, insbesondere von den im Salzabwasser gelösten Kalium- und Magnesiumionen.

Damit wird sowohl dem Schutz des Grundwassers als auch einer Verbesserung des Oberflächengewässers Werra Rechnung getragen.

Die NIS setzt sich aus folgenden Bausteinen zusammen:

- Einrichtung eines Salzabwasserverbunds zwischen Thüringen (Unterebreizbach) und Hessen (Hattorf) zur verbesserten Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern bei der Einleitung in die Werra und in den Plattendolomit, zeitlich begrenzt bis 2012
- Ausbau der Rückförderkapazität aus dem Untergrund im Werratal
- Ausbau der Beckenkapazität über Tage zur weiteren Vergleichmäßigung der Einleitung von Salzabwasser in die Werra
- Ein Austausch, bei dem kalium- und magnesiumreiche („harte“) Salzabwässer in den Plattendolomit eingeleitet werden und gleichzeitig kalium- und magnesiumarme, dafür natriumreiche („weiche“) Salzwässer aus dem Plattendolomit zurückgefördert werden
- Bewirtschaftung des Untergrundes im Werratal durch temporäre Stapelung von Salzabwasser in Zeiten mit niedrigen Abflussverhältnissen in der Werra und Rückförderung und Einleitung dieser Salzabwässer in Zeiten mit hoher Wasserführung der Werra
- Ein umfangreiches Grundwassermonitoring
- Weitere Verbesserung der Salzlaststeuerung

Die NIS wird in Abbildung 4-2 am Beispiel des Standorts Hattorf schematisch dargestellt.

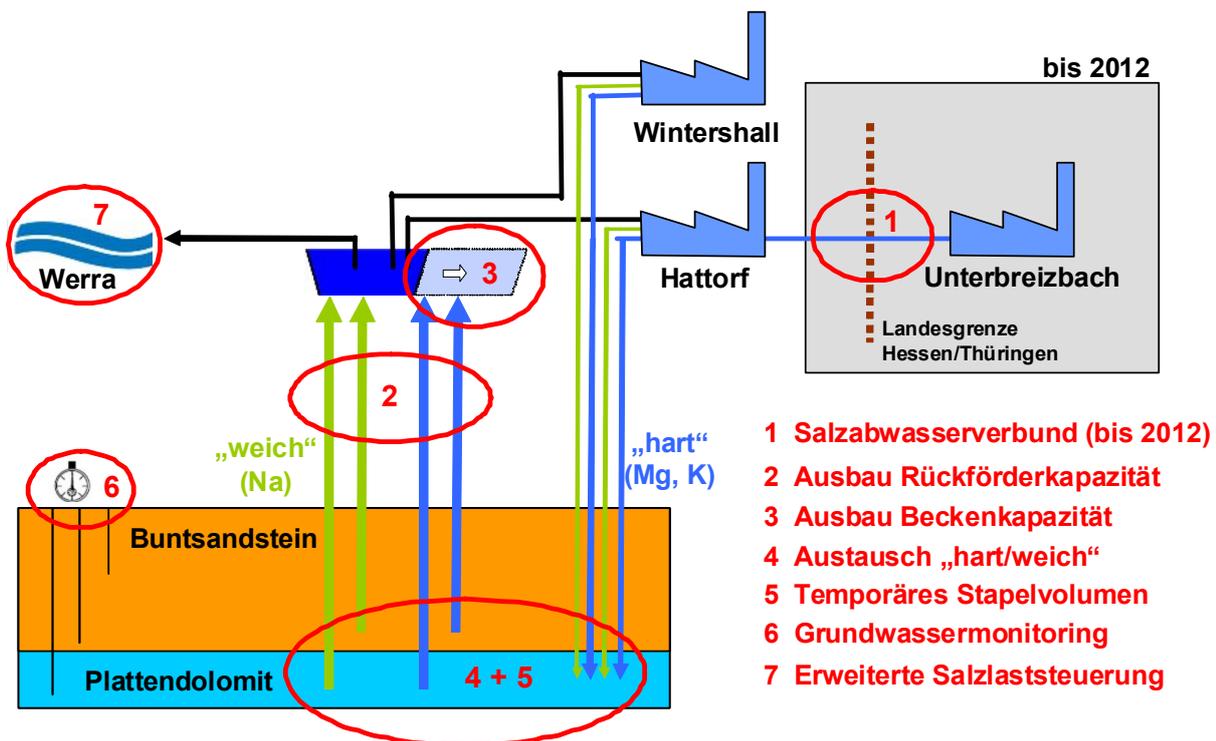


Abb. 4-2: Schematische Darstellung der NIS am Beispiel des Standorts Hattorf

#### 4.1.1 Grundlagen der NIS

Durch die Umsetzung der anderen Bausteine des Maßnahmenpakets (s. Abschnitte 4.2 bis 4.5) entstehen nach dem Jahr 2015 – im Wesentlichen an den Standorten Hattorf und Wintershall – noch durchschnittlich 7 Mio. m<sup>3</sup> Salzabwasser pro Jahr. Darin enthalten sind die im Werk Neuhof-Ellers entstehenden und durch eine Leitung nach Hattorf transportierten Salzwässer, die zum überwiegenden Teil aus Haldenwasser der dortigen Rückstandshalde bestehen.

Durch den Bau und Betrieb der Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach zur Herstellung von konzentrierter Magnesiumchloridlösung ist dieser Standort nach außen salzabwasserfrei.

Die verbleibenden Salzabwässer werden mit der NIS so gesteuert, dass ein größtmöglicher Umweltnutzen sowohl für das Flusssystem Werra/Weser als auch für das Grundwasser erzielt wird.

Im Folgenden werden zunächst die Zusammenhänge zwischen den entstehenden Salzabwässern und den Entsorgungswegen Einleitung in die Werra und Versenkung in den

Plattendolomit im Schwerpunkt am Beispiel der Standorte Hattorf und Wintershall des Werkes Werra dargestellt.

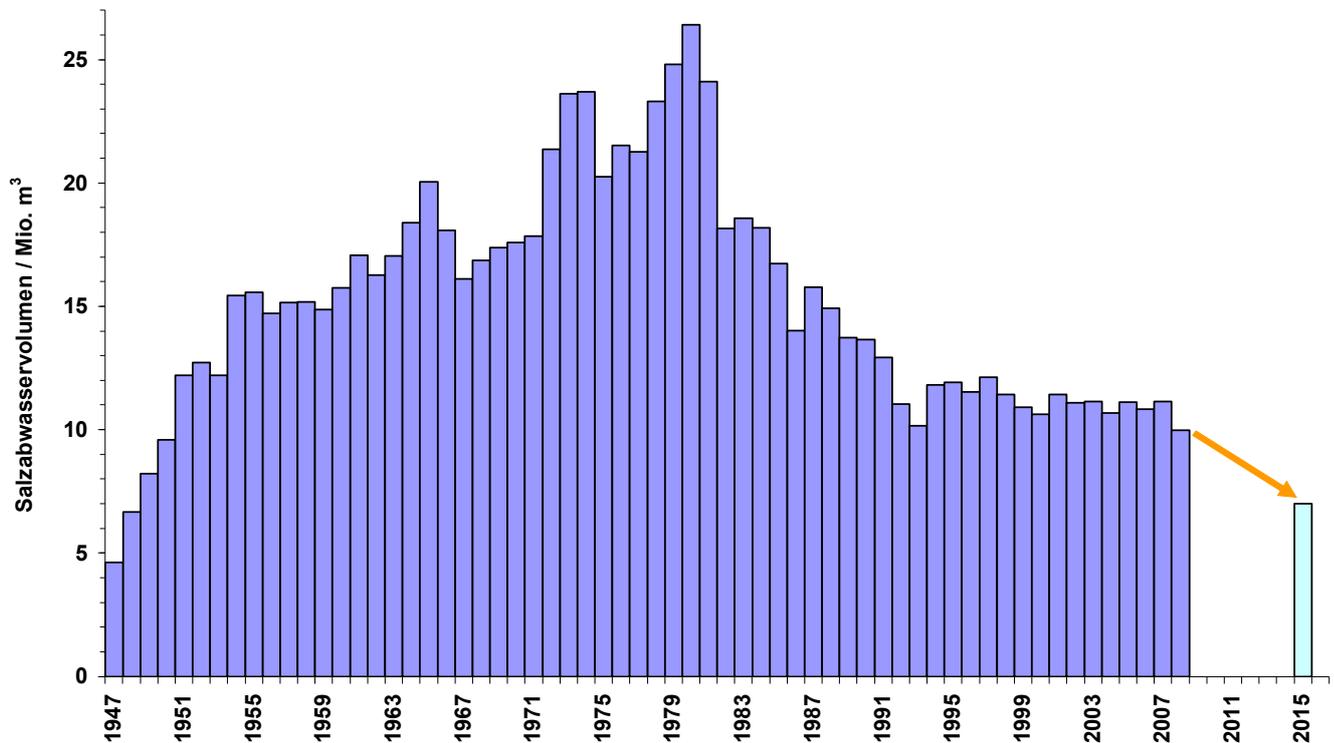
#### **4.1.1.1 Salzabwasseranfall und -entsorgung**

Unter dem Begriff „Salzabwasser“ werden die bei der Kalirohsalzaufbereitung und Weiterverarbeitung anfallenden hochmineralisierten Prozessabwässer sowie die als Folge von Niederschlägen auf die Rückstandshalden entstehenden, ebenfalls hochmineralisierten Haldenwässer zusammengefasst.

Die chemische Zusammensetzung und das Volumen der entstehenden Prozessabwässer ist abhängig von der Verarbeitungsmenge und der mineralogischen Zusammensetzung des Rohsalzes, den verwendeten Aufbereitungs- und Weiterverarbeitungsverfahren sowie den hergestellten Produkten. Die chemische Zusammensetzung der Haldenwässer ist abhängig von der Zusammensetzung des aufgehaldeten Rückstands.

Ein kurze Beschreibung sowie die durchschnittliche Zusammensetzung der Salzabwässer finden sich im Anhang. Neben diesen Salzabwässern entstehen an den Standorten des Werkes Werra so genannte Siel- und Kühlwässer, die nur einen geringen Salzgehalt aufweisen.

Die Abbildung 4-3 zeigt die Entwicklung des jährlich entstandenen Salzabwasservolumens der Standorte Hattorf und Wintershall zwischen 1947 und 2008 sowie des nach dem Jahr 2015 durchschnittlich noch zu entsorgende Salzabwasservolumens in Höhe von 7 Mio. m<sup>3</sup>. In diesem Volumen ist das im Werk Neuhof-Ellers anfallende Salzwasservolumen enthalten.



**Abb. 4-3: Entwicklung der Salzabwasservolumen der Standorte Hattorf und Wintershall seit 1947 bis 2008. Im Jahr 2008 sind die Haldenwässer des Werkes Neuhoof-Ellers mit enthalten.**

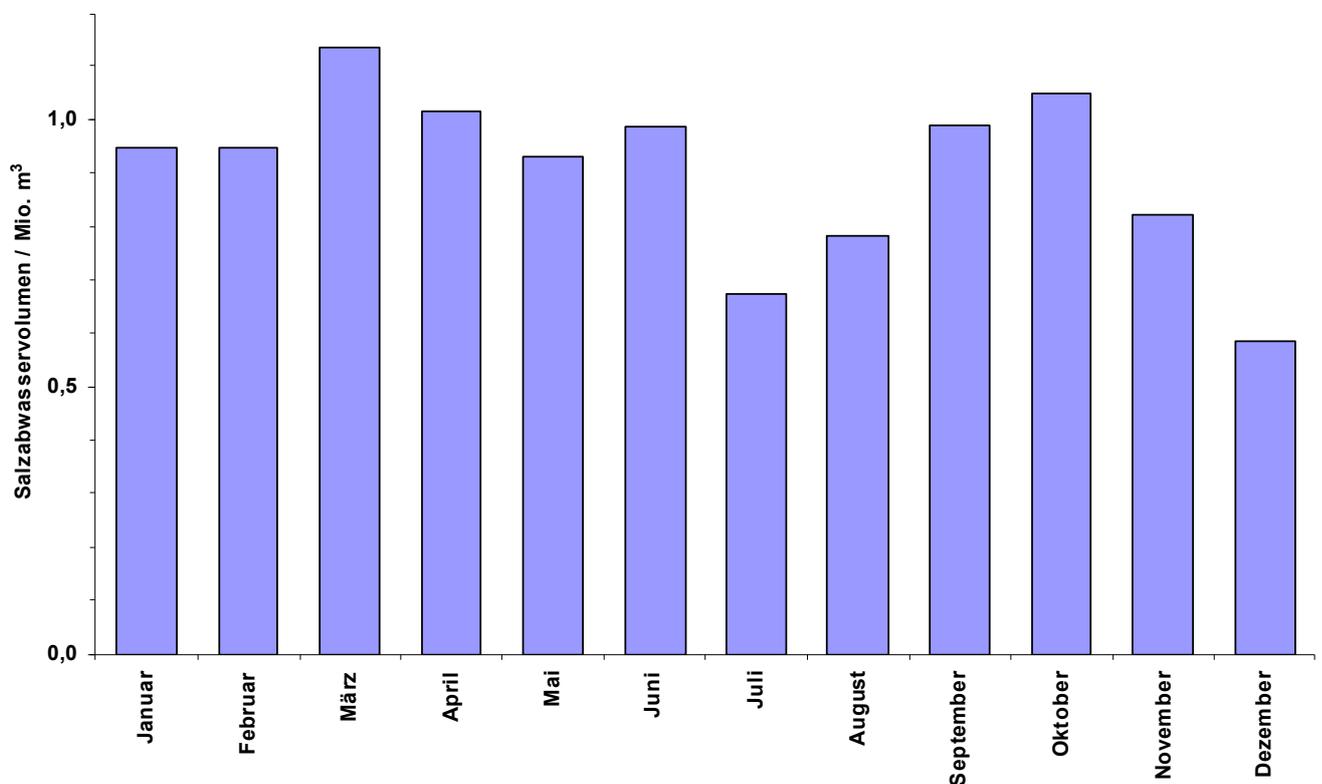
Eine Reduzierung der Salzabwasservolumen ist in der Vergangenheit insbesondere auf den Standorten Wintershall und Hattorf durch die Einführung des ESTA-Verfahrens erreicht worden. Dies führte zu einer Verlagerung der Rückstände weg von den flüssigen (Salzabwasser) hin zu festen Rückständen, die aufgehaldet werden. Diese deutliche Salzabwassereinsparung bei der Kalirohsalzaufbereitung im hessisch-thüringischen Kalirevier wird schon seit Jahrzehnten konsequent betrieben.

Neben dem ESTA-Verfahren hat insbesondere die Einführung des Flotationsverfahrens den Salzabwasservolumen reduziert.

Mit der Umsetzung von kurzfristigen Maßnahmen haben wir im Jahr 2008 rund 1,8 Mio. m<sup>3</sup> Prozessabwasser gegenüber 2006 eingespart und damit das Versenkvolumen in Hessen weiter reduziert. Im Jahr 2006 betrug das Salzabwasservolumen in Summe im Werk Werra und im Werk Neuhoof-Ellers noch rund 14 Mio. m<sup>3</sup>. Im Jahr 2008 lag es dagegen nur noch bei rund 12 Mio. m<sup>3</sup>.

Kurzfristig sind darüber hinaus bei voller Produktion keine signifikanten Salzabwassereinsparungen möglich. Dies gelingt nur durch die Umsetzung der geplanten Maßnahmen des Integrierten Maßnahmenkonzepts zum Gewässerschutz im Zeitraum bis Ende 2015. Daher wird bei den weiteren Betrachtungen in der Regel das Prozessabwasservolumen des Jahres 2008 zugrunde gelegt. Unter Annahme eines mittleren Haldenwasservolumens und in Abhängigkeit von der Umsetzung des Maßnahmenpakets ergibt sich daraus das zukünftige Salzabwasservolumen.

In der folgenden Abbildung 4-4 sind die monatlichen Salzabwasservolumen (Summe aus Einleitung und Versenkung) des Werkes Werra aus dem Jahr 2008 dargestellt.



**Abb. 4-4: Monatliche Salzabwasservolumen des Werkes Werra am Beispiel des Jahres 2008**

Aus der Darstellung geht hervor, dass das entstandene Salzabwasservolumen im Jahresverlauf bis auf die Monate Juli, August und Dezember recht konstant war. In den genannten Monaten fanden an den einzelnen Standorten Reparaturpausen statt, so dass in dieser Zeit weniger Salzabwasser anfiel. Witterungsbedingte Schwankungen des

Haldenwasseranfalls waren nicht von Bedeutung, da das Volumen der Haldenwässer im Vergleich zum Volumen der Prozessabwässer niedrig war.

Die dargestellten Schwankungen können durch die vorhandenen Stapelbecken, die ein Gesamtfassungsvermögen von rund 0,4 Mio. m<sup>3</sup> aufweisen, ausgeglichen werden. Es ist somit gerechtfertigt, bei Betrachtungen, die sich auf ein monatliches Salzabwasservolumen beziehen, von einem jährlichen Salzabwasseranfall geteilt durch 12 auszugehen. Im Jahr 2008 lag der durchschnittliche monatliche Salzabwasseranfall im Werk Werra somit bei ca. 1,0 Mio. m<sup>3</sup>.

Der Zusammenhang zwischen dem entstehenden Salzabwasservolumen und den Volumen, die über die beiden Wege Versenkung in den Plattendolomit und Einleitung in die Werra entsorgt werden, kann wie folgt bilanziert werden:

$$V_{SW} = V_V + V_E$$

mit

$V_{SW}$  = Salzabwasservolumen in m<sup>3</sup>

$V_V$  = Versenkvolumen in den Plattendolomit in m<sup>3</sup>

$V_E$  = Einleitvolumen in die Werra in m<sup>3</sup>

Die kurzzeitige Speicherung in den Stapelbecken wird dabei vernachlässigt, weil das vorhandene Stapelvolumen im Vergleich zum jährlichen Volumen klein ist und die Stapelung in Becken keine langfristige Entsorgung darstellt.

#### **4.1.1.2 Salzabwasserversenkung**

Die Versenkung von Salzabwasser der Standorte Hattorf und Wintershall in den Plattendolomit ist begrenzt durch ein behördlich vorgegebenes maximales jährliches Versenkvolumen in Höhe von 9 Mio. m<sup>3</sup> und auf ein Gesamtversenkvolumen in Höhe von 35 Mio. m<sup>3</sup> für den gesamten Genehmigungszeitraum von fünf Jahren bis zum 30.11.2011. Dabei wird von einem durchschnittlichen Versenkvolumen von 7 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr ausgegangen.

Salzabwässer dürfen nur versenkt werden, solange sie nicht in die Werra eingeleitet werden können, und es dürfen nur hochkonzentrierte Salzabwässer versenkt werden.

Die Einleitung von Salzabwasser in die Werra ist durch Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte in Verbindung mit der jeweiligen Wasserführung geregelt.

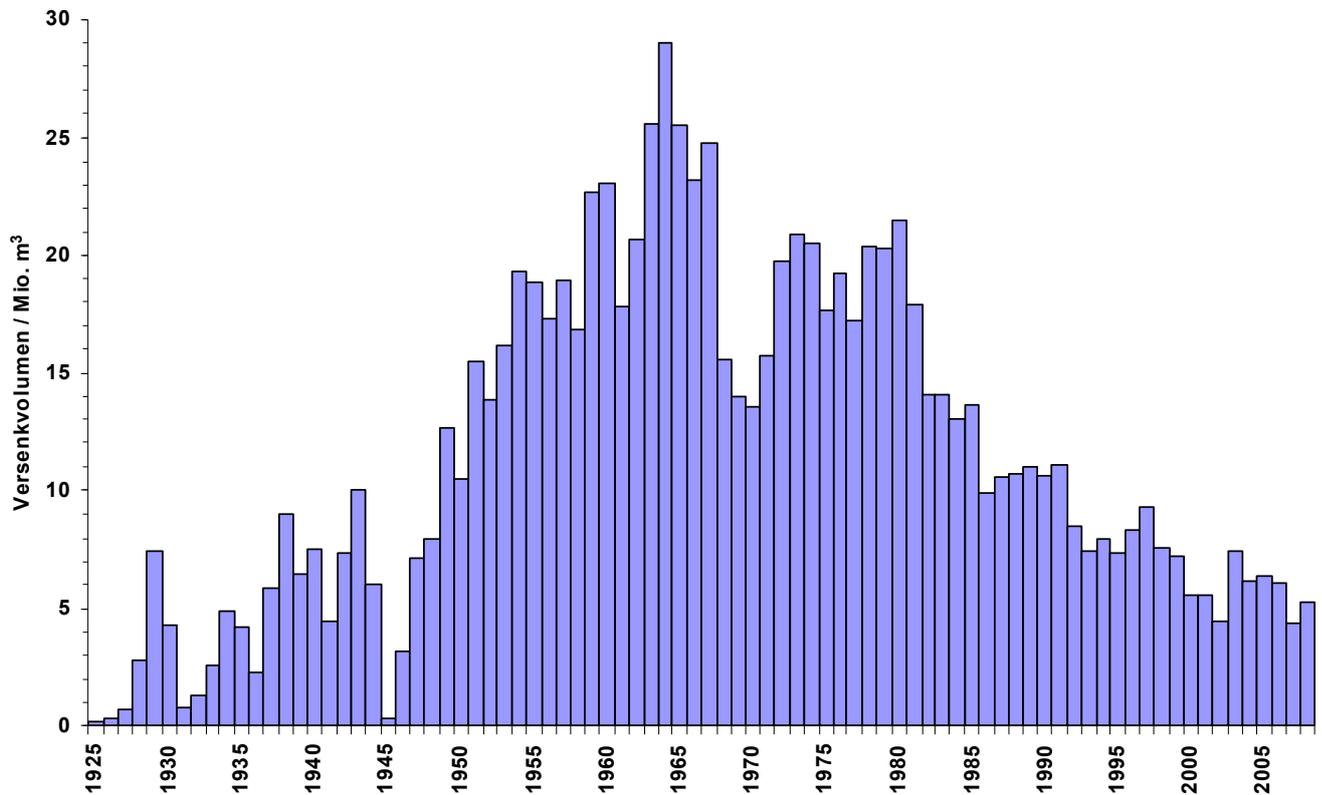
Die beiden Entsorgungswege stellen ein voneinander abhängiges Entsorgungssystem dar. Insbesondere vor dem Hintergrund, das Versenkvolumen möglichst niedrig zu halten, besteht von behördlicher Seite die Forderung, die Möglichkeiten der Salzabwassereinleitung in die Werra voll auszuschöpfen.

Das Versenkvolumen ergibt sich somit aus der Differenz zwischen dem Salzabwasservolumen und dem Einleitvolumen:

$$V_V = V_{SW} - V_E$$

Je größer also das Einleitvolumen in die Werra ist, desto kleiner fällt das Versenkvolumen bei gleichem Salzabwasservolumen aus. Wie noch dargestellt wird, hängt das Einleitvolumen des Salzabwassers insbesondere von der Höhe der Grenzwerte sowie von weiteren Größen ab. Eine Reduzierung der Versenkvolumen kann durch eine diesen Punkt berücksichtigende Festsetzung von Grenzwerten für die Einleitung erreicht werden. Dieser Strategie ist die Genehmigungsbehörde insbesondere bei der Festsetzung des derzeitigen Härtegrenzwerts in Höhe von 90 °dH in den vergangenen Jahren gefolgt.

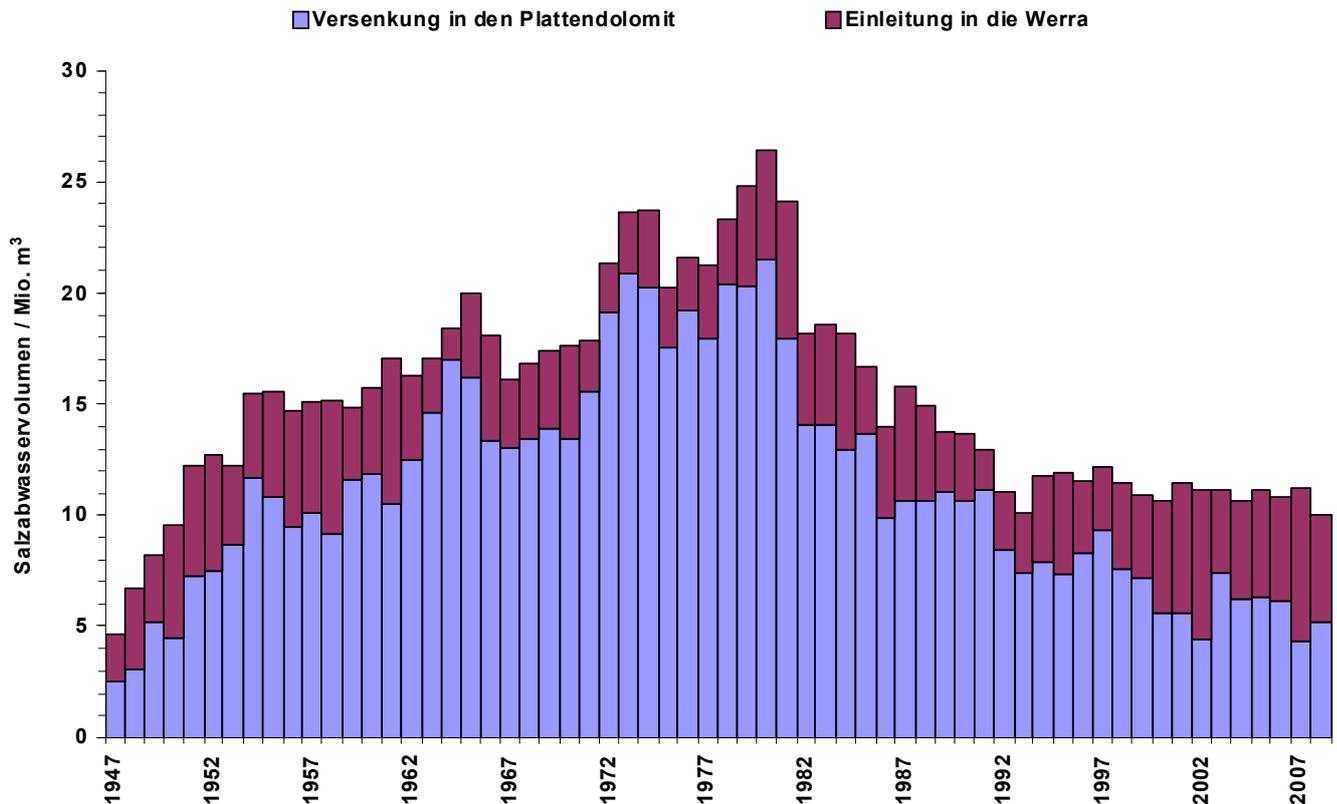
Die Entwicklung der Versenkvolumen in Hessen und Thüringen (ohne den Pufferspeicher Gerstunger Mulde) seit Beginn der Versenkung im Jahr 1925 ist in der folgenden Abbildung 4-5 dargestellt.



**Abb. 4-5: Entwicklung der Vorsenkungsvolumen im Werrarevier seit Beginn der Vorsenkung im Jahr 1925 bis Ende 2008**

Die Vorsenkungsvolumen konnten in der Vergangenheit durch die Einstellung der Vorsenkung an den Standorten der ehemaligen DDR und durch die Minimierung des Salzabwasservolumens an den hessischen Standorten Hattorf und Wintershall reduziert werden.

Die Entwicklung der Vorsenkungsvolumen der Standorte Hattorf und Wintershall seit 1947 zeigt die folgende Abbildung 4-6, in der auch die entsprechenden Einleitvolumen in die Werra dargestellt sind.



**Abb. 4-6: Versenk- (blau) und Einleitvolumen (rot) der Salzabwässer der Standorte Hattorf und Wintershall im Zeitraum der Jahre 1947 bis 2008**

Vor dem Jahr 2000 lag der Schwerpunkt der Entsorgung der Salzabwässer in Hattorf und Wintershall auf der Versenkung. Insbesondere in den Jahren zwischen 1960 und 1999 lag der Anteil der Salzabwassereinleitung in die Werra nur zwischen 10 und 35 %. Seit dem Jahr 2000 liegen dagegen die Anteile von versenktem und in die Werra eingeleitetem Salzabwasser bei rund 50 %. Dieses Resultat war u. a. eine Folge der Fusion der einzelnen Standorte zum Werk Werra mit einer gemeinsamen Salzlaststeuerung, der Inbetriebnahme des Pufferspeichers Gerstunger Mulde und der Neuregelung der Einleiterlaubnisse sowie der Festsetzung des Gesamthärtewertes auf 90 °dH.

Darüber hinaus ergibt sich eine Entlastung des Versenkraums durch eine technisch mögliche und schon praktizierte Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit mit anschließender Einleitung in die Werra.

Dadurch erweitert sich der bisherige Zusammenhang auf folgende Beziehung:

$$V_{NV} = V_V - V_{RF} = V_{SW} - (V_E + V_{RF})$$

mit

$V_{NV}$  = Differenz zwischen Versenk- und Rückfördervolumen (Netto-Versenkvolumen)

$V_{RF}$  = Rückfördervolumen aus dem Plattendolomit

Eine frühzeitige Aufnahme der Rückförderung in das System der Salzabwassereinleitung in die Werra stellt dabei das wirkungsvollste Vorgehen dar, da bereits bei mittleren Abflüssen der Werra „weiche“ Salzabwässer zurückgefördert und eingeleitet werden können. Seit dem Jahr 2003 besteht am Standort Wintershall mit der entsprechend ausgerüsteten ehemaligen Versenkbohrung *Heringen 2A* die Möglichkeit, Salzwasser aus dem Plattendolomit zurückzuführen und in die Werra einzuleiten. In Summe wurden seit 2003 bis Ende 2008 rund 1 Mio. m<sup>3</sup> zur Entlastung des Plattendolomits zurückgefördert und eingeleitet.

Darüber hinaus wurde zu Beginn des Jahres 2009 am Standort Hattorf erfolgreich ein Versuchsbetrieb zur Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit durch den temporären Einbau von Rückförderpumpen in drei bestehende Versenkbohrungen aufgenommen. In der Zeit bis April 2009 konnten so rund 0,5 Mio. m<sup>3</sup> Salzwasser wieder aus dem Plattendolomit rückgefördert und in die Werra eingeleitet werden. Die chemische Zusammensetzung des geförderten Salzwassers entsprach dabei derjenigen der zuvor in den Versenkbohrungen versenkten Salzabwässer. Aufgrund der positiven Ergebnisse des Rückförderversuchs sollen die temporären Rückfördermöglichkeiten, die auch zukünftig weiter bestehen, durch zwei feste Rückförderbohrungen am Standort Hattorf ersetzt werden. Dadurch ist die zeitnahe Inbetriebnahme der Rückförderung gewährleistet.

Bedingt durch die unterschiedliche chemische Zusammensetzung der anfallenden Salzabwässer kann durch eine geschickte Verteilung der Salzabwässer auf die beiden Entsorgungswege eine optimale Salzabwasserentsorgung im Sinne einer Schonung der Versenkung bzw. einer Reduzierung der Versenkvolumen erreicht werden. Auf diesen Umstand wird im Folgenden genauer eingegangen.

#### 4.1.1.3 Salzabwassereinleitung

Für die Einleitung von Salzabwasser gibt es für Hessen und Thüringen jeweils aufeinander abgestimmte Einleiterlaubnis, die Art und Umfang der Gewässerbenutzung regeln. Die hessische Einleiterlaubnis ist bis zum 30.11.2012 befristet. Bei der Einleitung von Salzabwasser aus der Kalirohsalzaufbereitung sind am Pegel Gerstungen unter Berücksichtigung der Vorbelastungen und diffusen Einträge Grenzwerte für Chlorid (2.500 mg/l) und Gesamthärte (90 °dH) einzuhalten. Dabei ist der Gesamthärtengrenzwert bis zum 30.11.2009 befristet. Über den zukünftigen Gesamthärtengrenzwert wird im Rahmen eines behördlichen Verfahrens bis Ende November 2009 entschieden.

Die Erlaubnis legt fest, dass die Haldenwässer des Werkes Neuhoof-Ellers vorrangig vor den Prozessabwässern des Werkes Werra in die Werra einzuleiten sind, da es sich bei den Haldenwässern um einen witterungsbedingten Zwangsanfall handelt und der Versenkraum an den Standorten Hattorf und Wintershall darf durch die Übernahme der Haldenwässer aus dem Werk Neuhoof-Ellers nicht zusätzlich belastet werden darf.

Im Gegensatz zur Versenkung ist die Einleitung nicht auf ein bestimmtes Salzabwasservolumen begrenzt, sondern durch die genannten Grenzwerte im Zusammenhang mit der Wasserführung der Werra auf einen bestimmten Transport (kg/s Chlorid bzw. Gesamthärte).

Der allgemeine Zusammenhang zwischen den Kenngrößen Abfluss ( $Q$ ), Konzentration ( $c$ ) und Transport ( $T$ ) ist gegeben durch folgende Beziehung:

$$T = \frac{Q \cdot c}{1.000}$$

Werden die Konzentration  $c$  in mg/l, der Abfluss  $Q$  in m<sup>3</sup>/s und der Transport  $T$  in kg/s angegeben, erfolgt durch den Faktor 1.000 die entsprechende Einheitenrechnung.

Durch die Festsetzung einer bestimmten Salzkonzentration ( $c$ ) (Grenzwerts) an einem ausgewiesenen Punkt im Gewässer ist über die genannte Beziehung der zulässige Salztransport bei einem gegebenen Abfluss  $Q$  festgelegt.

In die Salzkonzentration gehen neben der eigentlichen Salzabwassereinleitung alle weiteren Salzeinträge in das Gewässer, z. B. die geogene Grundbelastung, die Einleitung durch andere Einleiter und die diffusen Einträge, ein.

Der zulässige Salztransport  $T$  an einem bestimmten Punkt (für die Werra wäre dies der Pegel Gerstungen) setzt sich danach aus der Summe aller Salzeinträge  $T_i$  zusammen:

$$T = \sum_i T_i$$

Um den Salzeintrag durch die Salzabwassereinleitung  $T_{SW}$  von den übrigen Salzeinträgen zu unterscheiden, werden die anderen Salzeinträge vereinfachend zur Größe  $T_{Ist}$  zusammengefasst. Somit ergibt sich der zulässige Transport  $T$  aus der Summe der Salzabwassereinleitung  $T_{SW}$  und der anderen Salzeinträge  $T_{Ist}$ :

$$T = T_{SW} + T_{Ist}$$

Der Salztransport der über das Salzabwasser unter Einhaltung eines Grenzwertes eingeleitet werden kann, ergibt sich danach aus der Differenz des zulässigen Salztransports  $T$  und den anderen zu berücksichtigenden Salzeinträge  $T_{Ist}$ :

$$T_{SW} = T - T_{Ist}$$

Für das Einleitvolumen des Salzabwassers  $q_E$  in einer bestimmten Zeit ergibt sich daraus der folgende Zusammenhang:

$$q_E = \frac{V_E}{t} = Q \cdot \frac{(c_{GW} - c_{Ist})}{c_{SW}}$$

Die Einleitung von Salzabwasser bezogen auf den Pegel in Gerstungen ist somit durch

- die Wasserführung ( $Q$ ) der Werra
- die festgelegten Grenzwerte ( $c_{GW}$ ),
- die Salzkonzentration ( $c_{Ist}$ ) in der Werra (Vorbelastung/diffuse Einträge u. a.) und
- die Salzkonzentration ( $c_{SW}$ ) im Salzabwasser

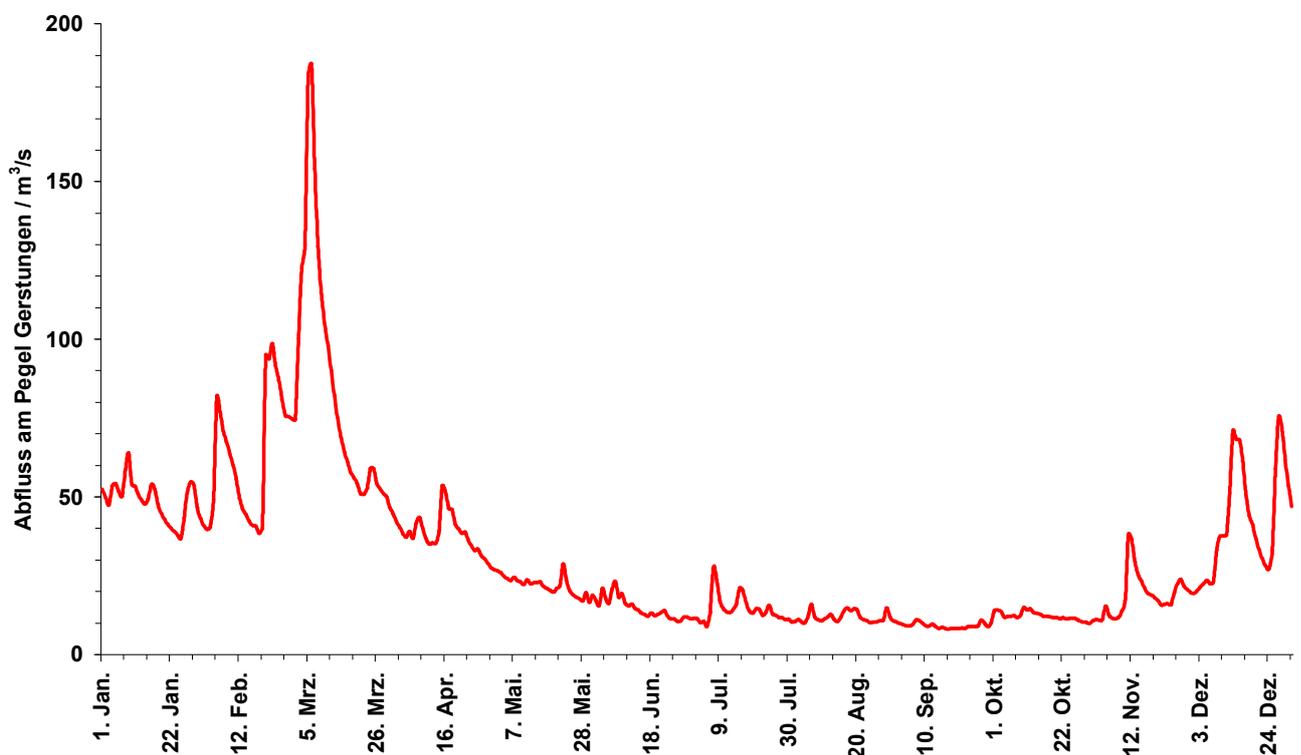
bestimmt. Die einzelnen Größen sowie ihr Einfluss auf die Einleitmenge werden im Folgenden genauer betrachtet.

#### 4.1.1.4 Wasserführung der Werra

Die Wasserführung (Abfluss) der Werra unterliegt witterungsbedingt starken Schwankungen. In der Regel liegen die Abflüsse im Winterhalbjahr höher als im Sommerhalbjahr.

Im Frühjahr kann es aufgrund der Schneeschmelze zu hoher bis sehr hoher Wasserführung kommen. Der Sommer ist dagegen meist durch längere Phasen mit niedriger bis sehr niedriger Wasserführung gekennzeichnet, bevor es im Herbst und Winter wieder zu einem Anstieg der Wasserführung kommt.

Ein typischer Verlauf der Wasserführung der Werra ist in der folgenden Abbildung 4-7 am Beispiel des Jahres 1999 wiedergegeben.



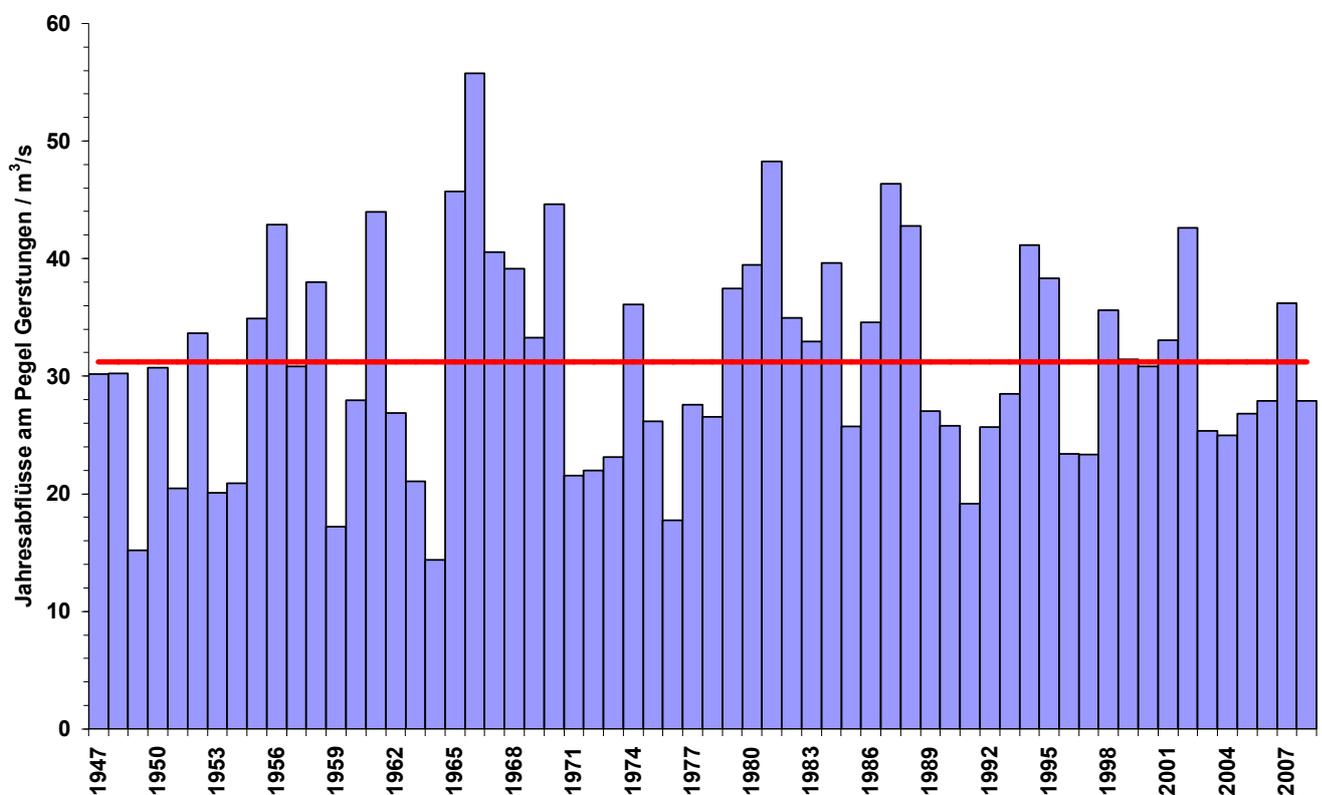
**Abb. 4-7: Abfluss der Werra am Pegel Gerstungen am Beispiel des Jahres 1999**

Die schwankende Wasserführung hat zur Folge, dass sich die Möglichkeit zur Einleitung von Salzabwasser ebenfalls in einer großen Spannbreite verändert. In Niedrigwasserphasen ist keine oder nur eine geringe Einleitung möglich. Dagegen steht in Phasen mit hoher bis sehr hoher Wasserführung nicht ausreichend Salzabwasser zur Verfügung, um die dann vorhandene Einleitkapazität vollständig auszuschöpfen.

Durch vorhandene Stapelbecken kann zwar ein gewisser Ausgleich zwischen dem kontinuierlichen Salzabwasseranfall und der Wasserführung geschaffen werden. Für einen vollständigen Ausgleich reicht die Kapazität jedoch nicht aus. Ein Ausbau der Beckenkapazität

ist Teil des Maßnahmenpakets und wird damit zu einer weiteren Vergleichmäßigung der Einleitung führen.

Nicht nur innerhalb des Jahres ist die Wasserführung größeren Schwankungen unterworfen. Auch der jährliche Abfluss (MQ) ändert sich von Jahr zu Jahr, je nachdem, ob es sich um ein Jahr mit viel oder wenig Niederschlag handelt. Für die Jahre 1947 bis 2008 sind die Jahresabflüsse (MQ) in der folgenden Abbildung 4-8 dargestellt.



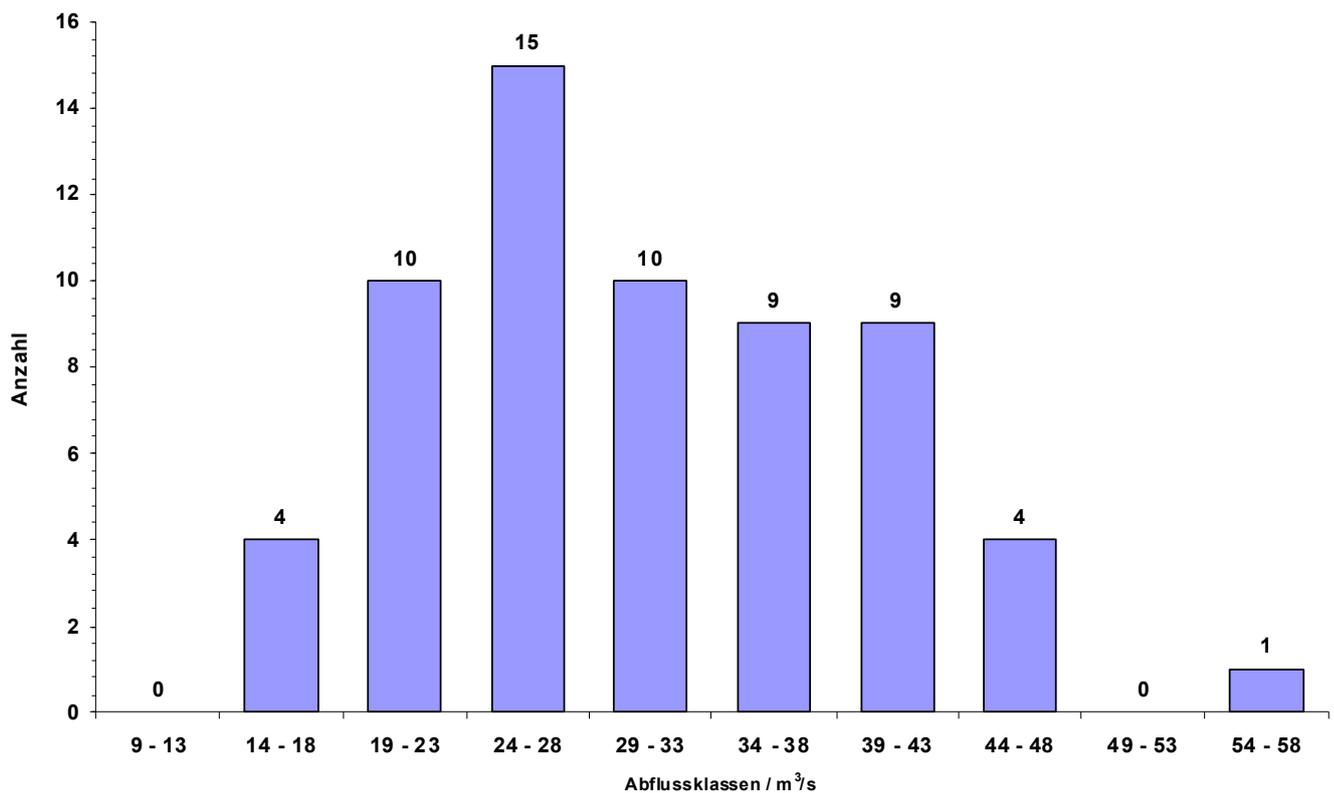
**Abb. 4-8: Jahresabflüsse (MQ) der Werra am Pegel Gerstungen mit dem daraus resultierenden langjährigen Durchschnitt (rote Linie)**

Der langjährige Mittelwasserabfluss (MQ) der Werra liegt bei  $30,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (1932 bis 2005) am Pegel in Gerstungen. Für den Zeitraum von 1947 bis 2008 liegt der Wert mit  $31,23 \text{ m}^3/\text{s}$  leicht darüber (rote Linie in Abbildung 4-8).

Aus der Abbildung 4-8 wird deutlich, dass es auch mehrere Jahre mit niedrigeren, aber auch mit höheren Abflüssen in Folge geben kann, die vom mittleren Abfluss abweichen. Jahre, die tatsächlich dem durchschnittlichen mittleren Abfluss entsprechen, sind vergleichsweise selten.

Dies zeigt auch die Darstellung der Anzahl der Jahre mit bestimmten Abflussbereichen in Abbildung 4-9.

Die dargestellte Schwankung des mittleren Jahresabflusses lässt sich zwar theoretisch durch Stapelbecken in einem gewissen Rahmen ausgleichen. Bei dem derzeitigen Salzabwasseranfall wäre jedoch eine Beckenkapazität von mehr als 10 Mio. m<sup>3</sup> nötig, insbesondere bei mehrjährigen Niedrigwasserphasen. Diese Größenordnung ist sowohl ökologisch bedenklich (v.a. wegen des sehr hohen Flächenbedarfs) als auch wegen der damit verbundenen immensen Kosten nicht realistisch. Durch den geplanten Ausbau der Rückförderkapazität kann der Plattendolomit in Zukunft die Funktion eines ausreichend großen Stapelbeckens im Untergrund übernehmen. Auch langjährige Schwankungen der Wasserführung können so ausgeglichen werden.



**Abb. 4-9: Häufigkeitsverteilung von Abflüssen (MQ) im jährlichen Durchschnitt der Werra am Pegel Gerstungen in bestimmten Klassen in der Zeit von 1947 bis 2008**

Am häufigsten war das Abflussgeschehen in den vergangenen 62 Jahren durch Abflüsse im Bereich unterhalb von  $33 \text{ m}^3/\text{s}$  (ca. 63 %) geprägt. Für die Betrachtungen der zukünftigen Einleitung sind Aussagen über die Entwicklung des Werraabflusses von hoher Bedeutung. Prognosen darüber sind jedoch äußerst schwierig. Daher hat das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) drei repräsentative Referenzjahre für ein trockenes, ein mittleres und ein feuchtes Jahr festgelegt, um eine möglichst gute Annäherung an die zu erwartende Spannbreite der Abflussverhältnisse zu erreichen.

Das trockene Jahr (1976) stellt ein abflussarmes Jahr, das mittlere Jahre (1999) ein Jahr mit mittlerem Abfluss und das feuchte Jahr (1987) ein Jahr mit hoher Wasserführung in der Werra am Pegel Gerstungen dar. Diese Referenzjahre sind somit der Rahmen, in dem die zukünftige Einleitung betrachtet werden kann.

Die folgende Abbildung 4-10 zeigt die drei Referenzjahre in der nach Höhe sortierten Reihenfolge der mittleren Abflüsse des Zeitraums von 1947 bis 2008.

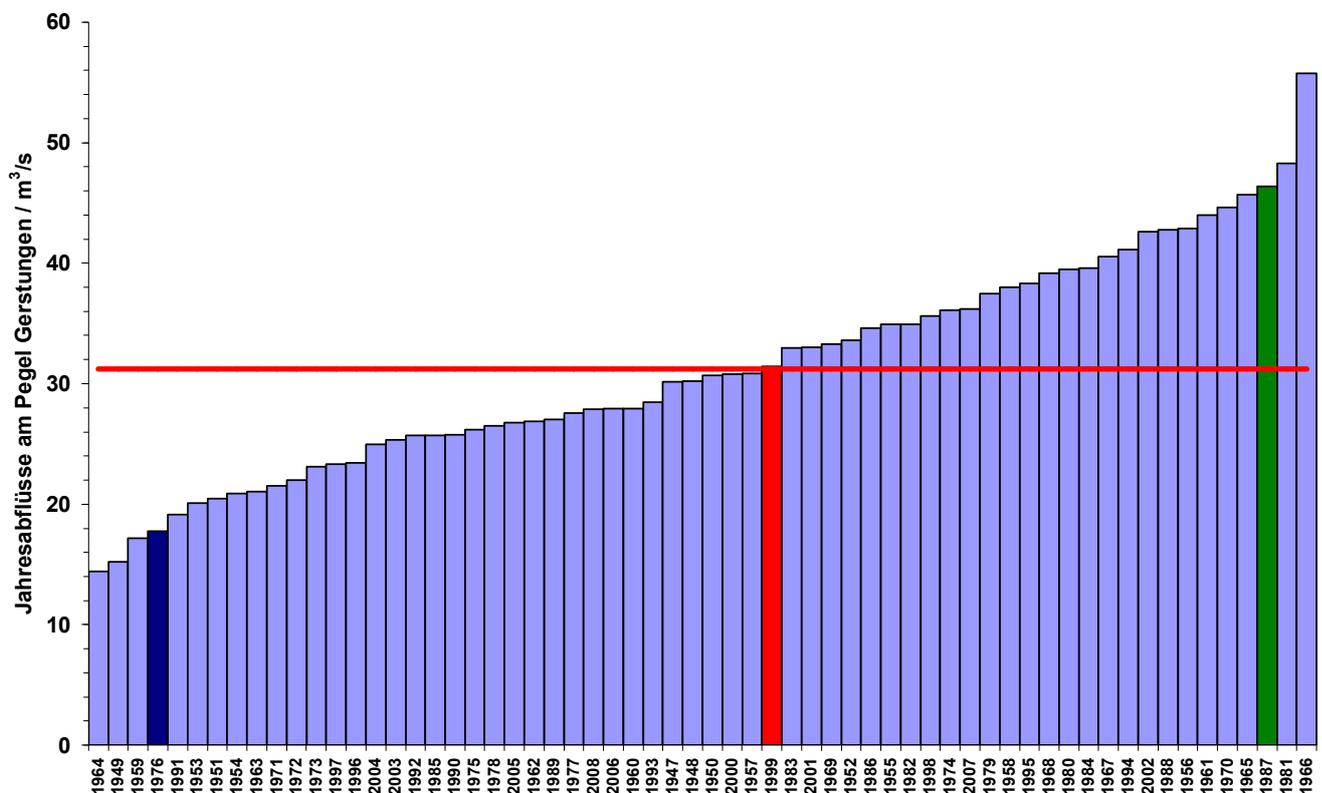


Abb. 4-10: Jahresabflüsse der Werra in der nach Höhe sortierten Reihenfolge mit den drei Referenzjahren trocken (blau), mittel (rot) und feucht (grün) sowie dem langjährigen mittleren Abfluss (rote Linie)

Die täglichen Abflüsse im Jahresverlauf der drei Referenzjahre sind in der folgenden Abbildung 4-11 dargestellt.

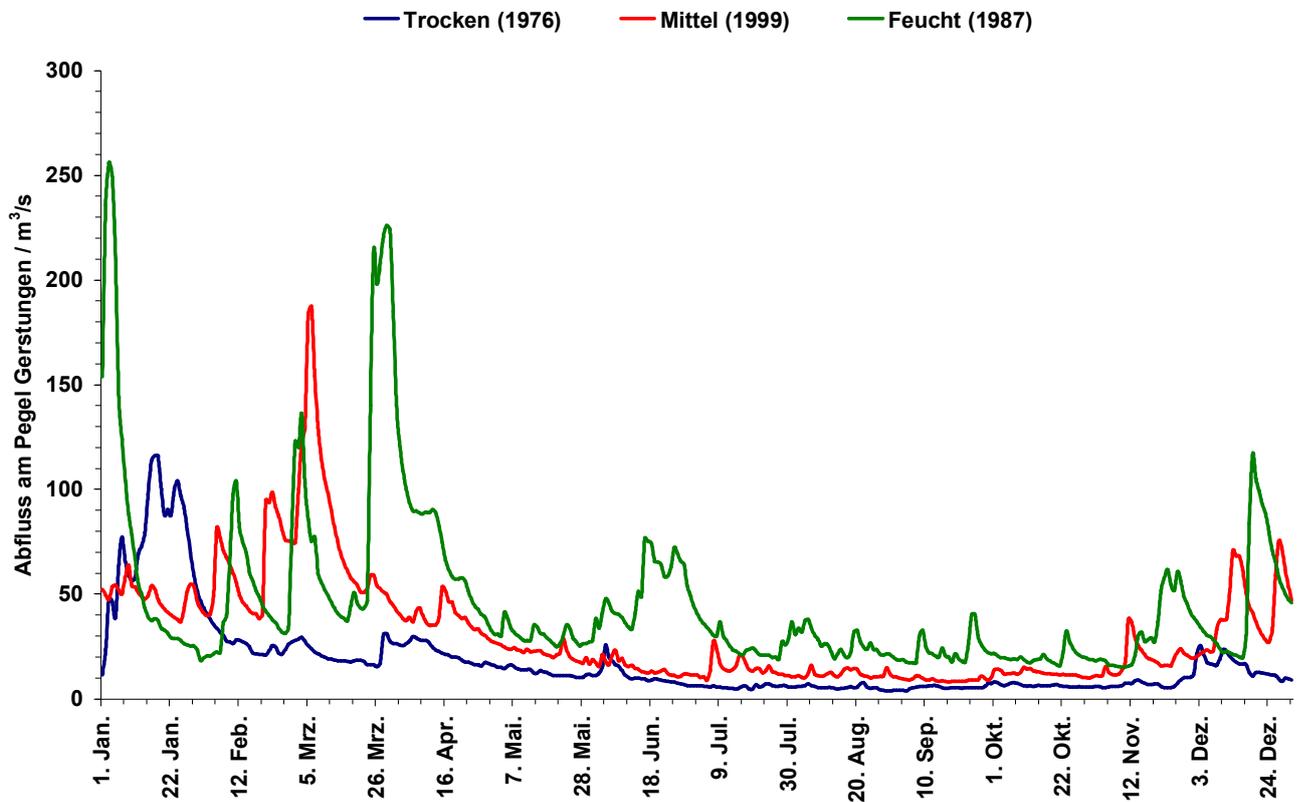


Abb. 4-11: Abfluss der Werra am Pegel Gerstungen in den drei Referenzjahren (trockenes Jahr – 1976/blau, mittleres Jahr – 1999/rot und feuchtes Jahr – 1987/grün).

#### 4.1.1.5 Grenzwerte

Neben der Wasserführung der Werra bestimmen die Grenzwerte die Höhe der Einleitung von Salzabwasser. Derzeit sind zwei Grenzwerte am Pegel Gerstungen als 24-Stunden-Mittelwert einzuhalten und zwar der Grenzwert für Chlorid in Höhe von 2.500 mg/l und der für die Gesamthärte in Höhe von 90 °dH.

Der Grenzwert für die Gesamthärte ist dabei vor allem ein Maß für den Magnesiumgehalt in der Werra, da sich die Gesamthärte aus der Magnesium- und der Calciumkonzentration im Wasser zusammensetzt. Die Grundbelastung der Werra mit Calcium liegt im Bereich von ca. 12 °dH. Dies entspricht ca. 100 mg/l Calcium. Durch die Salzabwassereinleitung kommt es vor allem zu

einem Eintrag von Magnesium. Der Eintrag von Calcium durch Salzabwässer ist im Vergleich dazu vernachlässigbar.

Zieht man die Grundbelastung der Werra durch Calcium vom derzeitigen Gesamthärtegrenzwert in Höhe von 90 °dH ab, so ergibt sich ein Magnesiumanteil von ca. 78 °dH. Dies entspricht einer Magnesiumkonzentration in der Werra von ca. 340 mg/l. Durch diese Beziehung kann der Gesamthärtegrenzwert auf einen dem Chloridgrenzwert analogen Magnesiumgrenzwert umgerechnet werden. Das zulässige Einleitvolumen pro Zeiteinheit ist direkt proportional zu den Grenzwerten. Somit reduziert eine Herabsetzung der Grenzwerte zwangsläufig das Einleitvolumen und erhöht bei gegebenem Salzabwasservolumen das Versenkvolumen. Dabei gilt für die Einleitung eines bestimmten Salzabwassers mit der Konzentration  $c$  folgender Zusammenhang für die Änderung des Versenkvolumens:

$$\Delta q = q_{V1} - q_{V2} = \frac{Q}{c} \cdot (c_{GW2} - c_{GW1})$$

$q_{V1}$  = Versenkvolumen pro Zeiteinheit bei Grenzwert 1

$q_{V2}$  = Versenkvolumen pro Zeiteinheit bei Grenzwert 2

$Q$  = Abfluss

$c$  = Konzentration im Salzabwasser

$c_{GW1}$  = Grenzwert 1

$c_{GW2}$  = Grenzwert 2

Ist der Grenzwert  $c_{GW2}$  kleiner als  $c_{GW1}$ , so ist das Versenkvolumen pro Zeiteinheit  $q_{V1}$  größer als  $q_{V2}$ . Das Versenkvolumen erhöht sich somit bei Absenkung des Grenzwertes, wobei für unterschiedliche Salzabwässer der Effekt aufgrund des unterschiedlichen Salzgehaltes  $c$  verschieden stark ausgeprägt ist.

Die Festlegung von zwei Grenzwerten (Chlorid und Gesamthärte) für die Einleitung führt darüber hinaus aufgrund der teilweise stark variierenden Zusammensetzung der einzelnen Salzabwässer zu einer Differenzierung der Salzabwässer in Bezug auf ihre Einleitmöglichkeit. Da schon das Erreichen eines der beiden Grenzwerte das jeweilige Einleitvolumen begrenzt, ergibt sich aus dem Vorhandensein von zwei Grenzwerten und der unterschiedlichen

Zusammensetzung der einzelnen Salzabwässer die Möglichkeit, je nach Grenzwert mehr oder weniger des jeweiligen Salzabwassers einzuleiten.

Um das Ziel einer Schonung des Versenkraums zu erreichen, ist die Einleitung demnach so zu gestalten, dass ein möglichst großes Volumen in die Werra eingeleitet werden kann. Es sind somit zuerst diejenigen Salzabwässer einzuleiten, bei denen ein möglichst großes Volumen an Salzabwasser eingeleitet werden kann. Die folgende Betrachtung zeigt, dass dies für diejenigen Salzabwässer gilt, deren Einleitung durch den Chloridgrenzwert begrenzt ist.

Für die Unterscheidung von chlorid- und magnesiumbetonten Salzabwässern kann das Verhältnis der Chlorid- zur Magnesiumkonzentration im Salzabwasser herangezogen werden.

Unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie der diffusen Salzeinträge (für Chlorid 485 mg/l und Magnesium 39 mg/l) ergibt sich aus den derzeitigen Grenzwerten ein Chlorid- zu Magnesiumverhältnis von rund 7 zu 1:

$$\frac{c(\text{Cl}^-)}{c(\text{Mg}^{2+})} = \frac{2.500 - 485}{340 - 39} = 6,7 \approx 7$$

Ist das Verhältnis der Chloridkonzentration zur Magnesiumkonzentration im Salzabwasser größer als 7, so ist die Einleitung durch den Chloridgrenzwert bestimmt. Ist sie kleiner als 7, so wirkt der Gesamthärtgrenzwert („Magnesiumgrenzwert“) als bestimmender Faktor bei der Einleitung.

Mit diesem Kriterium lassen sich die Salzabwässer aufgrund ihrer Chlorid- und Magnesiumgehalte in weiche“ Salzabwässer mit einem Chlorid/Magnesium-Verhältnis von größer 7 und „harte“ Salzabwässer mit einem Chlorid/Magnesium-Verhältnis von kleiner 7 einteilen.

Beispielsweise liegt das Chlorid/Magnesium-Verhältnis von Kieseritwaschwasser des Standorts Hattorf bei rund 28, dagegen das der Q-Lösung aus Unterbreizbach bei rund 3.

#### **4.1.1.6 Salzgehalt der Werra (Ist-Gehalt)**

Bei der Ermittlung der Einleitkapazität für das Salzabwasser müssen der jeweilige Ist-Gehalt an Chlorid und die Gesamthärte berücksichtigt werden.

Dieser Ist-Gehalt wird durch

- die Grundbelastung der Werra oberhalb des Kalireviere,
- den Salzeintrag über diffuse Einträge und
- das Siel- und Kühlwasser der Fabrikstandorte

bestimmt.

Dabei stellen die diffusen Einträge den überwiegenden Anteil des Ist-Gehalts.

Werden durch die Grundbelastung, die diffusen Einträge sowie über die Einträge der Siel- und Kühlwässer die Grenzwerte für Chlorid oder Gesamthärte bei niedriger Wasserführung erreicht, so ist eine Einleitung von Salzabwasser nicht mehr zulässig. Eine Überschreitung der Grenzwerte aufgrund der genannten Einträge bei sehr niedriger Wasserführung der Werra gilt dabei nicht als Grenzwertüberschreitung.

#### **4.1.1.7 Grundbelastung**

Unter der Grundbelastung der Werra werden die oberhalb der Einleitungstellen des Kaliwerkes Werra durch natürliche Salzeinträge oder andere Salzeinleiter in die Werra eingebrachten Salzeinträge zusammengefasst.

Zur Abschätzung der Grundbelastung werden die Probenahmestelle in Unterrohn in der Werra und die Probenahmestelle oberhalb des Standorts Unterbreizbach in der Ulster herangezogen. An diesen beiden Stellen kann der überwiegende Salzeintrag aus dem Oberstrom erfasst werden. Kleinere Nebenzuflüsse wie z. B. die Felda bleiben unberücksichtigt.

Aus den täglichen Abflusswerten an den beiden Pegeln in Verbindung mit den täglich ermittelten Konzentrationen an Chlorid und Magnesium lässt sich der durchschnittliche Transport bestimmen. Die folgende Tabelle 4-1 gibt die Werte der Jahre 2006 bis 2008 wieder.

Tab. 4-1: Transport von Magnesium und Chlorid an zwei Pegeln in den Jahren 2006 bis 2008

	Werra Unterrohn				Ulster Unterbreizbach				Summe
	2006	2007	2008	Mittel	2006	2007	2008	Mittel	
Chloridtransport kg/s	1,1	1,2	1,2	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2
Magnesiumtransport kg/s	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4

Die Daten zeigen für die drei Jahre vergleichsweise konstante Werte. Für die Grundbelastung für Chlorid ergibt sich danach ein Wert von ca. 1,2 kg/s, für Magnesium ein Wert von ca. 0,4 kg/s.

#### 4.1.1.8 Diffuse Einträge

Um die Belastung durch diffuse Einträge in die Werra zu untersuchen, hat der Koordinierungsausschuss Salzabwasser Hessen/Thüringen 1993 den Fachausschuss „Diffuse Einträge in Werra und Ulster“ eingesetzt. In dem Sonderbericht „Diffuse Einträge von Salzwasser in die Werra (1994)“ wurden die umfangreichen Ergebnisse des Ausschusses zusammengefasst. Darin wurde definiert:

*„Der Begriff **Diffuse Einträge** beinhaltet alle Einträge von höher mineralisierten Wässern, also Wässern mit höheren Gehalten gelöster Feststoffe in Vorfluter, die nicht als Einzelquelle erfassbar und/oder messbar sind. In diesem Begriff werden geogene und anthropogen verursachte Einträge zusammengefasst.“*

Die Erhöhung des Salzgehalts in der Werra über diffuse Einträge ist im Raum zwischen Tiefenort und Gerstungen nachweisbar und ist zum Teil mittelbar auf die Versenkung von Salzabwasser in den Plattendolomit zurückzuführen.

Die Höhe der Beeinflussung des Salzgehalts durch diffuse Einträge und der oben beschriebenen Grundbelastung kann wie folgt am Beispiel von Chlorid abgeschätzt werden.

Aus dem Chloridtransport, der im Jahresmittel am Pegel Gerstungen ( $T_{Ger}$ ) über die tägliche Messung des Abflusses ( $Q$ ) und des Chloridgehalts ( $c(Cl^-)$ ) in der Werra bestimmt werden kann und unter Berücksichtigung des Chlorideintrags durch die Salzabwassereinleitung ( $T_{Ein}$ ) sowie des Chlorideintrages über die Siel- und Kühlwässer ( $T_{SKW}$ ) der Standorte ergibt sich aus der Differenz der genannten Größen der durchschnittliche Chloridtransport am Pegel Gerstungen, der durch die Grundbelastung und die diffusen Einträge verursacht ist:

$$T_{Diff} = T_{Ger} - T_{Ein} - T_{SKW}$$

$$T_{Diff}(Cl^-) = Q_{Ger} \cdot c_{Ger}(Cl^-) - \sum q_{Ein} \cdot c_{Ein}(Cl^-) - \sum q_{SKW} \cdot c_{SKW}(Cl^-)$$

Die folgende Abbildung 4-12 gibt die so ermittelten monatlichen diffusen Chloridtransporte am Pegel Gerstungen im Zeitraum der Jahre 2006 bis 2008 wieder.

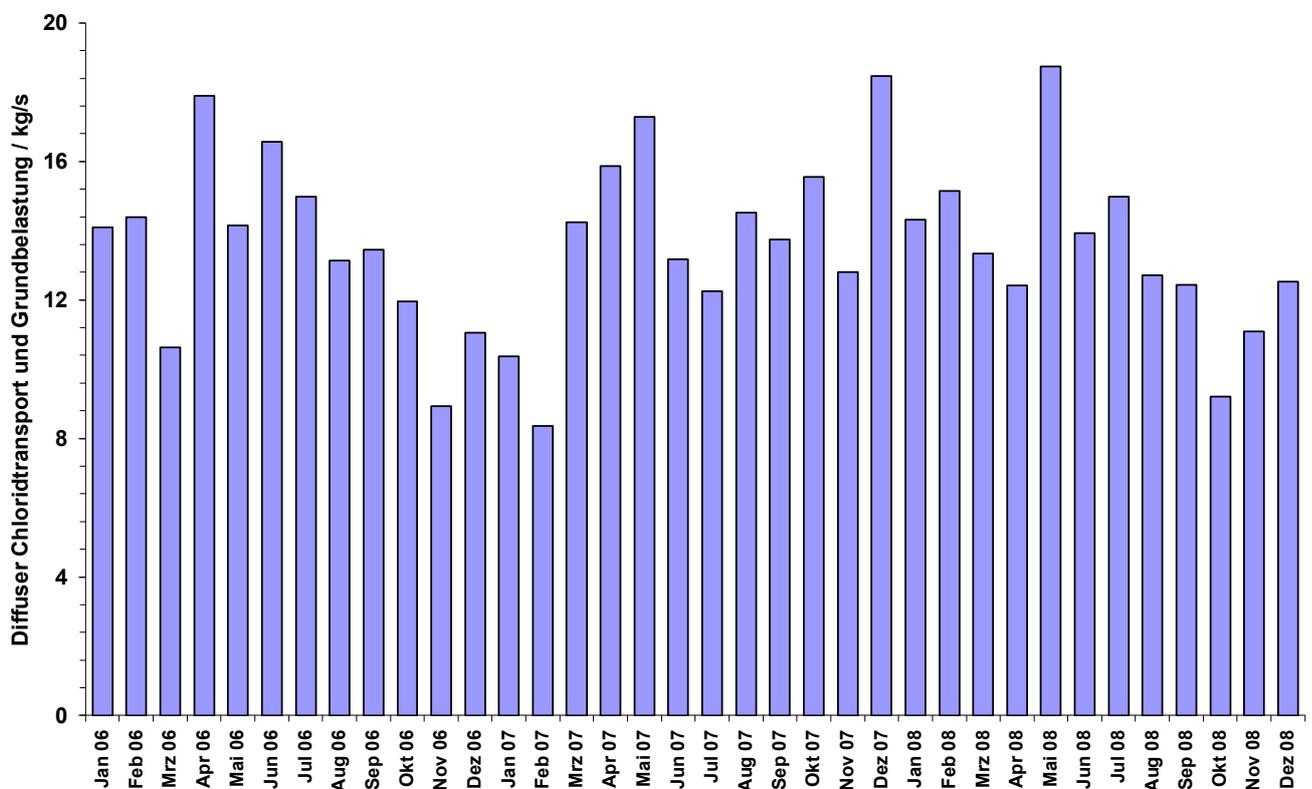
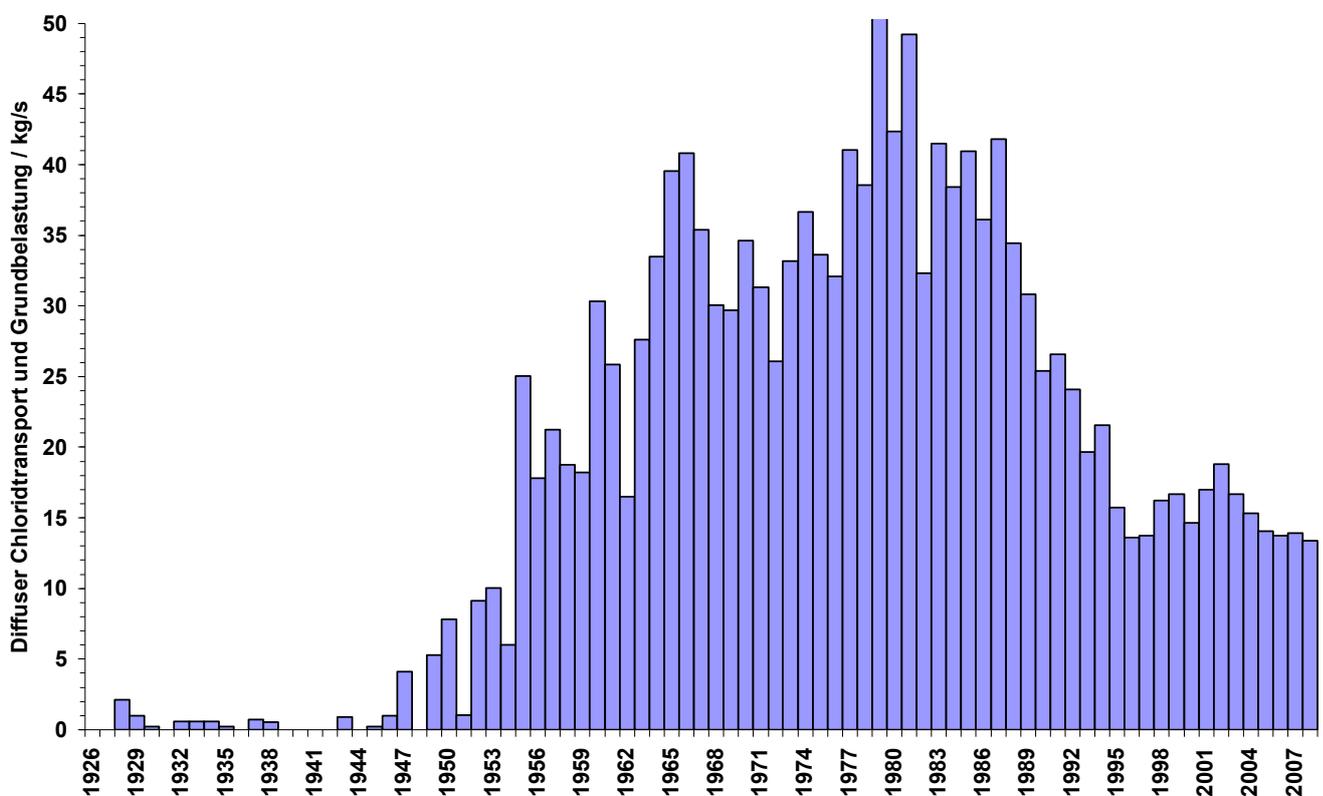


Abb. 4-12: Diffuser Chloridtransport (monatlich gemittelt) und der Grundbelastung am Pegel Gerstungen im Zeitraum von Januar 2006 bis Dezember 2008

Die Abbildung 4-13 zeigt den diffusen Chloridtransport (monatlich gemittelt), der im Durchschnitt bei ca. 13,6 kg/s Chlorid liegt. Es wird bei den weiteren Betrachtungen von einem konstanten Chloridtransport in Höhe des Durchschnittswerts ausgegangen.

In gleicher Weise können so auch die **jährlichen** Mittelwerte des Chloridtransports am Pegel Gerstungen abgeschätzt werden. Die langfristige Entwicklung der diffusen Chlorideinträge und der Grundbelastung ist in der folgenden Abbildung 4-13 für den Zeitraum von 1926 bis Ende 2008 dargestellt.



**Abb. 4-13: Entwicklung der diffusen Einträge sowie der Grundbelastung am Pegel Gerstungen seit 1926 bis Ende 2008**

Wie die Abbildung zeigt, fand seit Anfang der 1950er Jahre ein Anstieg der diffusen Chlorideinträge statt, der in den Jahren zwischen 1979 und 1981 ein Maximum erreichte. Danach gingen die Einträge bis Mitte der 1990er Jahre zurück. Seit 1995 zeigt sich keine gravierende Änderung mehr in den diffusen Chlorideinträgen.

In gleicher Weise lassen sich die Transporte der anderen Salzionen ermitteln, die über die Grundbelastung und die diffusen Einträge in die Werra gelangen. Für Magnesium wurde so aus

den Daten der Jahre 2006 bis 2008 ein durchschnittlicher Transport in Höhe von ca. 1,3 kg/s abgeschätzt.

Neben den diffusen Einträgen und der Grundbelastung ist der Eintrag von Chlorid und Magnesium über gering mineralisierte sogenannte Siel- und Kühlwässer zu berücksichtigen. Aus den Betriebsdaten der Standorte des Werkes Werra ergeben sich in Summe für Chlorid rund 2,2 kg/s und für Magnesium 0,6 kg/s als durchschnittlicher Eintrag in die Werra.

Der Salzeintrag über Siel- und Kühlwässer ist dabei nicht in gleicher Weise mit der gesteuerten Salzabwassereinleitung zu vergleichen, sondern ist als unvermeidbare Belastung zu berücksichtigen. Er fällt jedoch nur bei laufendem Betrieb der jeweiligen Standorte an.

#### **4.1.1.9 Salzgehalt der Salzabwässer**

An den drei Standorten des Werkes Werra fallen unterschiedlich zusammengesetzte Salzabwässer an. Diese setzen sich aus den aus der Kalirohsalzaufbereitung stammenden Prozessabwässern und den Haldenwässern der Rückstandshalden in Hattorf und Wintershall zusammen.

Neben den derzeitigen Prozess- und Haldenwässern werden auch die derzeitigen und zukünftig geplanten Salzwässer der Rückförderung aus dem Plattendolomit einbezogen.

Insbesondere unterscheiden sich die einzelnen Salzabwässer in ihren Gehalten an Chlorid und Magnesium. Bei der Einleitung dieser Wässer in die Werra stellt jeweils einer der beiden Grenzwerte, Chlorid oder Gesamthärte, den begrenzenden Faktor für die jeweilige Einleitmenge dar.

Mit der oben abgeleiteten Beziehung zwischen dem Einleitvolumen pro Zeiteinheit ( $q_E$ ), dem Abfluss der Werra ( $Q$ ), dem jeweiligen Grenzwert ( $c_{GW}$ ) sowie dem Ist-Gehalt an Chlorid ( $c_{Ist}$ ) und Gesamthärte und den Chlorid- und Magnesiumgehalten in den einzelnen Salzabwasserströmen kann jeweils für die Einzelströme ein maximales Einleitvolumen pro Zeiteinheit bei einer bestimmten Wasserführung berechnet werden.

$$q_E = Q \cdot \frac{(c_{GW} - c_{Ist})}{c_{SW}}$$

Bei diesem Vorgehen erhält man für die Einzelströme der Salzabwässer zwei unterschiedlich mögliche Einleitvolumen. Die jeweils kleinere der beiden Volumen stellt das nach den

Grenzwerten zulässige Einleitvolumen dar. Je nach dem, welcher der beiden Grenzwerte, Chlorid oder Gesamthärte, in Verbindung mit dem jeweiligen Gehalt an Chlorid und Magnesium im Salzwasser den limitierenden Faktor darstellt, können die einzelnen Salzabwässer unterschieden werden in sogenannte „weiche“ Salzabwässer, deren Einleitung durch den Chloridgrenzwert bestimmt wird und in „harte“ Salzabwässer, deren Einleitung durch den Gesamthärtengrenzwert bestimmt wird.

In der folgenden Abbildung 4-14 sind die Ergebnisse einer solchen Betrachtung an Hand der jeweils maximal rechnerisch möglichen jährlichen Einleitvolumen bei einer mittleren Wasserführung der Werra für die einzelnen Salzabwässer dargestellt.

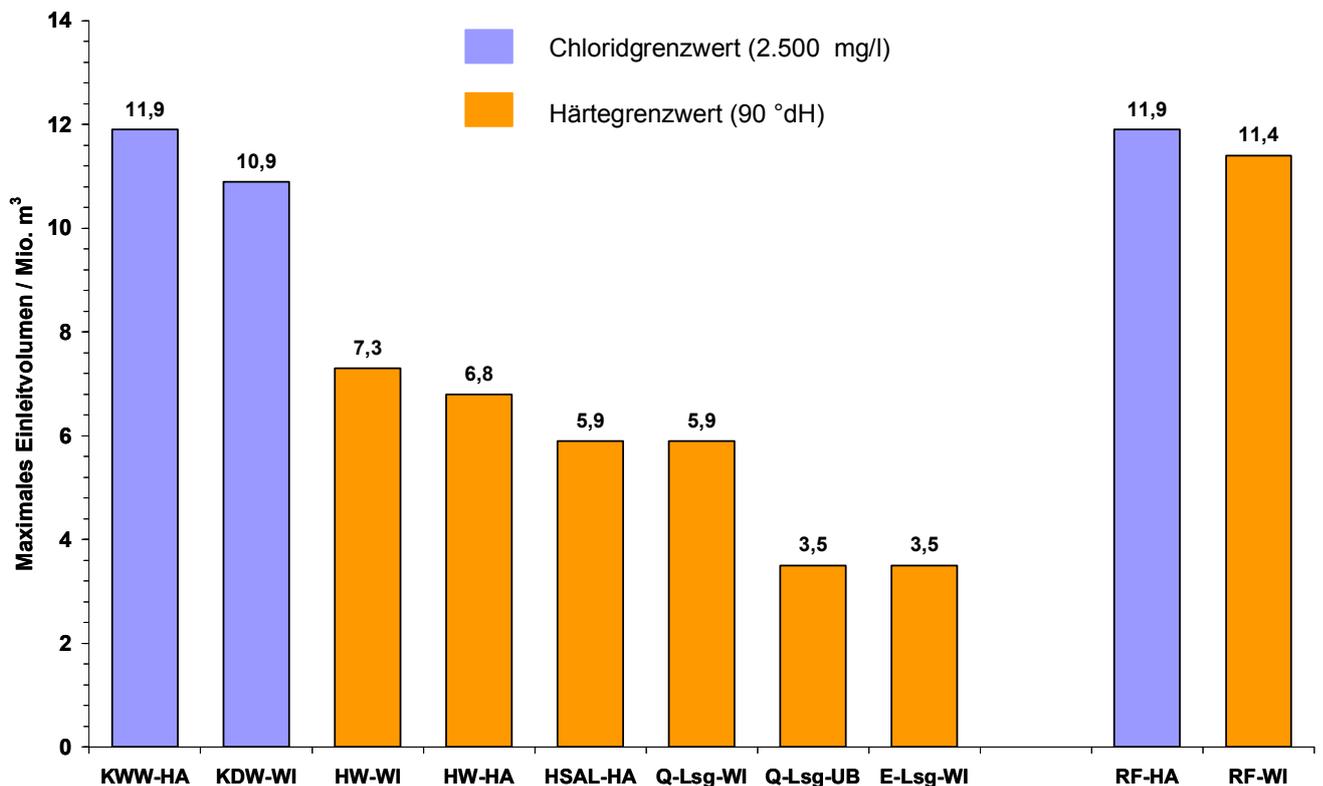


Abb. 4-14: Jeweilige Maximale kalkulatorische Einleitvolumen in die Werra pro Salzabwasserstrom der Standorte des Werkes Werra in einem mittleren Abflussjahr bei einem Chloridgrenzwert von 2.500 mg/l und einem Härtengrenzwert von 90 °dH. In blau sind die „weichen“ und in orangefarben die „harten“ Salzabwässer dargestellt (zur Erläuterung der verwendeten Kürzel siehe unten)

Aus der Abbildung wird deutlich, dass die anfallenden „weichen“ Salzabwässer mit einem deutlich höheren Volumen in die Werra eingeleitet werden können als die „harten“ Salzabwässer. Einen Grenzfall stellt dabei die Rückförderlösung Wintershall (RF-WI) dar. Bei diesem Salzwasser ergeben sich nach den Chlorid- und Magnesiumgehalten fast gleich hohe Einleitmengen. Da bei diesem Salzabwasser die Gesamthärte der begrenzende Faktor ist, wird es noch den „harten“ Salzwässern zugerechnet. Der Unterschied zum „weichen“ Kieseritwaschwasser ist aber minimal, wie die Abbildung zeigt.

Des Weiteren zeigt sich innerhalb der „harten“ Salzabwässer eine teilweise deutliche Differenzierung in den maximal möglichen Einleitvolumen. Dies liegt an den unterschiedlich hohen Magnesiumgehalten der Salzabwässer. So kann beispielsweise mehr als das doppelte Volumen an Haldenwasser vom Standort Wintershall (HW-WI) eingeleitet werden als Q-Lösung aus Unterbreizbach (Q-Lsg-UB) oder Endlauge aus Wintershall (E-Lsg-WI).

Es ergibt sich somit unabhängig von der Wasserführung eine Reihenfolge für die Einleitung der Salzabwässer in die Werra im Sinne einer maximalen volumenbezogenen Einleitung:

1. Kieseritwaschwasser Hattorf (KWW-HA)
2. Kieseritdeckwasser Wintershall (KDW-WI)
3. Rückförderung Hattorf (RF-HA)
4. Rückförderung Wintershall (RF-WI)
5. Haldenwasser Wintershall (HW-WI)
6. Haldenwasser Hattorf (HW-HA)
7. Hartsalzabstoßlösung Hattorf (HSAL-HA)
8. Q-Lösung Wintershall (Q-Lsg-WI)
9. Q-Lösung Unterbreizbach (Q-Lsg-UB)
10. Endlauge Wintershall (E-Lsg-WI)

Vor der Einleitung der genannten Salzabwässer sind die Haldenwässer aus dem Werk Neuhof-Ellers sowie die gering mineralisierten Spülwässer aus Unterbreizbach (SpW-UB) in die Werra einzuleiten.

Die Haldenwässer aus Neuhof-Ellers sind ein Zwangsanfall, deren Volumen vom Niederschlag in Neuhof-Ellers abhängt und daher nicht beeinflussbar ist. Da diese Haldenwässer gemäß

behördlicher Festlegung vorrangig eingeleitet werden müssen, werden sie hier nicht abgebildet. Ebenso wurde auf die Darstellung des Einleitvolumens des Spülwassers aus dem Standort Unterbreizbach (Spw-UB) verzichtet, da aufgrund der geringen Mineralisation der damit verbundene Salzeintrag in die Werra im Vergleich zu den anderen Salzabwasserströmen gering ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich durch eine entsprechende Reihenfolge bei der Einleitung der jeweiligen Salzabwässer ein maximales Einleitvolumen erreichen lässt. Dabei gilt das Prinzip, dass zuerst alle „weichen“ Salzabwässer aus dem Produktionsprozess einzuleiten sind, dann die Rückförderwässer und am Ende die „harten“ Salzabwässer. Durch dieses Vorgehen kann das Versenkvolumen auf ein Minimum reduziert werden. Voraussetzung für diese Art der Einleitung ist die strikte Trennung der anfallenden Salzabwässer in „weiche“ und „harte“ Salzabwässer. Dies geschieht über die separate Erfassung und temporäre Stapelung in dafür vorgesehene Stapelbecken.

Bisher können die „weichen“ und „harten“ Salzabwässer im Werk Werra nicht länderübergreifend getrennt werden mit der Folge, dass bei der Einleitung „harter“ Salzabwässer aus dem Standort Unterbreizbach wertvolle Einleitkapazität für „weiche“ Salzabwässer aus den Standorten Hattorf und Wintershall verloren geht. Dies erhöht das Versenkvolumen in Hessen.

In Zeiten, in denen nicht das gesamte anfallende Salzabwasservolumen in die Werra eingeleitet werden kann, werden somit vornehmlich die „harten“ Salzabwässer versenkt.

#### **4.1.2 Berechnungen**

Die nachfolgenden Berechnungen dienen der Abschätzung der Effekte des Salzabwasserverbunds (SAV) auf die Einleitung in die Werra und die Versenkung in den Plattendolomit in Hessen.

##### **4.1.2.1 Ermittlung der Einleitkapazitäten**

Im Folgenden werden am Beispiel der drei ausgewählten Referenzjahre die Möglichkeiten zur Salzabwassereinleitung in die Werra im Zeitraum der gültigen hessischen Versenkerlaubnis, also bis Ende November 2011 sowie darüber hinaus bis Ende 2012, betrachtet. Dabei wird

zwischen den Varianten mit und ohne Umsetzung des länderübergreifenden Salzabwasserverbunds und damit zwischen den Varianten einer länderübergreifenden Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern unterschieden.

Grundlage für die Betrachtung der Salzabwässer des Werkes Werra und ihrer Zusammensetzungen bildet das Jahr 2008. Eine Ausnahme stellt dabei der zukünftige Salzabwasseranfall des Standorts Unterbreizbach dar. Aufgrund einer veränderten Rohsalzzusammensetzung wird sich das Salzabwasservolumen in den Jahren 2010, 2011 und 2012 im Vergleich zu den Vorjahren bei Annahme einer vollen Produktion reduzieren. Dies liegt an erwarteten geringeren Gehalten von Carnallit im Rohsalz.

Diese Betrachtung erfolgt dabei in Form einer monatlichen Berechnung der Einleitvolumen unter Berücksichtigung des durchschnittlichen monatlichen Salzabwasservolumens, der durchschnittlichen monatlichen Abflussverhältnisse der Werra am Pegel Gerstungen, der derzeitigen Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte sowie der Grundbelastung, der diffusen Einträge, der Salzeinträge über die Siel- und Kühlwässer und der Haldenwassereinleitung des Werkes Neuhoof-Ellers.

Eine alternative Betrachtung über Jahresmengen stellt eine zu grobe Abschätzung dar, weil sich die monatlichen Abflussverhältnisse meist sehr stark vom durchschnittlichen Jahresabfluss unterscheiden.

Bei der Abschätzung der Einleitvolumen wird eine vollständige Ausnutzung des jeweiligen Grenzwertszenarios unterstellt. In der Realität wird dies naturgemäß aufgrund der komplexen Regelungszusammenhänge nicht erreichbar sein. Daher stellen die ermittelten Mengen ideale Obergrenzen für die Einleitung dar.

Aus den Einleitmengen ergeben sich unter Berücksichtigung der anfallenden Salzabwässer die resultierenden Versenkmengen. Dabei bleibt das vorhandene Stapelvolumen in den Becken der Standorte unberücksichtigt. Bei den Versenkmengen wird durch die Anrechnung der Rückförderung zwischen den reinen Versenkmengen und den sog. Netto-Versenkmengen unterschieden. Bei den Netto-Versenkmengen handelt es sich um die Versenkmengen, die nach Abzug der jeweiligen Rückfördermenge tatsächlich im Plattendolomit verbleiben.

#### 4.1.2.2 Bestimmung der monatlichen Einleitkapazitäten

Für die ausgewählten Referenzjahre (trocken, mittel und feucht) werden zunächst die durchschnittlichen monatlichen Abflüsse der Werra am Pegel Gerstungen bestimmt. Sie sind in Abbildung 4-15 grafisch dargestellt.

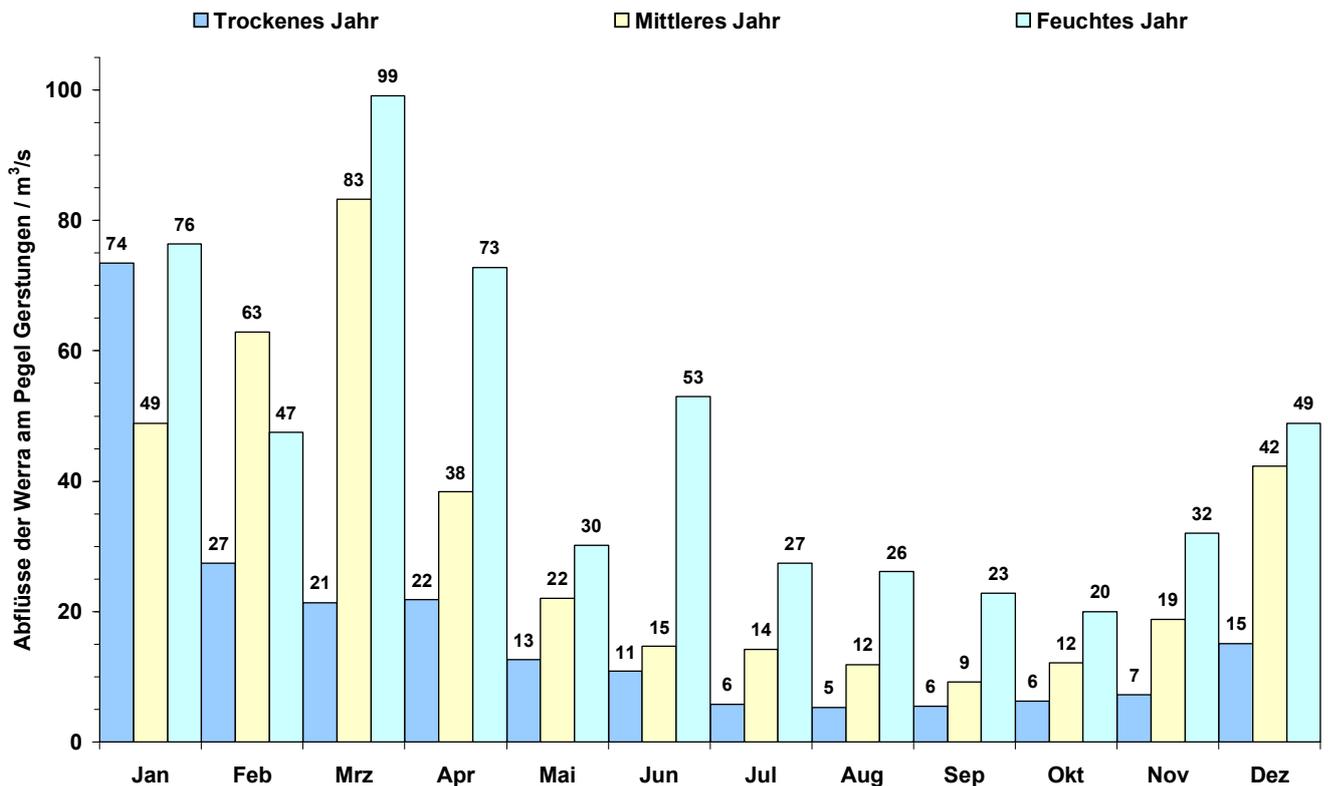


Abb. 4-15: Abflüsse im monatlichen Durchschnitt der Werra am Pegel Gerstungen für ein trockenes, ein mittleres und ein feuchtes Jahr

Aus den monatlichen Abflüssen ( $Q$ ) der Werra lassen sich unter Berücksichtigung der Grenzwerte ( $c$ ) für Chlorid und Gesamthärte die zulässigen Chlorid- und Magnesiumtransporte ( $T$ ) (abgeleitet aus der Gesamthärte) für den Pegel Gerstungen über die folgende Beziehung berechnen:

$$T = \frac{1}{1.000} \cdot Q \cdot c$$

Dabei wird der Gesamthärtengrenzwert zuvor in einen entsprechenden „Magnesiumgrenzwert“ umgerechnet. Die Gesamthärte, ausgedrückt in Grad deutscher Härte ( $^{\circ}\text{dH}$ ), lässt sich aus den gewichteten Konzentrationen in [mg/l] von Magnesium und Calcium nach folgender Beziehung errechnen:

$$x (\text{°dH}) = 0,23 \cdot c(\text{Mg}^{2+}) + 0,14 \cdot c(\text{Ca}^{2+})$$

Ausgehend von einem Gesamthärtegrenzwert von 90 °dH werden 12 °dH, die sich aus der Calcium-Härte (Vorbelastung) am Pegel Gerstungen ergeben, abgezogen. Die verbleibenden 78 °dH entsprechen rund 340 mg/l Magnesium.

Somit gelten für die Ermittlung der idealen Einleitkapazität die folgenden Grenzwerte für Chlorid und Magnesium:

Chlorid: 2.500 mg/l

Magnesium: 340 mg/l

Aus diesen Werten ergeben sich mit den durchschnittlichen monatlichen Abflüssen (Q) der Werra für die drei Referenzjahre die folgenden zulässigen Transporte für Chlorid und Magnesium am Pegel Gerstungen. In der folgenden Abbildung 4-16 ist dies am Beispiel des Chloridtransports dargestellt.

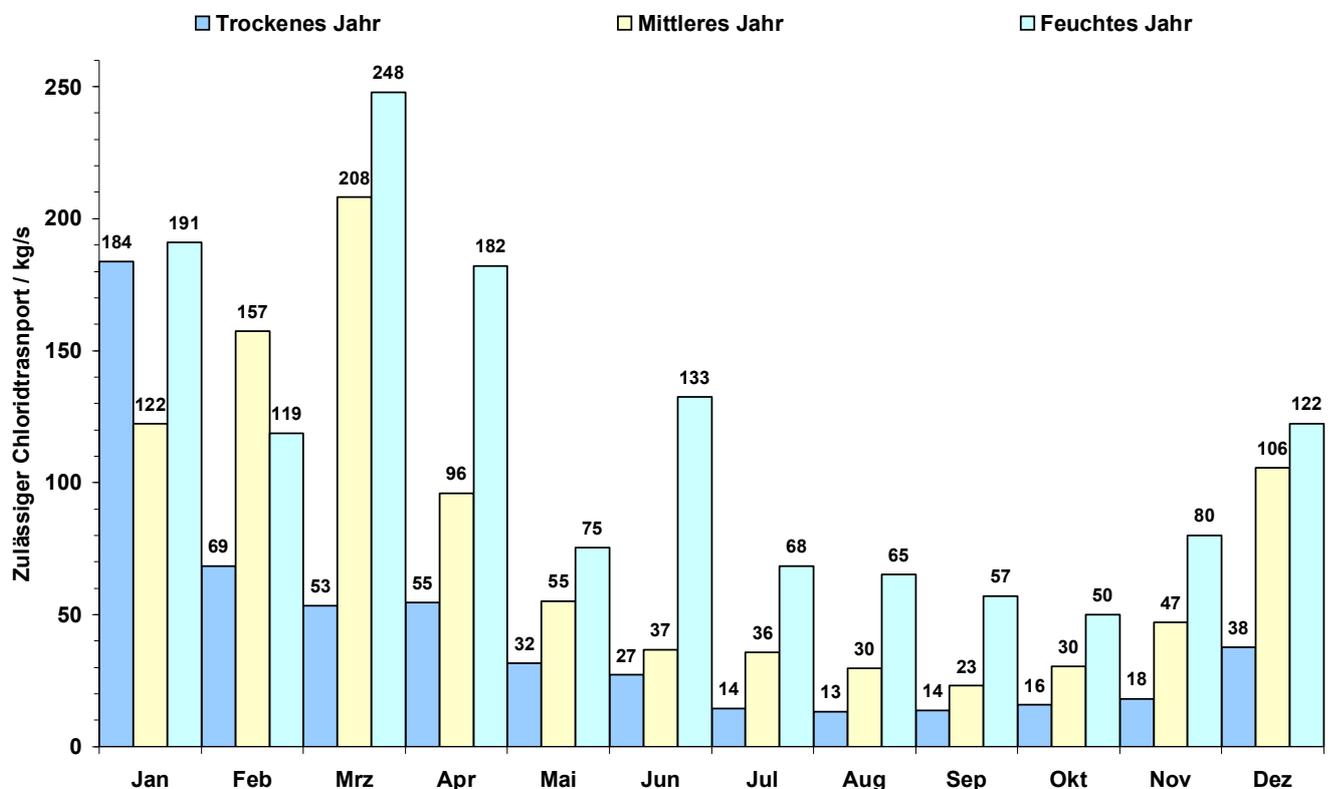


Abb. 4-16: Monatlicher zulässiger Chloridtransport am Pegel in Gerstungen für ein trockenes, ein mittleres und ein feuchtes Abflussjahr

Von den ermittelten monatlichen zulässigen Chlorid- und Magnesiumtransporten werden die Chlorid- und Magnesiumtransporte der diffusen Einträge, der Grundbelastung und der Siel- und Kühlwässer abgezogen. In der folgenden Tabelle 4-2 sind die jeweiligen Werte für Chlorid und Magnesium angegeben.

**Tabelle 4-2 Transporte aus diffusen Einträgen, Grundbelastung und Kühlwasser**

	Chloridtransport kg/s	Magnesiumtransport kg/s
Diffuse Einträge und Grundbelastung	13,6	1,3
Siel- und Kühlwässer	2,2	0,6
Summe	15,8	1,9

#### **4.1.2.3 Einleitung der Haldenwässer des Kaliwerks Neuhof-Ellers**

Die Haldenwässer aus Neuhof-Ellers müssen, wie oben dargelegt, als nicht beeinflussbarer Zwanganfall vor allen anderen Prozessabwässern, deren Anfall über die Produktion beeinflussbar ist, in die Werra eingeleitet werden.

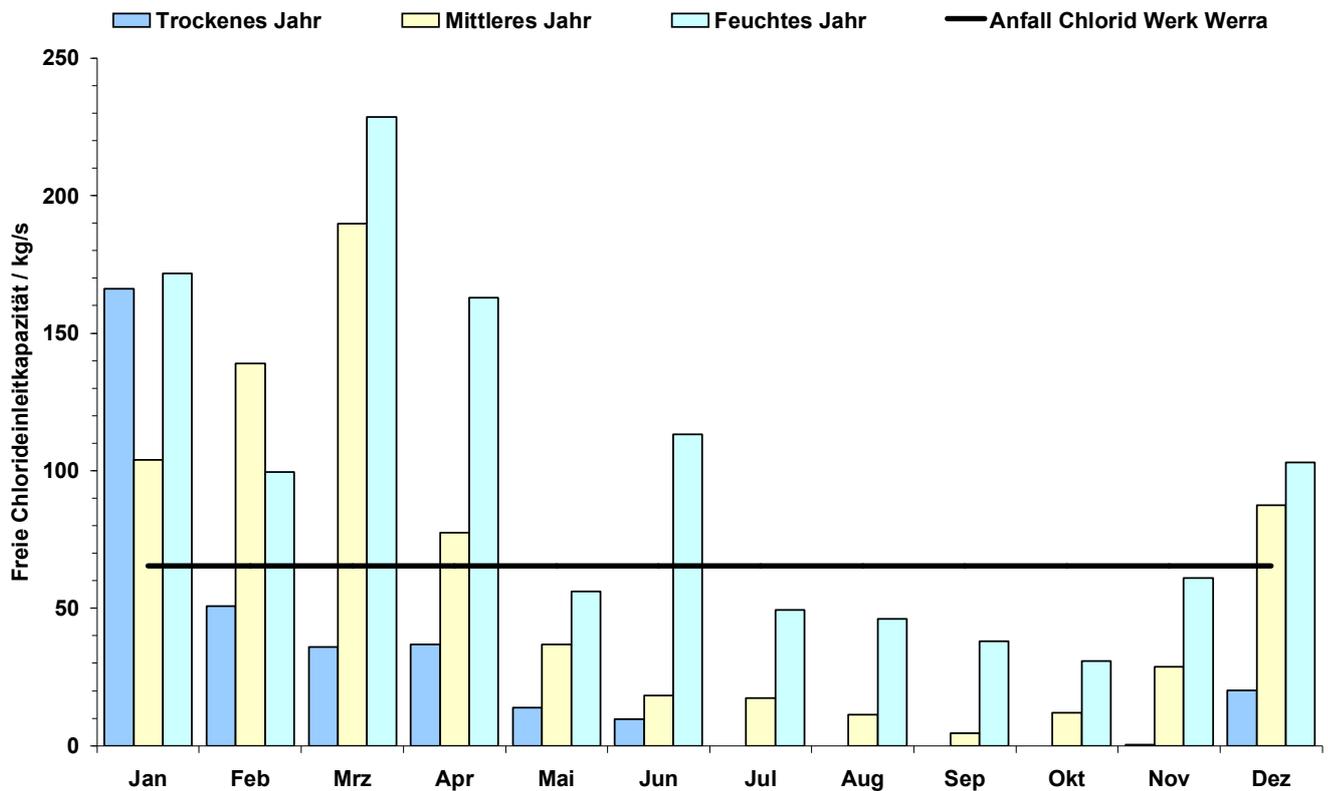
Für die Einleitung aus Neuhof-Ellers wird ein durchschnittliches Salzabwasservolumen für ein mittleres Abflussjahr der Werra in Höhe von 0,7 Mio. m<sup>3</sup> angesetzt. Für ein trockenes Abflussjahr wird die Menge um 30 % reduziert und für ein feuchtes Abflussjahr um 30 % erhöht. Mit der durchschnittlichen Salzabwasserzusammensetzung des Haldenwassers Neuhof-Ellers ergeben sich daraus die in Tabelle 4-3 genannten Transportwerte für Chlorid und Magnesium.

**Tabelle 4-3: Haldenwasservolumen, Chlorid- und Magnesiumtransporte des Werkes NeuhoF-Ellers zur Werra für ein feuchtes, mittleres und trockenes Jahr**

Jahr	Volumen Mio. m <sup>3</sup>	Chloridtransport kg/s	Magnesiumtransport kg/s
Trocken	0,49	1,8	0,4
Mittel	0,70	2,6	0,6
Feucht	0,91	3,4	0,8

Diese jeweiligen Chlorid- und Magnesiumtransporte (Haldenwässer NeuhoF-Ellers) werden wiederum von den zulässigen Chlorid- und Magnesiumtransporten in der Werra abgezogen. Daraus ergeben sich die monatlich möglichen Einleitkapazitäten für Chlorid und Magnesium für das Werk Werra.

Die folgende Abbildung 4-17 zeigt am Beispiel für Chlorid die so ermittelte monatliche freie Chlorideinleitkapazität in kg/s im Vergleich zum monatlich durchschnittlich im Werk Werra zu erwartenden Chloridtransport im Salzabwasser.



**Abb. 4-17: Freie Chlorideinleitkapazitäten für ein trockenes, mittleres und feuchtes Jahr sowie erwarteter Chloridtransport im Salzabwasser des Werkes Werra**

Wie der Vergleich zwischen den monatlichen Einleitmöglichkeiten und dem zu entsorgenden Salzabwasser am Beispiel von Chlorid deutlich macht, können nicht in jedem Monat die gesamten Salzabwässer des Werkes Werra in die Werra eingeleitet werden. Insbesondere in den Monaten von Mai bis November bestehen auf Grund der niedrigeren Wasserführung der Werra nur begrenzte bzw. in einem trockenen Jahr sogar keine Einleitmöglichkeiten zur Verfügung. In diesen Zeiten müssen die dann nicht eingeleiteten Salzabwasservolumen in Becken zwischengespeichert oder in den Plattendolomit eingeleitet werden.

Dagegen werden in den anderen Monaten des Jahres in der Regel mehr Einleitmöglichkeiten zur Verfügung stehen das entsprechende Salzabwasservolumen für die Einleitung bereitstehen. Durch den Ausbau der Beckenvolumen und der Rückförderung von Salzwasser können in Zukunft diese Einleitmöglichkeiten genutzt werden, was zu einer weiteren Vergleichmäßigung der Salzkonzentrationen in der Werra beiträgt.

Die am Beispiel für Chlorid dargestellten Zusammenhänge gelten in entsprechender Weise auch für die Verhältnisse bei der Gesamthärte bzw. beim Magnesium. Durch eine

länderübergreifende Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern in Verbindung mit dem Ausbau der Rückförderung kann die Einleitung soweit verbessert werden, dass die noch zu versenkenden Salzabwässervolumen auf ein Minimum reduziert sind. Die Effekte, die sich insbesondere durch den Salzabwasserverbund ergeben, werden im folgenden Kapitel zusammengefasst dargestellt.

#### 4.1.3 Herstellung eines länderübergreifenden Salzabwasserverbunds

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse der Abschätzung der Effekte des Salzabwasserverbunds zwischen Hessen und Thüringen zusammengefasst dargestellt. Dabei wurden die im vorhergehenden Abschnitt dargestellten Randbedingungen zu Grunde gelegt.

Für die Einleitung der Salzabwässer wurde unterstellt, dass der jeweilige Grenzwert vollständig ausgenutzt wird. In der Realität kann es auf Grund der komplexen Zusammenhänge bei der Salzlaststeuerung zu gewissen Abweichungen kommen.

Die in den Jahren 2010 bis 2012 zu erwartenden Salzabwässervolumen für die Standorte Unterbreizbach, Hattorf und Wintershall sind in der folgenden Tabelle 4-4 wiedergegeben.

**Tabelle 4-4: Salzabwässervolumen des Werkes Werra für die Jahre 2010, 2011 und 2012**

Salzabwässervolumen	2010	2011	2012
Unterbreizbach	1,95 Mio. m <sup>3</sup>	1,82 Mio. m <sup>3</sup>	1,31 Mio. m <sup>3</sup>
Hattorf und Wintershall	9,0 Mio. m <sup>3</sup>	9,0 Mio. m <sup>3</sup>	9,0 Mio. m <sup>3</sup>

Die folgende Tabelle 4-5 zeigt die Ergebnisse der Betrachtungen der Effekte des Salzabwasserverbunds (SAV) für die Abflussverhältnisse bei einem trockenen, mittleren und feuchten Jahr zusammen- und gegenübergestellt.

**Tabelle 4-5: Ergebnisse**

	Trocken	Mittel	Feucht	Durchschnitt
Einleitvolumen				
Hessen mit SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	2,6	5,2	7,2	5,0
Hessen ohne SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	1,6	3,7	6,2	3,9
Einleitvolumen				
Thüringen mit SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	0,3	0,9	1,1	0,7
Thüringen ohne SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	0,9	1,5	1,9	1,4
Rückfördervolumen				
Hessen mit SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	1,0	1,9	3,6	2,2
Hessen ohne SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	0,5	1,6	2,8	1,7
Netto-Versenkvolumen				
Hessen mit SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	6,6	3,0	- 0,8	2,9
Hessen ohne SAV in Mio. m <sup>3</sup> /a	6,9	3,7	0,0	3,6
Übernahmevervolumen				
Q-Lösung aus Unterbreizbach nach Hattorf in Mio. m <sup>3</sup> /a	1,2	1,1	0,9	1,0
Chloridkonzentration in der Werra				
mit SAV in mg/l	2.413	2.263	2.098	2.260
ohne SAV in mg/l	2.235	1.958	2.018	2.070
Gesamthärte in der Werra				
mit SAV in °dH	75	72	74	74
ohne SAV in °dH	87	86	82	85

Durch die Einführung des Salzabwasserverbunds können von den hessischen Standorten Hattorf und Wintershall im Durchschnitt rund 1,1 Mio. m<sup>3</sup>/a mehr an Salzabwasser in die Werra eingeleitet werden. Dabei handelt es sich insbesondere um so genannte „weiche“ Salzabwasser.

Auch mit der Einführung des Salzabwasserverbunds werden weiterhin bei entsprechenden Abflussverhältnissen Salzabwasser aus Unterbreizbach in die Werra eingeleitet und zwar im Durchschnitt etwa 0,7 Mio. m<sup>3</sup>/a. Von diesen sind etwa 0,2 Mio. m<sup>3</sup>/a geringer mineralisierte Spülwässer. Somit könnte im Durchschnitt ein Volumen an magnesiumreicher Q-Lösung in Höhe von ca. 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a eingeleitet werden.

Im Falle des Salzabwasserverbunds müssten ca. 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a nach Hattorf übernommen und dort versenkt werden. Dies entspricht in etwa dem Volumen, das durch den Salzabwasserverbund in Hessen weniger versenkt und stattdessen eingeleitet werden kann. (Anmerkung: Das Übernahmevermögen fällt im Durchschnitt auf Grund der Produktionsdrosselung in Unterbreizbach in einem trockenen Jahr etwas niedriger aus.)

Das Rückfördervolumen aus dem Plattendolomit liegt im Falle des Salzabwasserverbunds im Durchschnitt um 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a höher als ohne Salzabwasserverbund. Bei den zurückgeführten Salzwässern handelt es sich vornehmlich um „weiche“ Salzwässer.

Somit kommt es bei der Betrachtung des sogenannten Netto-Versenkvolumens (Salzabwasservolumen – Einleitung – Rückförderung (+ Übernahme)) zu einem Effekt durch den Salzabwasserverbund von durchschnittlich 0,6 Mio. m<sup>3</sup>/a, um der der Plattendolomit weniger belastet würde, als wenn der Salzabwasserverbund nicht eingeführt wird.

Durch die Einführung des Salzabwasserverbunds kann der Chloridgrenzwert besser ausgenutzt werden. Dadurch ergeben sich im Jahresdurchschnitt Chloridkonzentrationen von 2.260 mg/l. Ohne Salzabwasserverbund lägen die durchschnittlichen Chloridkonzentrationen nur geringfügig darunter bei ca. 2.070 mg/l.

Eine deutliche Entlastung der Werra von dem im Vergleich zum Chlorid ökologisch wirksameren Magnesium zeigt sich bei der Gesamthärte. Durch den Salzabwasserverbund liegt diese im Durchschnitt bei 74 °dH und ohne den Salzabwasserverbund bei 85 °dH.

Der Effekt des Salzabwasserverbunds auf die im Plattendolomit verbleibenden Salzabwasservolumen ist in der folgenden Abbildung 4-18 für die drei Referenzjahre noch einmal dargestellt.

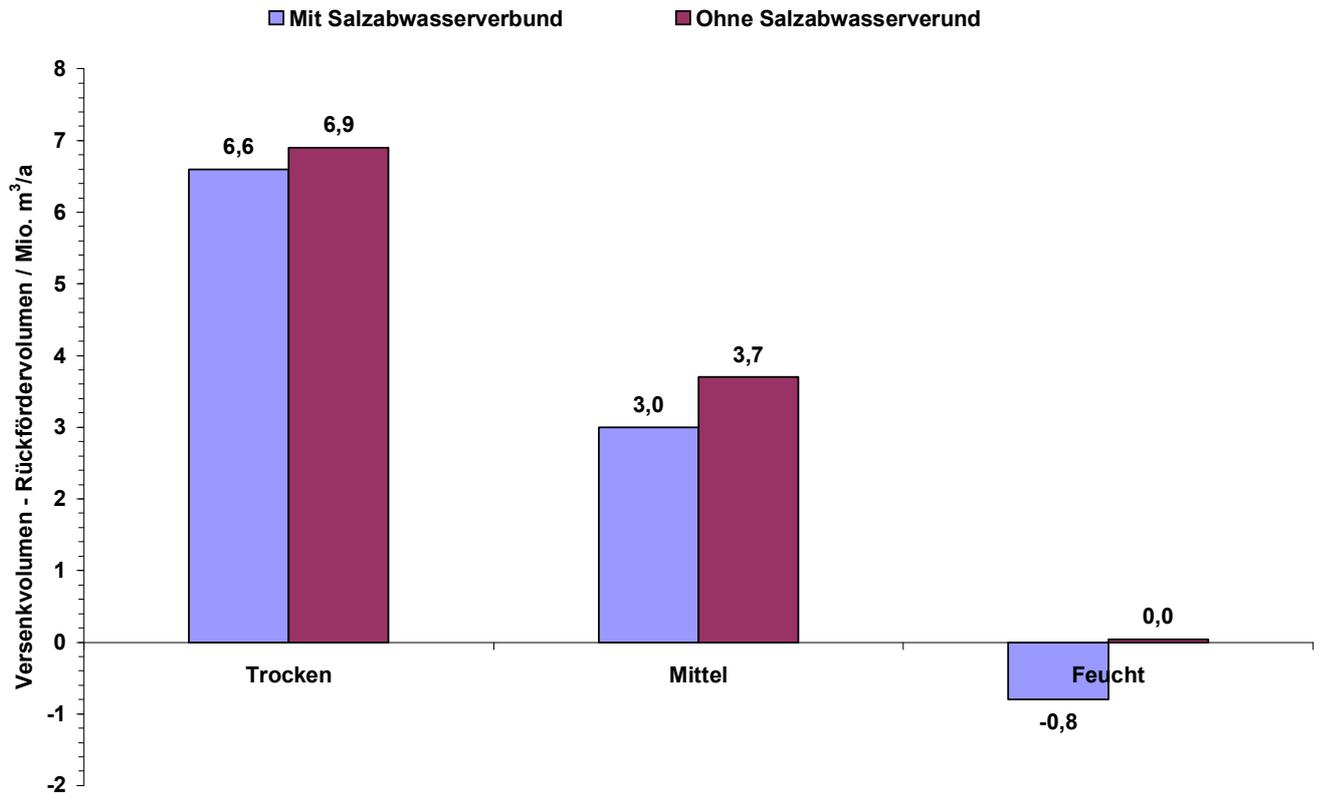


Abb. 4-18: Versenk- und Rückfördervolumen mit und ohne Salzabwasserverbund

Bei der Berücksichtigung der Rückförderung aus dem Plattendolomit zeigt sich für alle drei betrachteten Jahre ein deutlich positiver Effekt des Salzabwasserverbunds auf die Versenk- und Rückfördervolumen in Hessen. Selbst in einem trockenen Jahr müssen unter den genannten Bedingungen rund 0,3 Mio. m<sup>3</sup> weniger im Plattendolomit verbleiben als ohne den Salzabwasserverbund. In einem feuchten Jahr kann es sogar zu einer Entlastung des Plattendolomits von 0,8 Mio. m<sup>3</sup> kommen.

#### 4.1.3.1 Zeitraum 2010 und 2011

Für das Jahr 2010 wird für Unterbreizbach im Vergleich mit den Jahren 2011 und 2012 das größte Salzabwasservolumen erwartet. Die Differenz zum Jahr 2011 ist aber nur gering. Unterstellt man für beide Jahre das Salzabwasservolumen wie für das Jahr 2010, so ergibt sich folgende Schwankungsbreite bei den Versenk- und Rückfördervolumen in Folge zweier trockener bzw. feuchter Jahre:

<b>Ohne</b> Salzabwasserverbund:	ca. 15 Mio. m <sup>3</sup> und 6 Mio. m <sup>3</sup>
<b>Mit</b> Salzabwasserverbund:	ca. 15 Mio. m <sup>3</sup> und 5 Mio. m <sup>3</sup>

In der Realität dürften die Werte um 5 % bis 10 % nach oben abweichen, da eine vollständige Ausnutzung der jeweiligen Grenzwerte nicht möglich ist. Mit Rückförderung reduziert sich das notwendige Versenkvolumen auf Werte zwischen:

<b>Ohne</b> Salzabwasserverbund:	ca. 14 Mio. m <sup>3</sup> und 0 Mio. m <sup>3</sup>
<b>Mit</b> Salzabwasserverbund:	ca. 13 Mio. m <sup>3</sup> und -2 Mio. m <sup>3</sup>

Auch bei diesen Werten muss in der Realität ein Zuschlag zwischen 5 % und 10 % angenommen werden.

#### **4.1.3.2 Zeitraum 2012**

Wählt man für das Jahr 2012 wieder die Abflussextrême eines trockenen bzw. feuchten Jahres, so ergibt sich die folgende Schwankungsbreite für die benötigten Versenkmengen

Ohne Salzabwasserverbund:	7,4 Mio. m <sup>3</sup> und 2,8 Mio. m <sup>3</sup>
Mit Salzabwasserverbund:	7,1 Mio. m <sup>3</sup> und 2,1 Mio. m <sup>3</sup>

Auch diese die Werte dürften aus den genannten Gründen in der Realität um 5 % bis 10 % nach oben abweichen. Bei Berücksichtigung der Rückfördermengen ergeben sich für das Jahr 2012 Werte im Bereich zwischen

<b>Ohne</b> Salzabwasserverbund:	6,8 Mio. m <sup>3</sup> und 0,0 Mio. m <sup>3</sup>
<b>Mit</b> Salzabwasserverbund:	6,1 Mio. m <sup>3</sup> und -1,5 Mio. m <sup>3</sup>

Die Ergebnisse für die drei Jahre 2010, 2011 und 2012 zeigen, dass sich in Abhängigkeit von den Abflussverhältnissen recht große Schwankungsbreiten für die in Zukunft noch benötigten Versenkvolumen ergeben. Im Extremfall von drei hintereinander liegenden Trockenjahren und ohne den Salzabwasserverbund ergibt sich ein notwendiges Gesamtversenkvolumen in Hessen bis Ende 2012 von rund 22 Mio. m<sup>3</sup>. Dem steht für den Fall von drei feuchten Jahren sowie der Umsetzung des Salzabwasserverbunds in Verbindung mit einer Anrechnung der Rückförderung eine Entlastung in Summe von maximal 4 Mio. m<sup>3</sup> gegenüber.

Grundsätzlich zeigen die Abschätzungen, dass ein Salzabwasserverbund in den Jahren 2010 bis 2012 zu einem geringeren Versenkvolumen führt. Der weitere Vorteil des Salzabwasserverbunds ergibt sich darüber hinaus durch die dann möglichen höheren Rückfördervolumen aus dem Plattendolomit.

Nach Inbetriebnahme der Eindampfanlage in Unterbreizbach bis Ende des Jahres 2012 gemäß derzeitiger Planung entfällt die Notwendigkeit einer Fortführung des Salzabwasserverbunds.

#### **4.1.3.3 Bisheriges Versenkvolumen (ab 01.12.2006)**

Seit dem 01.12.2006 bis Mitte 2009 wurden im Rahmen der Versenkung 10,8 Mio. m<sup>3</sup> des derzeit genehmigten Versenkvolumens von den Standorten Hattorf und Wintershall versenkt.

Hochgeschätzt werden am Jahresende 2009, bedingt durch die derzeitige Absatzsituation, noch rund 23,4 Mio. m<sup>3</sup> von den wasserrechtlich genehmigten 35 Mio. m<sup>3</sup> zur Verfügung stehen.

Rechnerisch reicht dieses Volumen selbst im ungünstigsten Fall von drei aufeinander folgenden trockenen Jahren für eine Versenkung bis Ende 2012.

#### **4.1.4 Funktionsprinzip der NIS**

Die vorangegangenen Abschnitte verdeutlichen das zur Entsorgung von Salzabwässern bisher praktizierte umfassende System der Versenkung in den Plattendolomit und der Einleitung in die Werra. Von den in der Einleitung aufgezeigten sieben Bausteinen der NIS sollen die folgenden näher erläutert werden, um die Unterschiede zur Versenkung in der bisherigen Form zu verdeutlichen:

- Bewirtschaftung des Untergrunds des Werratal durch temporäre Stapelung von Salzabwasser in Zeiten mit niedrigen Abflussverhältnissen in der Werra und Rückförderung und Einleitung dieser Salzabwässer in Zeiten mit hoher Wasserführung der Werra
- Ein Austausch, bei dem kalium- und magnesiumreiche „harte“ Salzabwässer in den Untergrund des Werratal eingeleitet werden und gleichzeitig kalium- und

magnesiumarme, dafür natriumreiche „weiche“ Salzabwässer zurückgefördert werden

- Ausbau der Rückförderkapazität aus dem Untergrund des Werratal
- Ausbau der Beckenkapazität
- Weiterentwicklung der Salzlaststeuerung

Die geplante volumenentlastende und frachtneutrale Bewirtschaftung des Untergrunds wird durch den Ausbau der schon heute bestehenden Rückförderung aus dem Untergrund des Werratal erreicht. Hierbei bedeutet:

- **Volumenentlastend:** Es werden größere Volumen Salzabwasser aus dem Untergrund gefördert als eingeleitet.
- **Frachtneutral:** Die Masse an gelöstem Salz von Einleitung in den Untergrund und Rückförderung ist gleich.

#### 4.1.4.1 Überblick über die NIS

Zum besseren Verständnis der NIS-Bausteine sei noch einmal stark vereinfachend rekapituliert:

Das generelle natürliche Grundwasserströmungssystem im Werragebiet besteht darin, dass durch Niederschlag in den oberflächennahen Bereichen von Plattendolomit und Buntsandstein Grundwasser neu gebildet wird und in geologischen Zeiträumen nach der Plattendolomit- und Buntsandsteinpassage wieder der Werra zuströmt wie in Abbildung 4-19 skizziert.

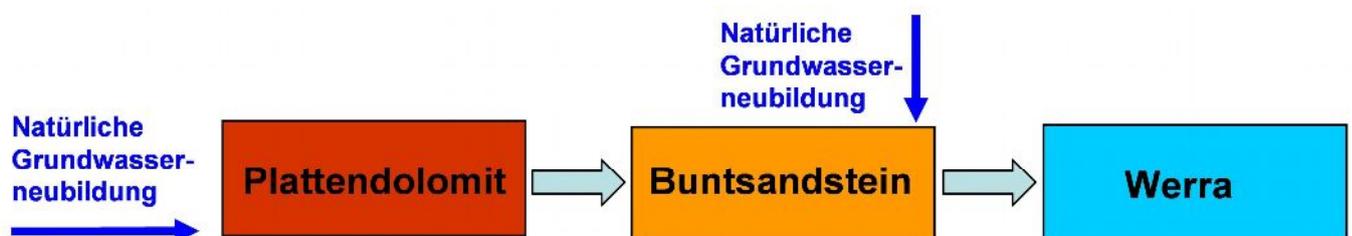


Abb. 4-19: Schema zur natürlichen Grundwassersituation

Bei der in Abbildung 4-20 skizzierten Versenkung in der bisherigen Form wurde nur in den Plattendolomit versenkt. Teile der versenkten Salzabwässer gelangten somit über Störungszonen im Buntsandstein des Werratal in kürzeren Zeiten in die Werra als im natürlichen System.

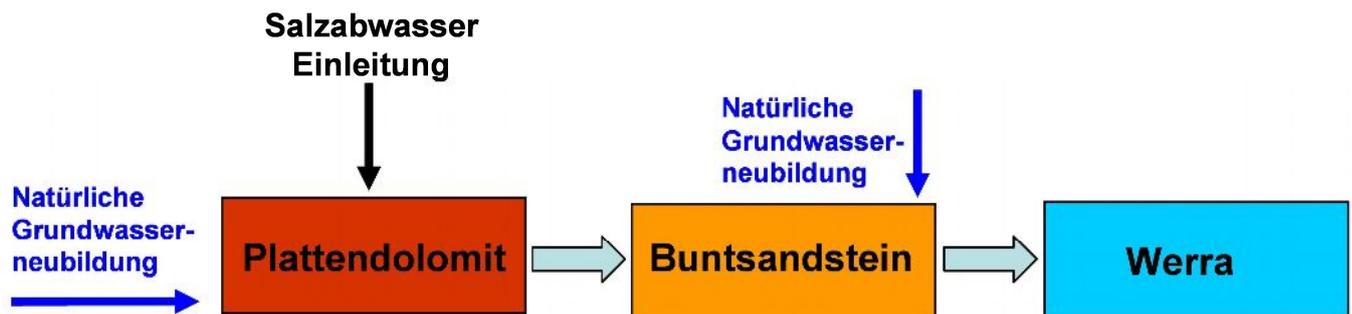


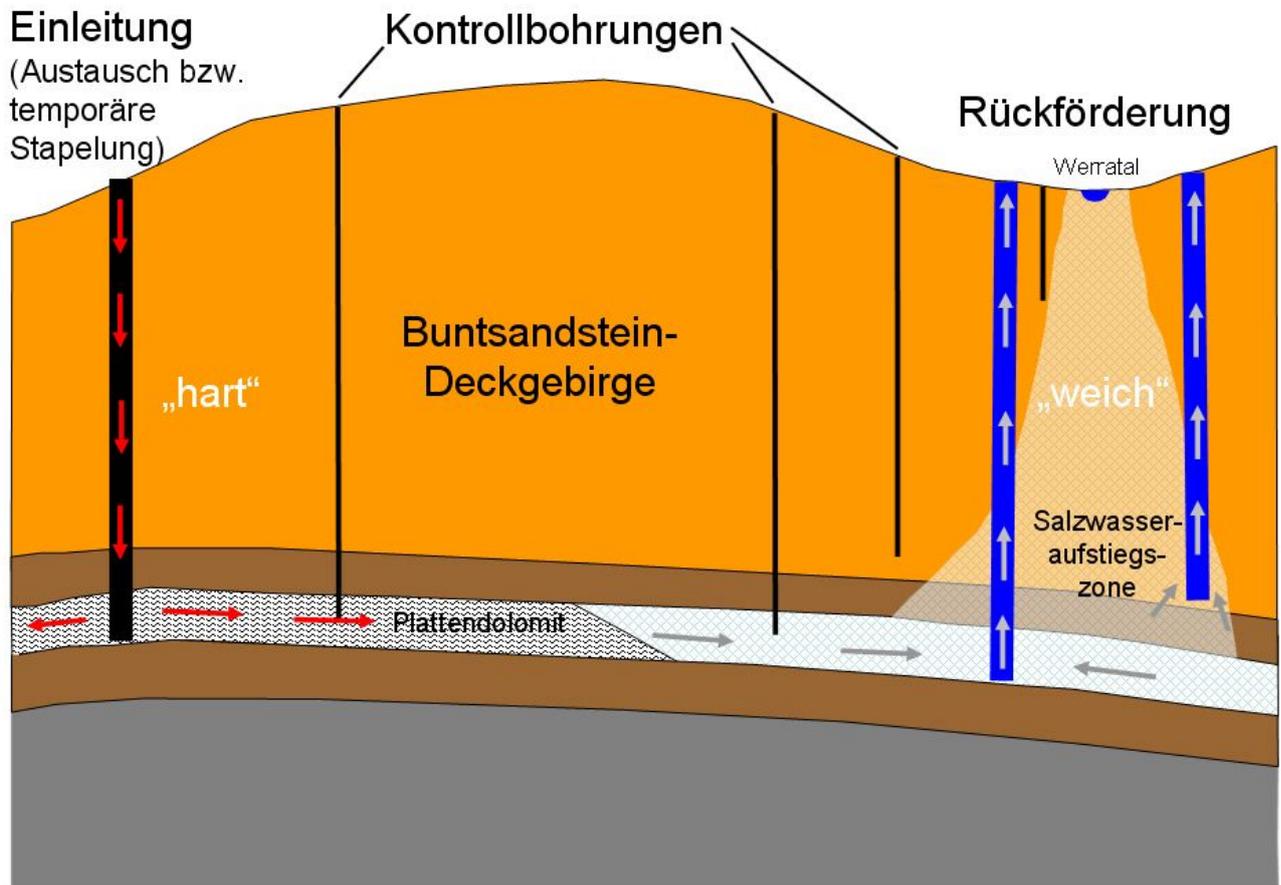
Abb. 4-20: Schema zur natürlichen Grundwassersituation mit bisheriger Versenkung

Die beiden NIS-Bausteine – temporäre Stapelung und Austausch – lassen sich nicht exakt trennen, sondern sie gehen ineinander über. Es ist vorgesehen, überwiegend „harte“ Salzabwässer in den Untergrund einzuleiten und gleichzeitig bzw. zeitlich versetzt Salzwässer rückzuführen. Der Unterschied zwischen den beiden Bausteinen besteht darin, dass bei der temporären Stapelung auch „harte“ Salzwässer zurückgeführt werden, während beim Austausch ausschließlich „weiche“ Salzwässer gefördert werden (s. Abbildung 4-21).

Die Steuerung dieses Systems ist allein abhängig von der Wasserführung der Werra bzw. den festgesetzten Grenzwerten. Der Normalfall liegt zwischen den beiden extremen Zuständen einer vollständigen Einleitung in den Untergrund ohne Rückförderung und einer vollständigen Rückförderung ohne Einleitung in den Untergrund.

Bei einer räumlichen (Werratal) und zeitlichen (mehrere Jahre) Bilanz kommt es zu keinem zusätzlichen Eintrag in das System Grundwasser, d. h. es wird genauso viel gelöstes Salz aus dem Untergrund entnommen wie eingebracht (Frachtneutralität). Da infolge der natürlichen Grundwasserneubildung und der diffusen Einträge auch weiterhin ein hydraulischer Austrag aus dem System Grundwasser in die Werra existiert, wird der Zustand des Gesamtsystems verbessert.





**Abb. 4-22: Prinzipskizze des Austausches „harter“ gegen „weicher“ Salzwässer im Plattendolomit (Rückförderung zeitgleich mit Versenkung)**

Sowohl der Austausch von Salzwässern unterschiedlicher Härte („hart“ gegen „weich“) als auch die temporäre Stapelung von Salzabwässern im Plattendolomit sollen zukünftig so gestaltet werden, dass der Plattendolomit und beeinflusste Teile des Buntsandsteins langfristig von Salzwasser entlastet werden. Eine volumenbezogene Entlastung des Untergrunds gelingt dann am schnellsten, wenn vornehmlich – möglicherweise verdünnte – Salzabwässer aus der früheren Versenktätigkeit zurückgefördert werden. Durch geeignete Platzierung der Rückförderbohrungen für „weiche“ Salzwässer wird angestrebt, die Fließrichtung möglichst in der in Abbildung 4-22 gezeigten Weise zu beeinflussen.

Um zu gewährleisten, dass der Großteil der Rückförderung aus „weichen“ Salzwässern besteht, müssen die großen Versenkmengen der Vergangenheit an „weichen“ Salzabwässern

betrachtet werden. Die Mineralisation wird durch Kontrollbohrungen (tiefe Grundwassermessstellen) überwacht.

Der nachfolgende Abschnitt erläutert die Herkunft und die Zusammensetzung der bei der Fabrikation anfallenden „weichen“ und „harten“ Salzabwässer der Standorte Hattorf und Wintershall.

#### **4.1.4.2 In der Vergangenheit versenkte Salzabwässer**

Die Zusammensetzung der versenkten Salzabwässer in Hessen ist maßgeblich durch die Verarbeitungsverfahren bestimmt. Bis Anfang der 1980er Jahre wurden vor allem natriumchloridreiche Abwässer aus der nassen Rohsalzaufbereitung mittels Heißlöseverfahren versenkt. Die Versenkwässer waren daher vornehmlich Natriumchloridlösungen mit Lösungsinhalten von 280 bis 300 g/l und Dichten zwischen 1,15 und 1,19 g/cm<sup>3</sup>. Die Magnesium- und Kaliumkonzentrationen gegenüber Natrium sind gering. Die Sulfatkonzentration ist gegenüber der Chloridkonzentration gering. Diese Wässer werden auch als „Vor-ESTA-Salzabwässer“ bezeichnet und stellen „weiche“ Salzabwässer dar. Nach Einführung der trockenen Rohsalzaufbereitung durch das ESTA-Verfahren zu Beginn der 1980er Jahre änderte sich die Zusammensetzung der versenkten Salzabwässer wesentlich. Die nun hydrochemisch als Magnesium-Natrium-Chlorid-Lösungen einzustufenden Abwässer, die als Nach-ESTA-Salzabwässer bezeichnet werden, mit einem Lösungsinhalt bis 350 g/l und Dichten zwischen 1,25 und 1,29 g/cm<sup>3</sup> weisen gegenüber den Vor-ESTA-Abwässern erheblich höhere Magnesium- und Kaliumkonzentrationen auf, und bei den Anionen nimmt die Sulfatkonzentration deutlich zu. Die Änderung der Konzentrationen an den Standorten Hattorf und Wintershall zeigt die folgende Abbildung 4-23. Am Standort Wintershall entspricht die angegebene Zusammensetzung der tatsächlichen Versenkung, während für den Standort Hattorf aus den getrennten Strömen der „harten“ und „weichen“ Salzabwässer eine mittlere Zusammensetzung dargestellt ist.

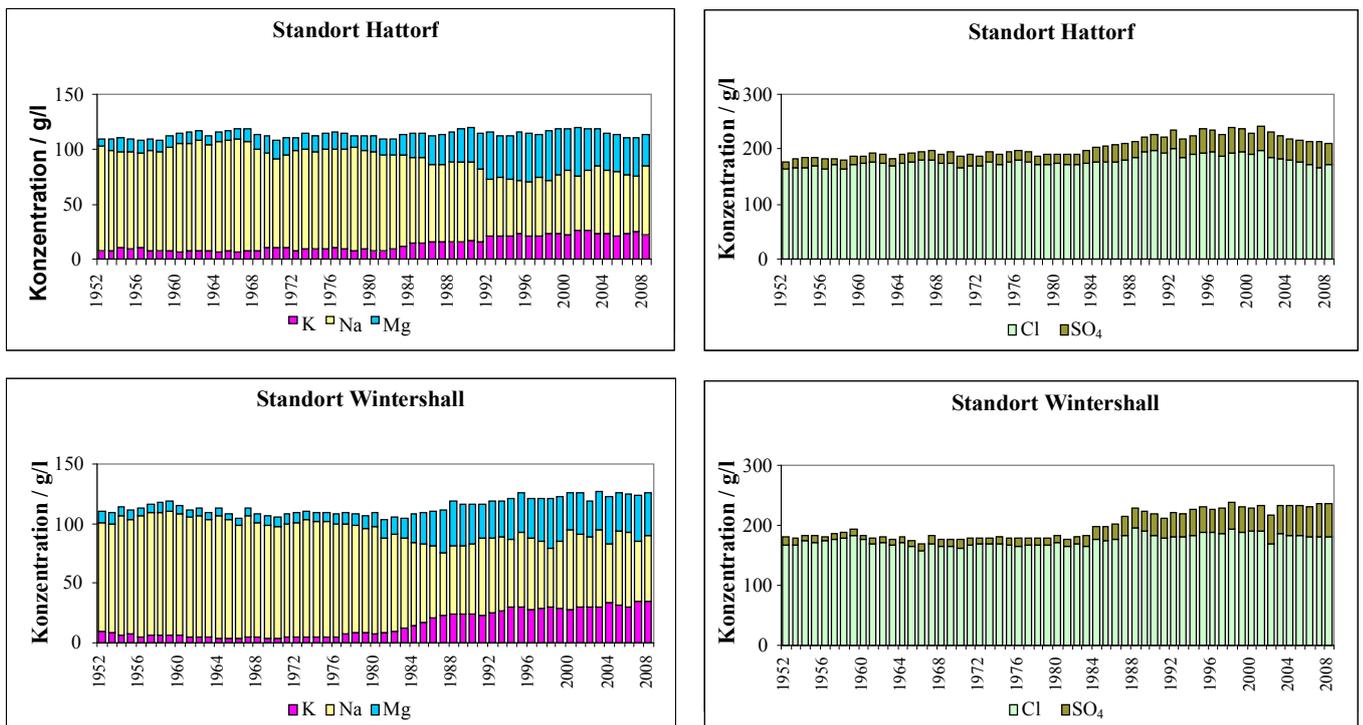


Abb. 4-23: Zusammensetzung der Versenklösungen ab 1952

Daraus folgt, dass die für eine Rückförderung primär vorzusehenden Salzabwässer bis in den Zeitraum 1980/85 in der Versenkung dominierten und im Untergrund eine weite Verbreitung erfahren haben. Die Lokation dieser Salzwässer im Untergrund ist über Bohrungen festzustellen oder über eine Grundwassermodellierung einzugrenzen.

Auf der Basis des Grundwassermodells Werra wurde daher von der Fa. DHI-WASY, Berlin, eine erste sogenannte Multispeziesberechnung durchgeführt ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Beispielhaft wird die Verteilung der Magnesiumkonzentration im Plattendolomit in Abbildung 4-24 dargestellt. Die in der Abbildung schraffierten Flächen stellen die im Raum Heringen-Philippsthal-Merkers liegenden potenziellen Rückfördergebiete mit „weichen“ Salzwässern dar. Durch die Rückförderung aus den gekennzeichneten Gebieten wird auch eine positive Auswirkung auf den Buntsandstein im Werratal erwartet.

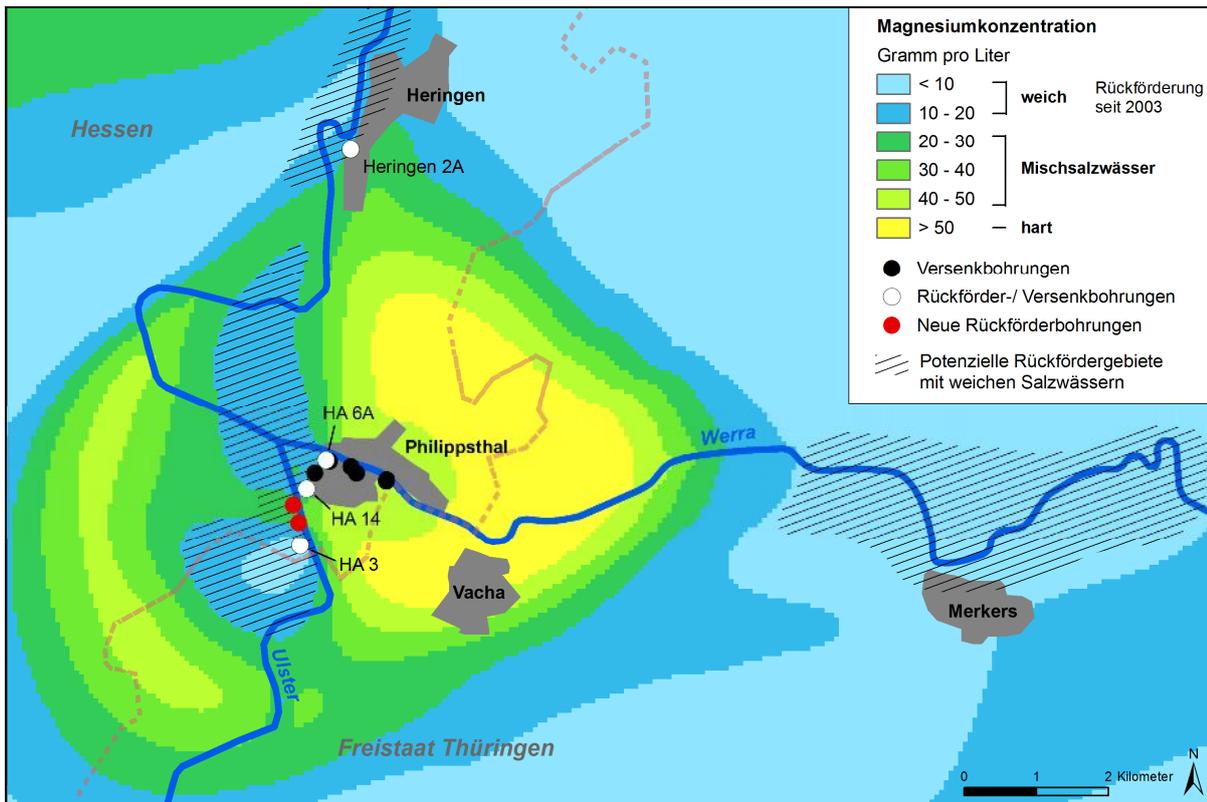


Abb. 4-24: Ausschnitt aus der Abbildung 4-29 mit Verteilung der Magnesiumkonzentrationen im Umfeld des Versenkgebiets Hattorf

Für die Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit werden Bohrungen genutzt bzw. hergestellt, die ähnlich wie Versenkbohrungen ausgebaut sind (siehe Abbildung 4-25). Über einen zusätzlichen Förderstrang (z. B. mit 7" - entsprechend 178 mm-Durchmesser), an dem eine leistungsfähige Unterwassermotorpumpe angebracht ist, wird Salzwasser mit Raten bis zu 150 m<sup>3</sup>/h aus dem Plattendolomit gefördert und in die Werra eingeleitet.

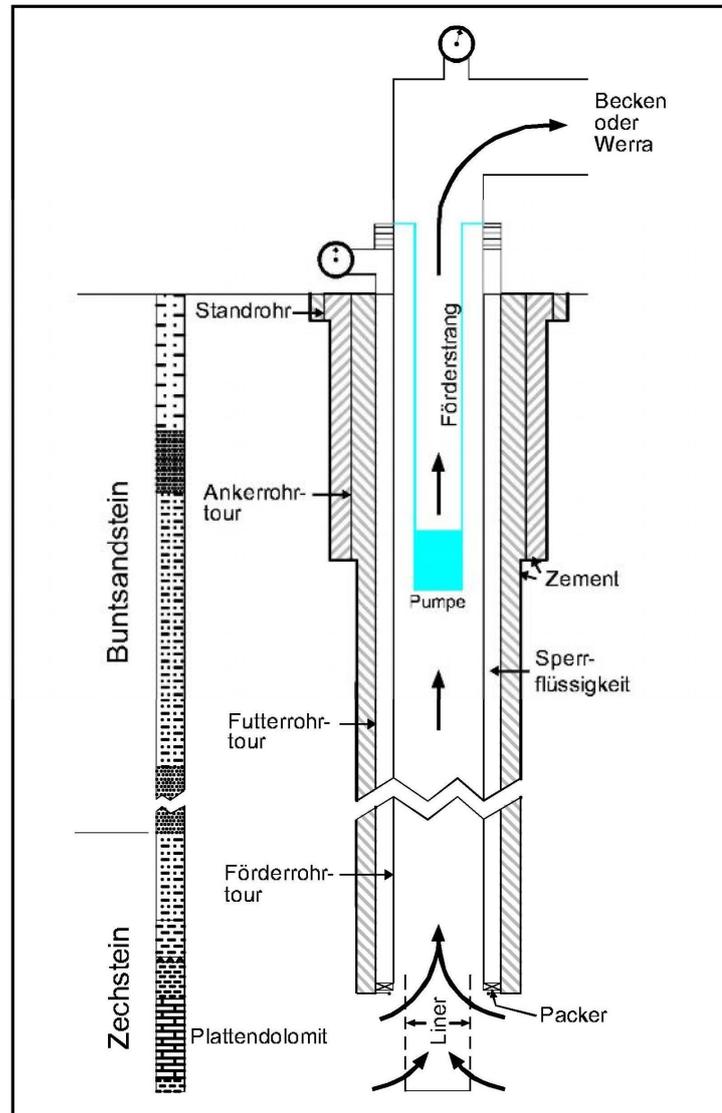
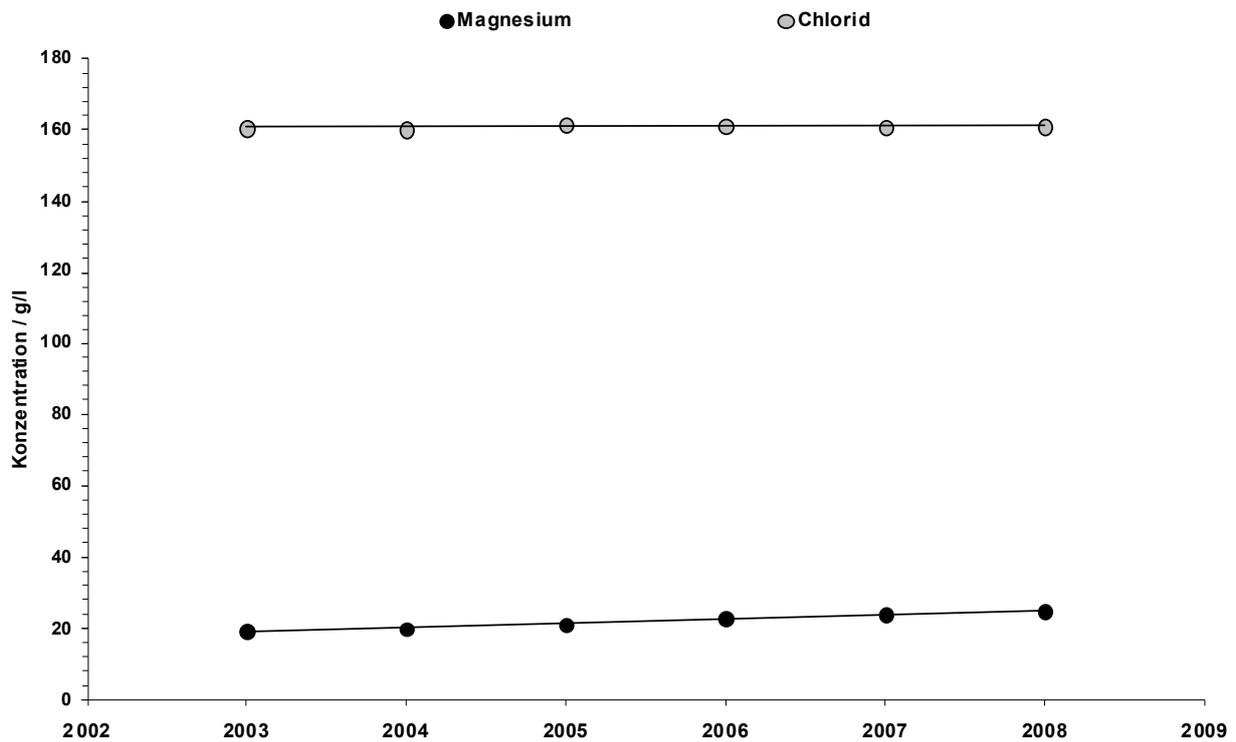


Abb. 4-25: Ausbauschema einer Rückförderbohrung

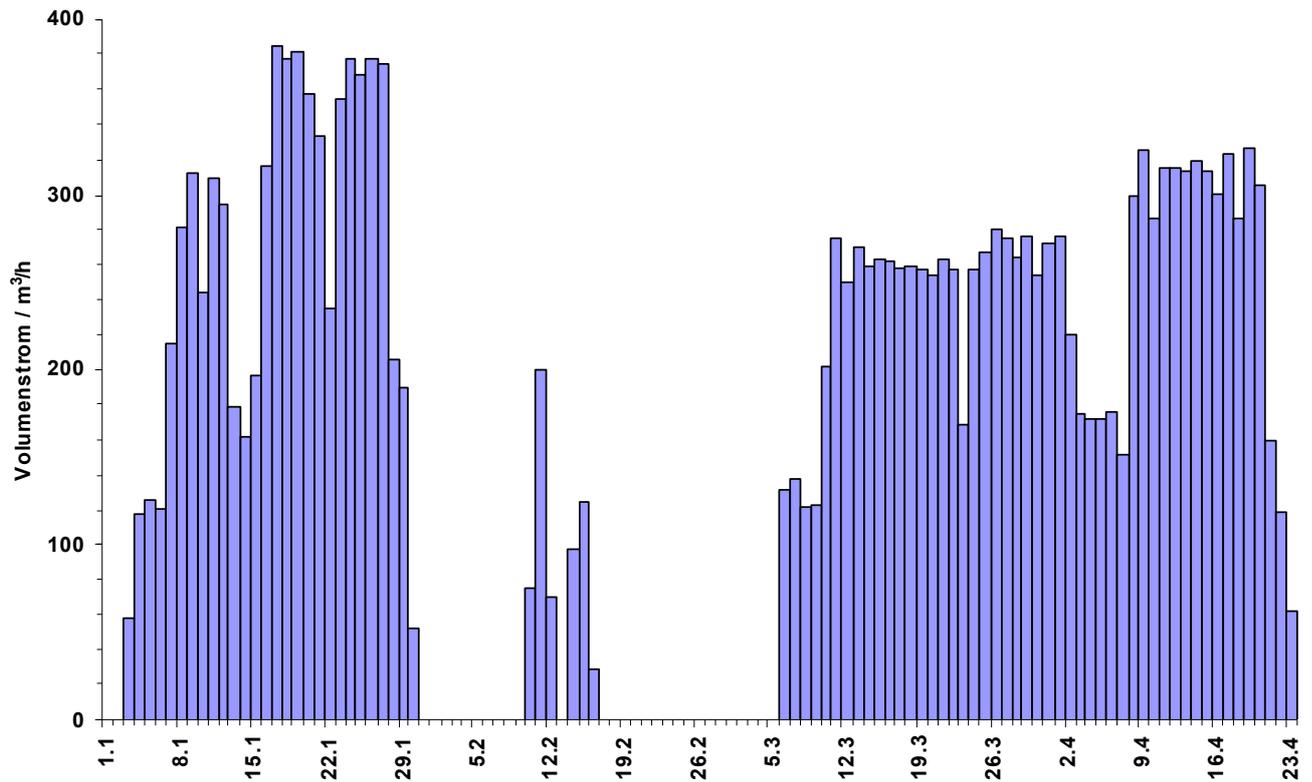
Von März 2003 bis Ende 2008 wurden über die nicht mehr betriebene Versenkbohrung *Heringen 2A* im ehemaligen Versenkgebiet Heringen insgesamt 1 Mio. m<sup>3</sup> Salzwässer mit ca. 0,3 Mio. t gelöster Salze gefördert, wobei die Förderrate zwischen 70 m<sup>3</sup>/h und 150 m<sup>3</sup>/h lag. Wie die Abbildung 4-26 verdeutlicht, ist über diese Zeit hinweg nur ein marginaler Anstieg der Magnesiumkonzentration zu verzeichnen. Die Bohrung steht weiterhin für die Rückförderung zur Verfügung.



**Abb. 4-26: Magnesium- und Chloridkonzentration während der Rückförderung in der Bohrung *Heringen 2A***

Vom Januar bis April 2009 wurden im Versenkgebiet Hattorf die drei umgerüsteten Schluckbrunnen *Hattorf 3*, *Hattorf 6A* und *Hattorf 14* (HA 3, HA 6, HA 14) zur Rückförderung genutzt. Die jeweiligen Förderraten lagen zwischen 50 m<sup>3</sup>/h und 180 m<sup>3</sup>/h.

In der Abbildung 4-27 sind die summierten Volumenströme der drei genannten Brunnen dargestellt, die zwischen 250 m<sup>3</sup>/h und mehr als 350 m<sup>3</sup>/h lagen. Insgesamt wurden rund 0,5 Mio. m<sup>3</sup> „weiche“ Salzwässer mit ca. 0,14 Mio. t gelöster Salze gefördert und in die Werra eingeleitet.



**Abb. 4-27: Summierte Volumenströme der Rückförderungen über die Schluckbrunnen HA3, HA6A und HA14**

Unterstellt man einen durchschnittlichen Rückfördervolumenstrom von 400 m<sup>3</sup>/h für vier Bohrungen, dann ergibt sich eine Jahresförderung von nahezu 3 Mio. m<sup>3</sup> bei 300 Tagen Betriebszeit.

Um auch Hochwasserperioden der Werra weitgehend ausnutzen zu können, ohne zusätzliche Beckenkapazität in Anspruch zu nehmen, ist das Vorhalten von 10 bis 15 Förderbohrungen erforderlich. Die Kapazität liegt dann ab 2015 voraussichtlich bei 1.000 bis > 1.500 m<sup>3</sup>/h, was bezogen auf 100 Tage im Jahr eine Rückförderung von 2,4 bis 3,6 Mio. m<sup>3</sup>/a ergibt. Dies erfüllt eines der grundsätzlichen Ziele der NIS, nämlich über Volumenentlastung (Ausspeicherung größer als Einspeicherung) eine ausgeglichene Salzfrachtbilanz zu erreichen und damit eine Verbesserung im beaufschlagten Versenkhorizont zu bekommen.

Die in der Vergangenheit von den Standorten Hattorf und Wintershall in den Plattendolomit versenkten Salzfrachten sind in der folgenden Abbildung 4-28 für den Zeitraum 1958 bis 2008 dargestellt.

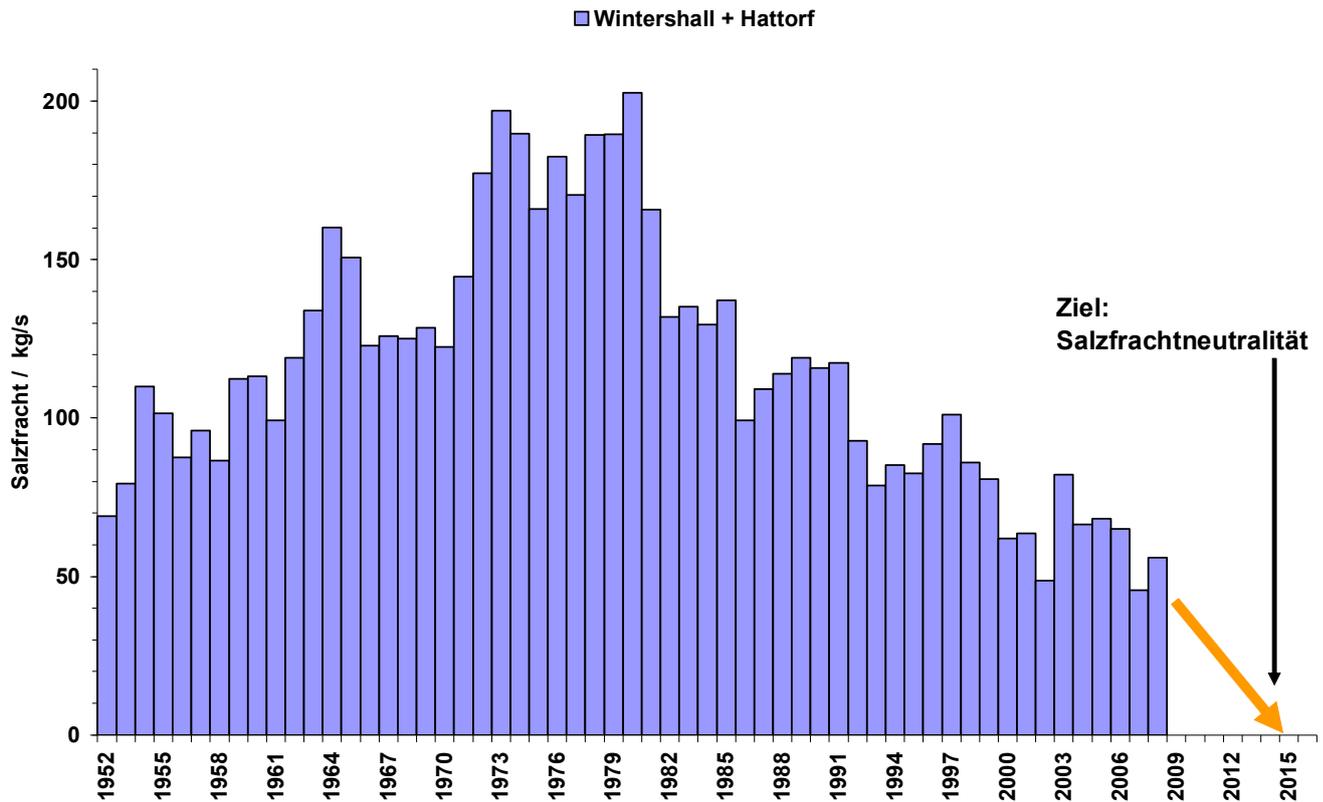
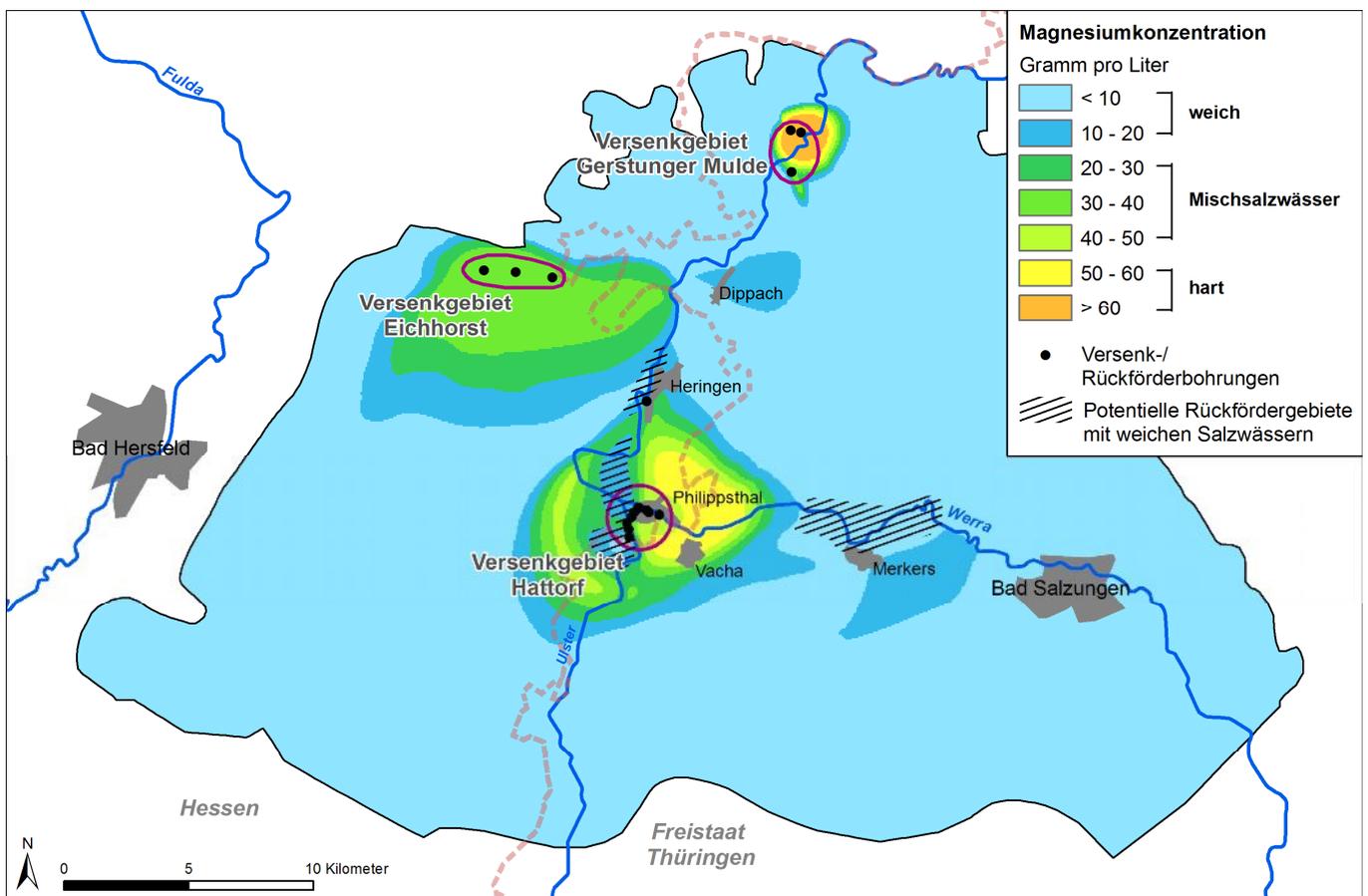


Abb. 4-28: Im Zeitraum von 1952 bis 2008 in Hattorf und Wintershall versenkte Salzfrachten

Wie die Abbildung zeigt, gingen die auf den Standorten Hattorf und Wintershall versenkten Salzfrachten in der Vergangenheit in ähnlicher Weise zurück wie die Versenkvolumen. Der Ausbau der Rückförderung wird spätestens ab dem Jahr 2015 dazu führen, dass durchschnittlich in einem längeren Beobachtungszeitraum keine weitere Salzfracht mehr in den Plattendolomit eingeleitet wird, sondern dass der Vergleich der durchschnittlich in den Plattendolomit eingeleiteten Salzabwässer mit den zurückgeführten Salzwässern eine ausgeglichene Bilanz ergibt.

Für den Fall, dass eine Rückförderbohrung von magnesiumreichen Salzwässern beeinflusst wird, muss ein neuer Standort für die Rückförderung „weicher“ Wässer gewählt werden. Die bestehende Bohrung kann weiterhin zur Versenkung wie auch zur Förderung im Rahmen der temporären Stapelung genutzt werden.

Die weiträumige Verteilung von „harten“ und „weichen“ Salzwässern sowie Mischsalzwässern im Plattendolomit zeigt Abbildung 4-29.



**Abb. 4-29: Verbreitung „harter“ und „weicher“ Salzwässer sowie Mischsalzwässer (geogen, versenkbeeinflusst) im Plattendolomit und potenzielle Rückfördergebiete (Gebiet des Numerischen Grundwassermodells Werra 2008), Multispeziesberechnung DHI-WASY, 2009**

Die bisher gemachten Erfahrungen mit Rückförderungen im Raum Heringen (ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> von März 2003 bis Dezember 2008) und im Raum Hattorf (ca. 0,5 Mio. m<sup>3</sup> von Januar bis April 2009) zeigen, dass einerseits mit mehreren Bohrungen die erforderliche Kapazität bereitgestellt werden kann und andererseits die Zusammensetzung der Salzwässer sich nicht gravierend verändert hat. Daraus ist ein längerer Betrieb abzuleiten. In der wasserrechtlichen Erlaubnis vom 20.11.2006 wird gefordert: „Es dürfen nur hochkonzentrierte Wässer zur Versenkung gelangen“. Dieser Forderung werden wir auch zukünftig nachkommen.

Die chemische Zusammensetzung der nach 2015 im Rahmen der NIS in den Plattendolomit eingeleiteten Salzabwässer wird sich am Standort Wintershall nur unwesentlich ändern. Die Reduzierung des Kieseritdeckwassers um rund 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a durch die Weiterentwicklung der

Flotation hat keinen signifikanten Einfluss auf die bisherige chemische Zusammensetzung, da der Anteil an Kieseritdeckwasser an den versenkten „harten“ Salzabwässern auch in der Vergangenheit nicht sehr groß war.

Die Hauptbestandteile der Einleitleitung in den Plattendolomit sind auch zukünftig überwiegend die „harten“ Salzabwässer.

Am Standort Hattorf wurde bei der bisherigen Versenkung in einzelnen Bohrungen zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern getrennt. Somit liegen im Plattendolomit Wässer unterschiedlicher Zusammensetzung vor. Diese Trennung wird auch zukünftig beibehalten. Durch den Bau der ESTA-Anlage am Standort Hattorf reduziert sich das Volumen an „weichem“ Salzabwasser um rund 3,5 Mio. m<sup>3</sup>. Die chemische Zusammensetzung der dann noch verbleibenden und in den Plattendolomit einzuleitenden geringen Volumen an „weichen“ Salzabwässern ändert sich dadurch nicht wesentlich. Die bisher versenkten „harten“ Salzabwässer Haldenlösung und Hartsalzabstoßlösung werden weiterhin über die bisherigen Bohrungen in den Plattendolomit eingeleitet. Durch die Lösungstiefkühlung am Standort Hattorf halbieren sich die Konzentrationen an Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat in der Hartsalzabstoßlösung. Somit wird nach 2015 weniger Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat in den Plattendolomit eingeleitet.

Vor dem endgültigen Ausbau der NIS wird mit den zuständigen Fach- und Erlaubnisbehörden ein Grundwassermonitoring abgestimmt, das den bereits vorhandenen Mess- und Beobachtungsplan in geeigneter Weise ergänzt. In die Überwachung werden Wiederholungsmessungen mit der Aerogeophysik (Hubschrauber-Elektromagnetik) einzubeziehen sein, um die bisher festgestellten Anomalien im Werratal in ihren Ausdehnungen und Veränderungen zu erfassen.

Damit wird die Kontrollierbarkeit des bewirtschafteten Untergrunds (Plattendolomit und Buntsandstein) gewährleistet.

#### **4.1.4.3 Darstellung des weiteren Ausbaus der Rückförderung**

Die Rückförderung wird stufenweise im Zeitraum bis 2015 ausgebaut. In Abhängigkeit von den weiteren Ergebnissen der laufenden und geplanten Untersuchungen und Berechnungen (dreidimensionales Grundwassermodell) werden die Ansatzpunkte für das Niederbringen weiterer Rückförderbohrungen festgelegt. Dabei werden ausgehend von den im Jahr 2010 am

Standort Hattorf neu errichteten beiden Rückförderbohrungen bis 2014 jeweils pro Jahr mindestens zwei weitere Rückförderbohrungen niedergebracht. Im Jahr 2015 wird mit voraussichtlich fünf weiteren Bohrungen die derzeit geplante Anzahl von 15 Rückförderbohrungen erreicht sein.

#### **4.1.4.4 Ausbau der Beckenkapazität**

Dem kontinuierlich entstehenden Salzabwasser wird auch in Zukunft eine stark schwankende Wasserführung der Werra gegenüberstehen. Da auch weiterhin bestimmte Grenzwerte in der Werra bei der Einleitung von Salzabwasser einzuhalten sind, kann durch den Ausbau der vorhandenen Beckenkapazitäten eine weitere Entkoppelung zwischen dem Anfall der Salzabwässer und der gesteuerten Einleitung erreicht werden. Längere Phasen niedrigerer Wasserführung und damit verbunden geringerer Salzabwassereinleitung können durch ein größeres Beckenvolumen zur Speicherung von Salzabwasser überbrückt werden. In Zeiten mit hoher Wasserführung tragen die dann aus den Becken eingeleiteten Salzabwässer zu einer weiteren Vergleichmäßigung des Salzgehalts in der Werra bei.

Die Möglichkeiten zum Ausbau der Beckenkapazität im Werratal sind aber aufgrund des hohen Flächenbedarfs begrenzt. Mit den geplanten Beckenkapazitäten können daher auch zukünftig nur vergleichsweise kurze Zeiten niedriger Wasserführung der Werra überbrückt werden. Längere Zeiten, in denen kein oder nur wenig Salzabwasser eingeleitet werden kann, sind nur mit unverhältnismäßig großen Stapelbecken von mehr als 10 Mio. m<sup>3</sup> zu überbrücken. Für diesen Fall ist in der NIS deshalb die weitere Nutzung des Plattendolomits zur temporären Stapelung vorgesehen.

Derzeit stehen im Werk Werra an den Standorten Hattorf, Unterbreizbach und Wintershall Becken mit einem Gesamtvolumen von rund 0,4 Mio. m<sup>3</sup> zur Verfügung. Eine Übersicht der heutigen Stapelbecken befindet sich im Anhang.

Im Zusammenhang mit dem Bau der Leitung vom Werk Neuhoof-Ellers zum Werk Werra wird am Standort Hattorf ein weiteres Becken mit einem Volumen von rund 0,1 Mio. m<sup>3</sup> errichtet. Im Rahmen der Umsetzung des Maßnahmenpakets werden darüber hinaus an den Standorten Hattorf und Wintershall zwei neue Becken mit einem Gesamtvolumen von bis zu 0,5 Mio. m<sup>3</sup> gebaut werden. Damit erhöht sich das gesamte im Werk Werra zur Verfügung stehende Beckenvolumen auf rund 1,0 Mio. m<sup>3</sup>.

#### 4.1.4.5 Weiterentwicklung der Salzlaststeuerung

Nach Umsetzung des Maßnahmenpakets werden spätestens Ende 2015 durchschnittlich noch rund 7 Mio. m<sup>3</sup> Salzabwasser jährlich im Werk Werra und im Werk Neuhof-Ellers entstehen und zu entsorgen sein.

Als Ziele für die Salzabwassereinleitung nach dem Jahr 2015 werden nach Umsetzung aller Maßnahmen folgende Werte in der Werra am Pegel Gerstungen eingehalten werden können:

Chlorid: 1.700 mg/l

Gesamthärte: 65 °dH

Kalium: 150 mg/l

Um diese Qualitätsziele in der Werra bei weiterer Vergleichmäßigung der Salzkonzentration in der Werra erreichen zu können, muss die derzeitige Salzlaststeuerung weiterentwickelt werden. Schwerpunkte sind dabei:

- eine verbesserte Vorhersage der Wasserführung der Werra
- eine Weiterentwicklung der analytischen Bestimmung der in der Werra enthaltenen Salzionen
- ein Ausbau des derzeitigen Mess- und Regelsystems in Verbindung mit einer Optimierung der Software des Bilanzmodells und
- die Einbindung der Rückförderung von Salzwasser aus dem Untergrund.

Durch eine zeitnahe Information über die Konzentrationen bestimmter Ionen im Gewässer in Verbindung mit der zu erwartenden Wasserführung kann zukünftig die Schwankungsbreite der Salzkonzentrationen bei der Salzabwassereinleitung noch weiter verringert werden. Dabei müssen alle Salzeinträge über diffuse Zutritte und die Grundbelastung berücksichtigt werden. Eine schematische Darstellung der zukünftigen Salzabwassereinleitung in die Werra zeigt die folgende Abbildung 4-30.

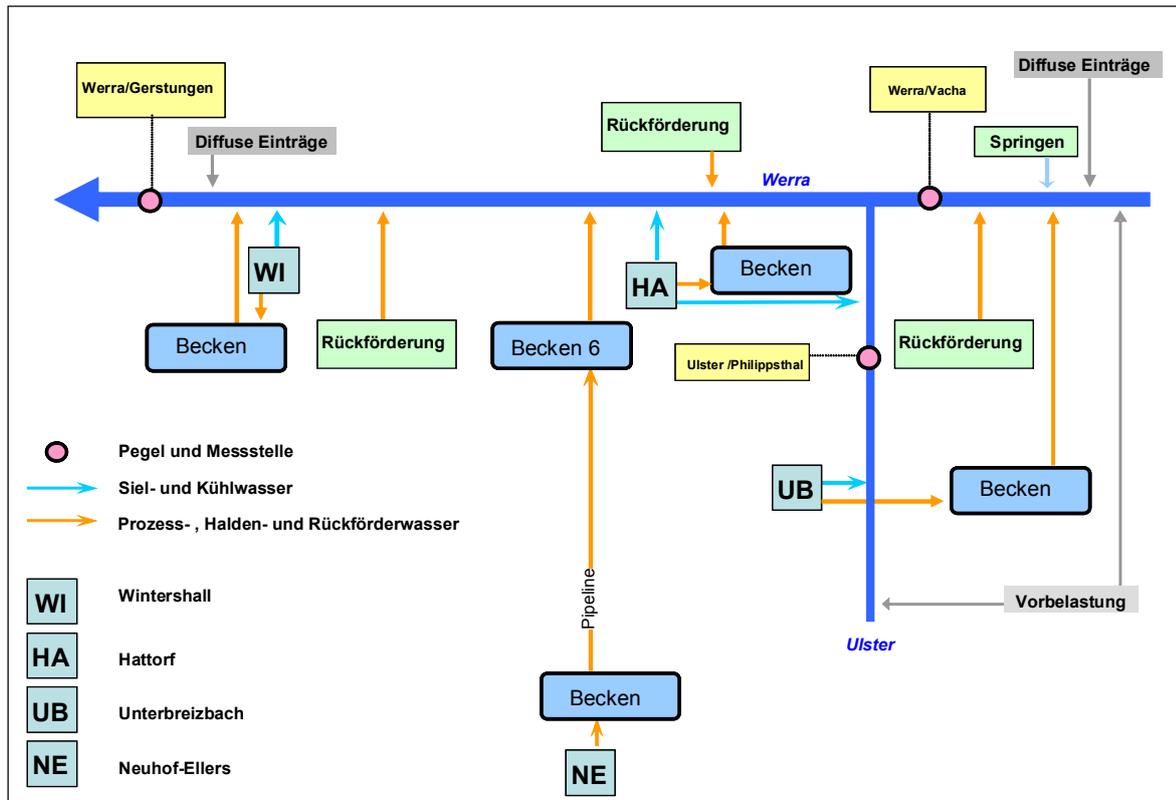


Abb. 4-30: Schema der zukünftigen Salzabwassereinleitung des Werkes Werra.

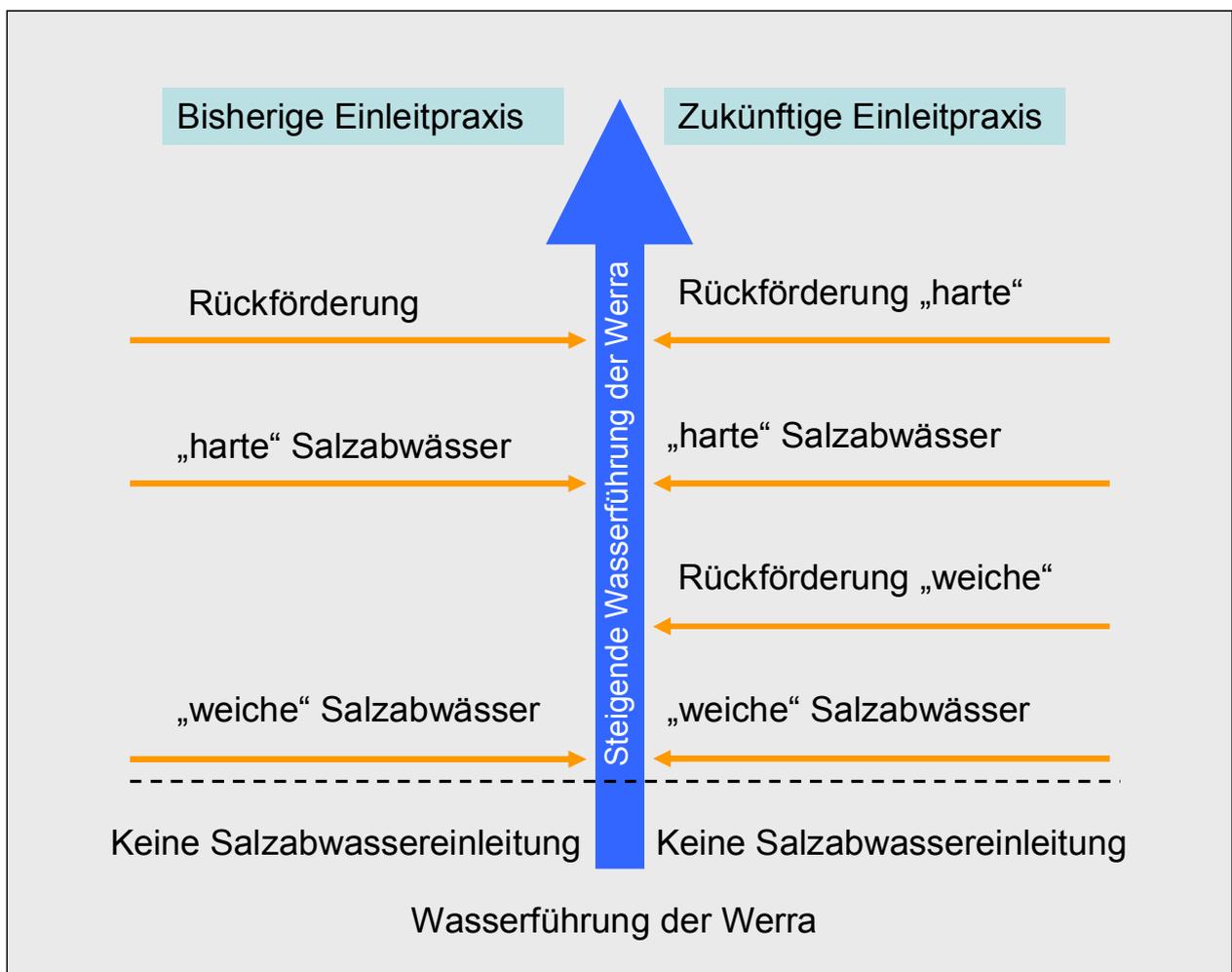
Auch in Zukunft werden am Pegel Gerstungen die von den zuständigen Behörden festgelegten Grenzwerte die einzuhaltenden Zielgrößen der Salzlaststeuerung sein. Durch die konsequente Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern, insbesondere bei der Einleitung der Salzabwässer in die Werra, wird vor allem der Chloridgrenzwert eine maßgebliche Steuerungsgröße sein, da die Einleitung der „weichen“ Salzabwässer auch weiterhin nur durch den Chloridgrenzwert begrenzt wird.

Im Wesentlichen wird sich die Salzabwassereinleitung nach 2015 auf die Standorte Hattorf und Wintershall beschränken. Der Standort Unterbreizbach ist nach dem Bau und der Inbetriebnahme der neuen Eindampfanlage nahezu salzabwasserfrei und muss nur vergleichsweise kleine Volumen an gering mineralisierten Spül- und Sielwässern in die Werra einleiten.

Zukünftig wird die Rückförderung von Salzwasser aus dem Untergrund eine ähnliche Größenordnung wie die eigentliche Salzabwassereinleitung erreichen. Die genauen Lagen der Rückförderbohrungen werden in Abhängigkeit von den weiteren Ergebnissen der Untersuchungen des Untergrundes festgelegt.

Die frühzeitige Einbindung der Rückförderung in das Einleitsystem stellt dabei eine wesentliche Änderung im Vergleich zur bisherigen Einleitpraxis dar. In der Vergangenheit wurde die vorhandene Rückförderung aus der Bohrung *Heringen 2* und den Hattorfer Schluckbrunnen (Versuchsbetrieb) erst aufgenommen, nach dem alle Salzabwässer der Standorte eingeleitet werden konnten, also bei sehr hoher Wasserführung. Dies hatte zu Folge, dass die Rückförderung nur an Tagen mit einer ausreichenden Wasserführung betrieben wurde.

Die Gegenüberstellung in Abbildung 4-31 zeigt die bisherige und die zukünftige Einleitpraxis in Abhängigkeit von der Wasserführung.



**Abb. 4-31: Vergleich der bisherigen mit der zukünftigen Salzabwassereinleitung bei konsequenter Trennung zwischen „weichen“ und „harten“ Salzabwässern**

Unterhalb einer Wasserführung von  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  am Pegel Gerstungen wurde bisher in der Regel keine Salzabwasser eingeleitet, da die Grenzwerte, insbesondere der Chloridgrenzwert, durch

die diffusen Einträge und die Grundbelastung bereits erreicht wurden. Daran wird sich auch in Zukunft grundsätzlich nichts ändern, da auch nach Einstellung der bisherigen Form der Versenkung weiterhin mit diffusen Einträgen und der Grundbelastung gerechnet werden muss.

Mit steigender Wasserführung der Werra wurden bisher in erste Linie die sogenannten „weichen“ Salzabwässer eingeleitet. Dies wird auch in Zukunft weiterhin so bleiben. Nach der Einleitung dieser „weichen“ Salzabwässer wurden die „harten“ Salzabwässer eingeleitet. Durch die Umsetzung des Maßnahmenpakets wird ein erheblicher Teil (rd. 4,0 Mio. m<sup>3</sup>/a) an „weichen“ Salzabwässern eingespart, von denen ein Großteil bisher in die Werra eingeleitet wurde. Da diese Salzabwässer aufgrund der Einsparung zukünftig nicht mehr eingeleitet werden müssen, können an ihrer Stelle entsprechend „weiche“ Salzabwässer aus der Rückförderung aus dem Plattendolomit treten. Das einzuleitende Volumen an Salzabwasser aus der Rückförderung ist dabei abhängig von der Pumpleistung der Rückförderpumpen und der Ergiebigkeit der Rückförderbohrungen. Eine Rückfördermenge der Größenordnung von 3 Mio. m<sup>3</sup>/a kann schon durch den kontinuierlichen Betrieb an rund 300 Tagen von drei bis vier Rückförderbohrungen mit einer Förderleistung von ca. 150 m<sup>3</sup>/h erreicht werden. Ist diese erreicht, werden wie bisher die „harten“ Salzabwässer bei hoher Wasserführung der Werra eingeleitet.

Standen dann keine weiteren Salzabwässer mehr aus dem Produktionsprozess für die Einleitung zur Verfügung, wurde bisher die bestehende Rückförderung (*Heringen 2A* und Versuchsbetrieb Hattorf) in Betrieb genommen. Zukünftig können bei hoher und sehr hoher Wasserführung der Werra dagegen weitere „harte“ Rückförderwässer aus dem hessischen Versenkraum eingeleitet werden.

Im Vergleich zur bisherigen Einleitpraxis besteht eine wesentliche Änderung in der zukünftigen Einleitpraxis somit darin, dass die Rückförderung von „weichen“ Salzabwässern schon sehr früh bei relativ geringen Abflüssen der Werra beginnen kann.

#### **4.1.4.6 Bilanzierung**

Nach 2015 ist vorgesehen, im Durchschnitt rund 3,0 Mio. m<sup>3</sup>/a aus dem Untergrund zurückzuführen und zwar vornehmlich „weiche“ Salzabwässer. Unter der Voraussetzung, dass es sich bei diesen zurückgeführten Wässern um Salzwässer mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung wie das bisher versenkte „Hattorfer Kieseritwaschwasser mit einer Salzkonzentration von rund 290 g/l handelt, ergibt sich eine Rückförderung von rund 27,7 kg/s Salz. Diese Salz-

fracht entspricht der Summe der Salzfrachten der durchschnittlich in den Plattendolomit einzu- leitenden Salzabwässer, die sich zum Großteil aus den „harten“ Salzabwässern des Standorts Wintershall und Hattorf zusammensetzen.

Bei einer ausgeglichenen Salzfrachtbilanz zwischen der Einleitung in den Untergrund und der Rückförderung aus dem Untergrund ergibt sich durch den auch zukünftig natürlich bedingten diffusen Salzaustrag eine Entlastung des gesamten Untergrundes. Dies ist in Abbildung 4-32 schematisch dargestellt.



**Abb. 4-32: Schema der Salzfrachtbilanz bei der Einleitung von Salzabwasser in den Plattendolomit und einer Rückförderung aus dem Untergrund sowie der diffuse Salzaustrag aus dem Plattendolomit/Untergrund**

Bleibt der diffuse Salzeintrag in die Werra auch in Zukunft auf dem heutigen Niveau, so liegt die damit verbundene aus dem Untergrund ausgetragene Salzfracht in einer ähnlichen Höhe wie die in den Plattendolomit eingeleitete und aus dem Untergrund zurückgeführte Salzfracht. Über diesen diffusen Austrag wird das Grundwasser langfristig von den in der Vergangenheit versenkten Salzabwässern entlastet. Der diffuse Eintrag in die Werra wird in Zukunft im Wesentlichen durch die natürliche Grundwasserneubildung im Plattendolomit und im Buntsandstein geprägt sein.

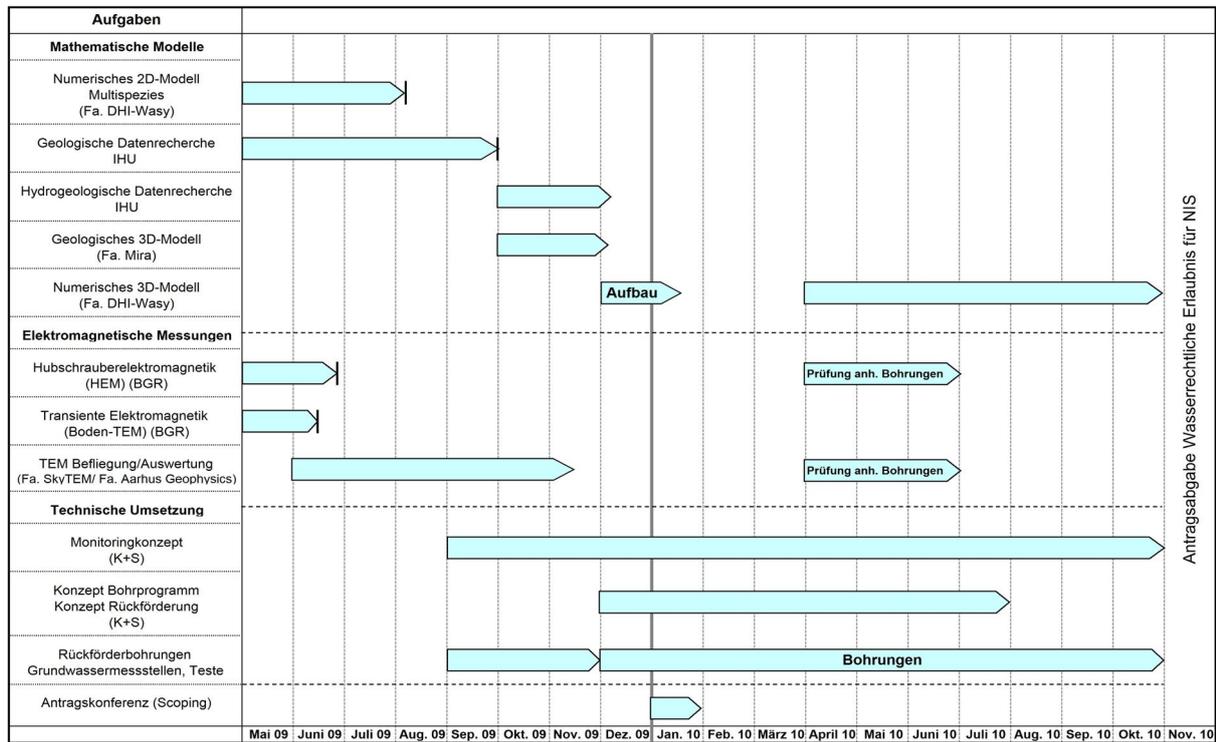
Für die Bilanzierung ist eine großräumige Betrachtung notwendig, da Einleitung in den Untergrund und Rückförderung aus dem Untergrund teilweise in unterschiedlichen Bereichen vorgenommen wird. Ebenso ist ein überjähriger Zeitraum vorzusehen, um die Frachtneutralität erreichen zu können. Wird also nach dem Jahr 2015 in einem definierten Bilanzraum (Grundwasserkörper sowie Betrachtungszeitraum) kein weiteres Salz in das Grundwasser (Plattendolo-

mit/Buntsandstein) eingetragen, weil die eingeleitete Salzfracht der zurückgeführten Salzfracht entspricht, ist die Trendumkehr hin zu einer Salzentlastung des Grundwassers erreicht.

#### **4.1.4.7 Laufende und geplante Arbeiten**

Sowohl für die Einrichtung einer oder mehrerer Lokationen für eine temporäre Stapelung als auch die Festlegung von geeigneten Lokationen für den Austausch von Salzwässern unterschiedlicher Härte sind umfangreiche Erkundungen des Untergrundes, insbesondere des Unteren Buntsandsteins, notwendig. Hierzu zählen das Festlegen und Einrichten von Versenkbohrungen, Rückförderbohrungen und Grundwassermessstellen bzw. die in allen Bohrungen durchzuführenden hydraulischen Tests sowie kontinuierliche Druckaufzeichnungen über längere Zeiträume. Diese Arbeiten überschneiden sich mit der Bearbeitung des Nachweises des Verbleibs von ca. 30 % der eingebrachten Salzabwässer im Unteren Buntsandstein des Werratal zum weiteren Beleg unserer Modellvorstellung zur hydrogeologischen Situation im Werratal.

Insgesamt stellt die Umsetzung der Maßnahmen hohe zeitliche, fachliche und finanzielle Anforderungen. Das kurz- bis mittelfristige Konzept zur Umsetzung der beiden Maßnahmen und des Nachweises der im Werratal bisher versenkten Salzabwässer beinhaltet bis zur Beantragung einer neuen wasserrechtlichen Erlaubnis Ende 2010 folgende Komponenten und Schritte (siehe Abbildung 4-33):



**Abb. 4-33: Zeitplan der laufenden und geplanten Arbeiten zur Realisierung der NIS (siehe auch im Anhang)**

Im September 2009 wurde in Zusammenarbeit mit den Behörden damit begonnen, das gesamte bestehende Monitoring aller Grundwasserleiter zu überarbeiten und sinnvoll zu ergänzen.

Aufbauend auf den im Juni 2009 beendeten geophysikalischen Messungen (Hubschrauber- elektromagnetik [HEM], und Transiente Elektromagnetische Messungen [Boden-TEM] ), beide BGR) erfolgte im September 2009 eine weitere geophysikalische Befliegung des Werratal mit dem TEM-Verfahren durch die Fa. Sky TEM, Aarhus, das eine größere Eindringtiefe erreicht. Die Auswertung der Befliegung, die durch die Firma Aarhus Geophysics vorgenommen wird, liegt voraussichtlich im November 2009 vor.

Die Ende Oktober 2009 abgeschlossene geologische Datenrecherche durch die Firma IHU, Nordhausen, dient zusammen mit anderen geologischen Daten zurzeit der Erstellung eines dreidimensionalen geologischen Modells des gesamten Werragebiets. Auch dieses von der Firma Mira, Montreal, zu erstellende dreidimensionale geologische Modell soll bis Ende November vorliegen. IHU ist beauftragt, im Anschluss an die geologische Datenrecherche eine hydrogeologische Datenrecherche durchzuführen. Die hydrogeologische Datenrecherche liefert

wiederum die Basis für ein dreidimensionales numerisches Grundwassermodell, das den Plattendolomit und Buntsandstein umfasst (siehe weiter unten).

Ende November 2009 liegen also drei Komponenten vor (tiefreichende TEM-Geophysik Werratal, hydrogeologische Datenrecherche und geologisches Modell), die die Grundlage für ein Erkundungskonzept bzw. Bohrprogramm bilden sollen, welches sowohl die Durchführbarkeit beider Maßnahmen als auch den Nachweis des Salzwasservolumens im Werratal berücksichtigt. Sobald das Konzept im Dezember 2009 erarbeitet ist und die Genehmigung vorliegt, können die Bohrarbeiten beginnen. Die mit den Bohrungen verbundenen Tests und Messungen liefern Daten, die eine weitere Auswertung der geophysikalischen Messungen erlauben und den Nachweis über den Verbleib von 30 % der eingebrachten Salzabwässer im Unteren Buntsandstein des Werratal erbringen sollen. Ferner dienen die Daten zur Festlegung von weiteren geeigneten Lokationen zur Umsetzung der beiden Maßnahmen (Austausch und temporäre Stapelung).

Abschließend gehen die Daten und insbesondere die sukzessiv steigende Anzahl von Druckmessungen in die Bearbeitung des dreidimensionalen numerischen Grundwassermodells ein. Eine weitere wesentliche Grundlage zur Entwicklung des dreidimensionalen Grundwassermodells ist die Kombination der letzten geophysikalischen Befliegung mit Bohrungsdaten (dreidimensionale Konzentrationsverteilung des Grundwassers).

Mit einem den Buntsandstein einbeziehenden numerischen Modell lässt sich die gesamte Entwicklung des Versenkgeschehens bis heute nachvollziehen. Ist es mit genügend Daten abgesichert, können Fragen der Maßnahmen genauso beantwortet werden wie Fragen des Verbleibs von 30 % der eingebrachten Salzabwässer im Untergrund des Werratal.

Sobald die Genehmigung vorliegt, kann mit den ersten Schritten der beiden Maßnahmen „Temporäre Stapelung“ und „Austausch weich gegen hart“ begonnen werden, da die technischen Voraussetzungen gegeben sind.

Aus heutiger Sicht betragen die Kosten für die Realisierung der NIS ca. 50 Mio. €.

## **4.1.5 Fazit NIS**

### **4.1.5.1 Funktionsfähigkeit**

Aus den dargestellten bisherigen Kenntnissen der geologischen und hydrogeologischen Zusammenhänge lässt sich die Funktionsfähigkeit der zukünftigen NIS ableiten und begründen. Die positiven Erfahrungen der in der Vergangenheit durchgeführten Rückförderung von Salzwasser aus dem Plattendolomit in der Bohrung *Heringen 2A* und dem Pufferspeicher Gerstunger Mulde sowie die aktuell im Rahmen eines Versuchs am Standort Hattorf gewonnenen Ergebnisse bestätigen die zugrundeliegenden Annahmen.

Die Volumen und die chemische Zusammensetzung der an den einzelnen Versenkbohrungen in den Plattendolomit in der Vergangenheit eingeleiteten Salzabwässer sind bekannt und bilden die Datengrundlage für die Multispezies-Modellierung, die Auskunft über die Verteilung der unterschiedlichen Salzabwässer im Plattendolomit gibt. Mit Hilfe weiterer Bohrungen können diese berechneten Verteilungen verifiziert und daraus die Lage der geplanten Rückförderbohrungen abgeleitet werden. Der in den nächsten Jahren vorgesehene Ausbau mit bis zu 15 Rückförderbohrungen stellt allein schon auf Grund der hohen Zahl an Rückförderbohrungen ein redundantes System dar. Selbst bei einem Ausfall von einzelnen Bohrungen ist damit die Rückförderfähigkeit aus dem Plattendolomit nicht in Frage gestellt.

### **4.1.5.2 Kontrolle**

Im Rahmen der NIS wird die Kontrolle und Überwachung der einzelnen Grundwasserstockwerke auch zukünftig eine große Bedeutung haben. Aufbauend auf dem schon bestehenden, die bisherige Versenkung überwachenden Monitoringsystems wird dieses Überwachungssystem durch die Errichtung weiterer Kontrollbohrungen ausgebaut. Dabei gilt auch in Zukunft dem Schutz des Trinkwassers sowie anderer durch den Menschen genutzter Grundwasserleiter (z. B. Heil- und Solequellen) die höchste Priorität. Neben der Überwachung durch Grundwassermessstellen wird auch zukünftig in sinnvollen zeitlichen Abständen eine aerogeophysikalische Überwachung stattfinden. Damit können großflächig und über einen längeren Zeitraum die Entwicklungen im Untergrund dokumentiert und überwacht werden.

Die Ergebnisse der Grundwasser- und Oberflächenüberwachung werden in das zur Verfügung stehende 3D-Modell eingearbeitet. Mit Hilfe des 3D-Modells lassen sich darüber hinaus auch

prognostische Aussagen ableiten. Dabei wird das 3D-Modell, soweit erforderlich, immer wieder an die über Messungen gewonnenen Erkenntnisse angepasst.

Sowohl die Ergebnisse aus der Grundwasserbeobachtung als auch die Möglichkeiten der 3D-Modellierung bieten somit ein umfangreiches Instrumentarium, die Zusammenhänge und Entwicklungen im Untergrund im Zusammenhang mit der bisherigen Versenkung als auch mit der zukünftigen NIS zu verstehen und zu vertiefen.

Das zukünftige System der Einleitung von Salzabwasser in den Plattendolomit und der Rückförderung von Salzwasser aus dem Untergrund ist sehr flexibel. Der mögliche Verlust einzelner Bohrungen für die Einleitung oder Rückförderung aus technischen oder anderen Gründen führt nicht zwangsläufig zum Scheitern der NIS. Ein Scheitern der NIS wäre nur gegeben, wenn das eigentliche Schutzziel, der Trinkwasserschutz, nicht gewährleistet werden könnte oder wenn es zu einer nachhaltigen und großräumigen zusätzlichen Belastung des Grundwassers käme. Dafür gibt es nach bisherigem Erkenntnisstand keine Anhaltspunkte.

#### **4.1.5.3 Effekte der NIS**

Die Einstellung der bisherigen Form der Versenkung wird ersetzt durch ein System der Einleitung von Salzabwasser in den Untergrund bei in weiten Teilen zeitgleicher Förderung von Salzwasser aus dem Untergrund. Dadurch wird der Untergrund zukünftig in einem entsprechenden Bilanzzeitraum von mehreren Jahren nicht mehr wie bisher mit Salzabwasser aufgefüllt. Im Gegenteil wird sich durch die bis 2015 realisierte Ausspeicherung aus dem Untergrund eine Volumenentlastung ergeben, da die durchschnittliche Ausspeicherung größer sein wird als die weiter reduzierte durchschnittliche Einleitung in den Plattendolomit. Dabei stellt sich eine ausgeglichene Salzbilanz ein (Salzfrachtneutralität). Durch die salzfrachtneutrale Ein- und Ausspeicherung und darüber hinaus durch natürlich bedingte hydrogeologische Prozesse wird sich mittel- und langfristig der Salzgehalt im Untergrund verringern.

Die geplante zukünftige Bewirtschaftung des Untergrunds gewährleistet zugleich die Erreichung bestimmter Qualitätsziele in der Werra in Bezug auf die Salzabwassereinleitung. So können auch zukünftig weitgehend unabhängig von der Wasserführung der Werra bestimmte Grenzwerte sicher eingehalten und große Schwankungen in der Salzkonzentration der Werra vermieden werden. Nach Umsetzung unseres Maßnahmenpakets zum Gewässerschutz können die Grenzwerte für Chlorid und Gesamthärte im Vergleich zu den heutigen Werten um

mehr als 30 % abgesenkt werden. In Verbindung damit sinkt auch die Konzentration an Kalium in der Werra auf Werte von weniger als 150 mg/l am Pegel in Gerstungen.

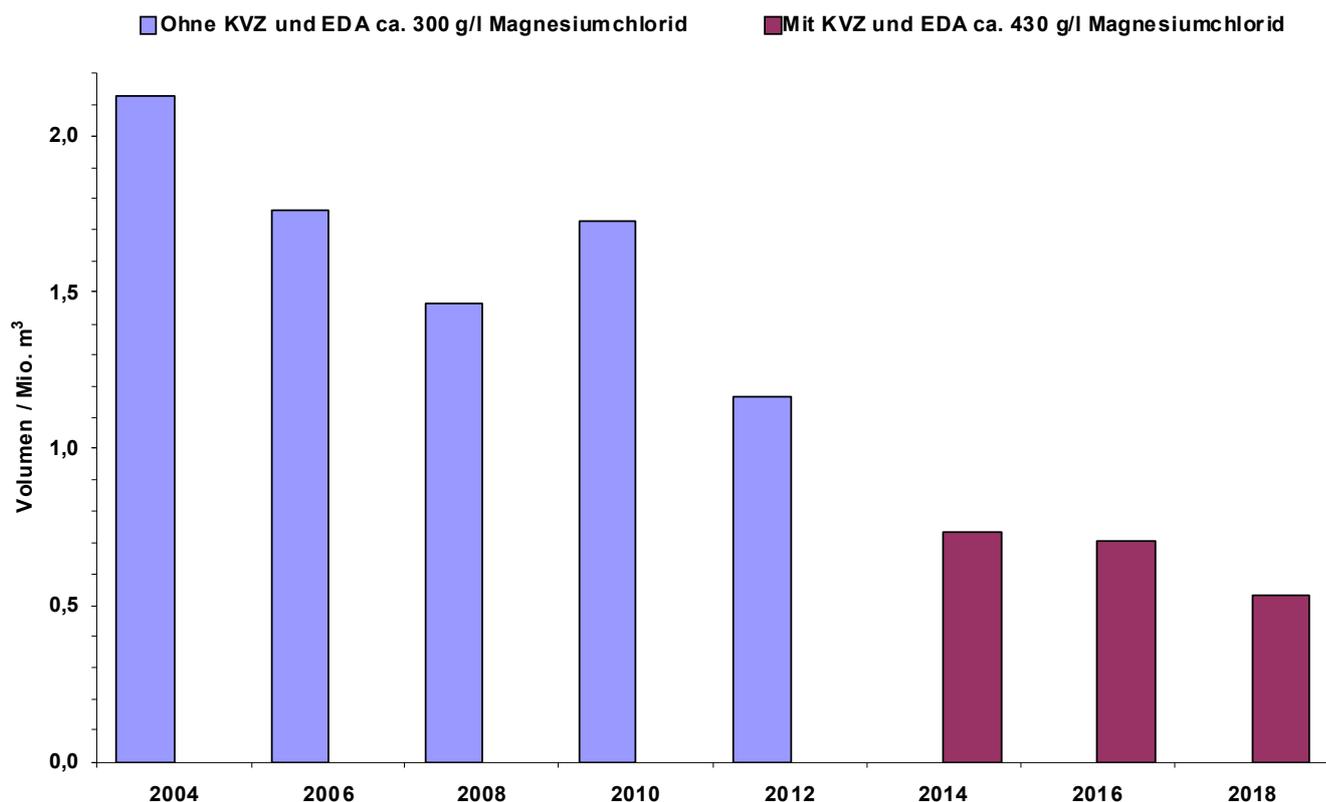
#### **4.1.5.4 Einbeziehung der Genehmigungs- und Fachbehörden von Hessen und Thüringen**

Die geplanten Arbeiten und die weitere Vorgehensweise werden in vom Regierungspräsidium Kassel moderierten Gesprächsrunden („jours fixes“) den Fachbehörden vorgestellt und abgestimmt. Damit wird den Anforderungen der Behörde in Bezug auf die Genehmigungsverfahren Rechnung getragen. Die Erstellung der notwendigen Antragsunterlagen wird somit mit den zuständigen Genehmigungs- und Fachbehörden von Hessen und Thüringen eng abgestimmt.

#### **4.2 Bau einer Anlage zur Eindampfung von Magnesiumchloridlösung am Standort Unterbreizbach**

Das Rohsalz am Standort Unterbreizbach ist durch einen hohen Carnallitgehalt geprägt. Bei der Verarbeitung dieses Kalium-Magnesium-Doppelsalzes ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) unter Gewinnung von Kaliumchlorid entsteht unvermeidlich eine Magnesiumchloridlösung, da dieses Salz nur mittels Lösungsverfahren in die einzelnen Mineralbestandteile getrennt werden kann.

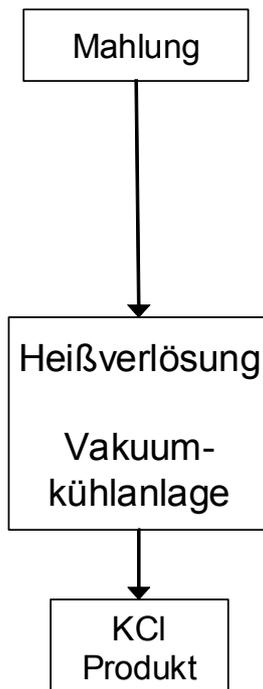
Um sowohl die Lagerstätte als auch die Fabrik optimal nutzen zu können, ist eine Harmonisierung des Abbaus der unterschiedlichen Salzvorkommen (Carnallitit, Sylvinit, Hartsalz) und damit eine Vergleichmäßigung der in Produktion verwendeten Rohsalzzusammensetzung bis zum Auslaufen der Vorräte notwendig. Dies ist zukünftig mit einem niedrigeren Carnallitgehalt des in der Produktion verarbeiteten Rohsalzes verbunden. Bedingt dadurch reduziert sich das Volumen der magnesiumchloridreichen Salzabwässer am Standort Unterbreizbach deutlich, wie in Abbildung 4-34 ersichtlich.



**Abb. 4-34: Bisherige und erwartetes Salzabwasservolumen in UB**

Die reduzierten Carnallitgehalte erfordern eine Anpassung des Produktionsverfahrens. Dabei wird dem Löseprozess die „Kalte Vorzersetzung (KVZ)“ vorgeschaltet. Darüber hinaus wird zur weiteren Reduzierung der anfallenden flüssigen Rückstände am Standort Unterbreizbach eine Eindampfanlage (EDA) für Magnesiumchloridlösung errichtet. Die Aufbereitung vor und nach Umsetzung der Maßnahmen am Standort Unterbreizbach ist in Abbildung 4-35 schematisch dargestellt.

vor Maßnahmenumsetzung\*



nach Maßnahmenumsetzung\*

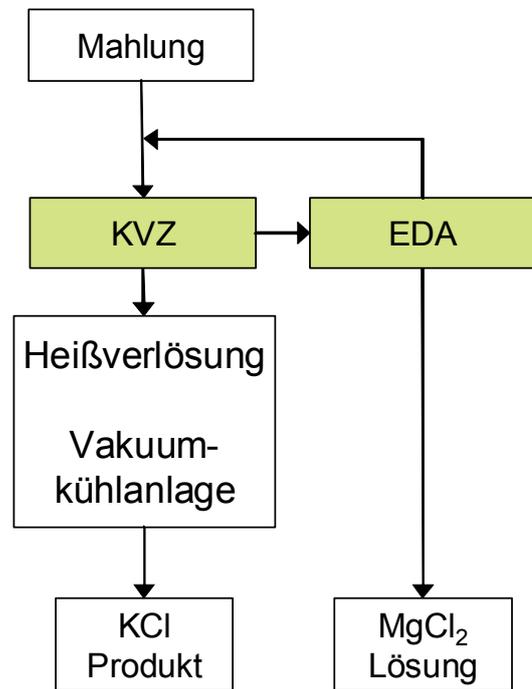


Abb. 4-35: Schematische Darstellung der Aufbereitung am Standort Unterbreizbach vor und nach Maßnahmenumsetzung \*) ohne feste und flüssige Rückstände

Die Eindampfanlage erhöht den Wärmeverbrauch des Standorts deutlich, so dass das vorhandene GuD-Kraftwerk des Standorts um einen zusätzlichen Dampfkessel erweitert werden muss.

Für die Realisierung der Projekte am Standort Unterbreizbach werden zusätzliche Flächen für Container, Montagen, Lagerung sowie Parkplätze und Zufahrten notwendig. Zur Einbindung der Neuanlagen in die technische Struktur des Standorts Unterbreizbach wird eine neue Rohrbrücke benötigt.

Die geplanten Kosten für diese Infrastrukturmaßnahmen betragen ca. 13 Mio. €.

Die Effekte der drei beschriebenen Projektteile können sinnvoll nur als Ganzes betrachtet werden.

#### 4.2.1 Kalte Vorzersetzung (KVZ)

Beim Heißlöseverfahren wird die unterschiedliche Temperaturabhängigkeit der Löslichkeiten von Kaliumchlorid (KCl) und Natriumchlorid (NaCl) zur Abtrennung des Natriumchlorids vom

Kaliumchlorid genutzt. Dabei wird das fein gemahlene Rohsalz in einem Löseapparat mit Lösung bei einer Temperatur von ca. 110 °C in Kontakt gebracht, wobei das Kaliumchlorid aufgelöst wird. Der Natriumchlorid enthaltende Rückstand wird abgetrennt. Die gesättigte Kaliumchloridlösung wird in einer Vakuumkühlanlage abgekühlt, wobei das Kaliumchlorid kristallisiert. Es kann nun von der Mutterlösung abgetrennt und weiterverarbeitet werden.

Beim Heißlöseprozess unter Anwesenheit von Carnallit steigt durch dessen Auflösung die Magnesiumchloridkonzentration der heißen Rohlösung an. Der maximalen Magnesiumchloridkonzentration der Rohlösung ist mit dem Erreichen der Carnallitsättigung eine Grenze gesetzt. Nur bei Unterschreitung dieser Grenze erhält man im Rohkristallisat Kaliumchlorid wie gewünscht ohne synthetischen Carnallit. Bei der weiteren Veredelung des Rohkristallisats (enthält noch Natriumchlorid) ist Frischwasser erforderlich.

Zur Aufrechterhaltung eines stabilen Kreisprozesses mit minimalen Verlusten muss die bei der Heißverlösung des Rohsalzes die via Carnallit zugeführte Menge an Magnesiumchlorid als Abwasser entfernt werden, ebenso wie die im Rahmen der Produktveredelung im Gesamtprozess bilanziell zugeführte Menge Wasser. Dabei ist ein möglichst hoher Magnesiumchlorid-Gehalt im Abwasser anzustreben, da dies gleichbedeutend mit geringen Kaliumchlorid-Verlusten ist.

Bei der bisherigen Rohsalzzusammensetzung mit hohem Carnallit-Anteil konnte bei direktem Einsatz im Heißlöseprozess der Wertstoff Kaliumchlorid unter gleichzeitiger Entstehung eines Abwassers mit hohem Magnesiumchlorid- und geringem Kaliumchlorid-Gehalt gewonnen werden.

Bei den in Zukunft geringeren Carnallit-Gehalten im Rohsalz würde bei gleicher Verfahrensweise aufgrund der Magnesiumchlorid- und Wasserbilanz des Gesamtprozesses ein Abwasser geringeren Magnesiumchlorid- und damit höheren Kaliumchlorid-Gehalts entstehen. Die Wertstoffverluste wären hoch.

Deshalb wird in Zukunft das gelöste Magnesiumchlorid aus dem Heißlöseprozess herausgehalten, indem das gemahlene Rohsalz vor dem Heißlöseprozess in einer Kalten Vorzersetzung (KVZ) verarbeitet wird.

In der KVZ wird das im Rohsalz enthaltene Doppelsalz Carnallit ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) durch Umsetzung mit einer gesättigten Kaliumchloridlösung in die einzelnen Mineralbestandteile Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid aufgetrennt. Dabei geht Magnesiumchlorid zwangsläufig in Lösung und wird in der Eindampfstufe weiterverarbeitet. Das nicht gelöste Kaliumchlorid sowie

die anderen nicht gelösten Mineralphasen des Rohsalzes werden als Feststoff abgetrennt und der Heißverlösung zugeführt. Da die abgekühlte Mutterlösung nach dem Heißlöseprozess als Kreislauflösung wieder in die KVZ zurückgeführt wird, geht das gelöste Kaliumchlorid nicht verloren. Dieser Prozess ermöglicht somit geringe Wertstoffverluste.

Nach dem beigefügten Bauzeitenplan soll diese Anlage zum 31.12.2012 betriebsbereit sein. Die geplanten Kosten für die KVZ betragen ca. 27 Mio. €.

#### **4.2.2 Eindampfanlage**

In der Eindampfanlage werden die flüssigen Rückstände der KVZ unter Wärmezufuhr durch Verdampfen von Wasser im Volumen reduziert. Dabei kristallisiert erneut Carnallit und man erhält eine hochkonzentrierte Magnesiumchloridlösung.

Die benötigte Wärmemenge wird einerseits durch Dampf aus dem GuD-Kraftwerk dem Prozess zugeführt. Andererseits wird der entstehende Wasserdampf zur Wärmerückgewinnung durch Kondensation genutzt und dabei als Wasser kondensiert. Der bei der Volumenreduzierung der Lösung aus der KVZ kristallisierende Carnallit wird wieder in der KVZ verarbeitet.

Die gewonnene hochkonzentrierte Magnesiumchloridlösung soll soweit wie möglich vermarktet werden. Überschüssige Mengen an dieser hochkonzentrierten Magnesiumchloridlösung können nach Untertage verbracht werden. Damit wird diese Magnesiumchloridlösung dem bisherigen Salzwasserentsorgungssystem vollständig entzogen.

In Abbildung 4-36 ist beispielhaft eine Eindampfanlage für Salzlösungen zu sehen.



**Abb. 4-36: Bild einer Eindampfanlage für Salzlösungen**

Im Vergleich zum Jahr 2006 werden durch die Kombination von KVZ und Eindampfung die hochmineralisierten Prozessabwässer, die bislang in die Werra eingeleitet werden mussten, in Unterbreizbach um ca. 2 Mio. m<sup>3</sup>/a auf Null reduziert. Dies entspricht rund 430.000 t/a Chlorid, rund 40.000 t/a Kalium und rund 126.000 t/a Magnesium, die nicht mehr in die Werra eingeleitet werden müssen.

Gemäß dem Bauzeitenplan (vgl. Abbildung 4-37) soll diese Anlage zum 31.12.2012 betriebsbereit sein.

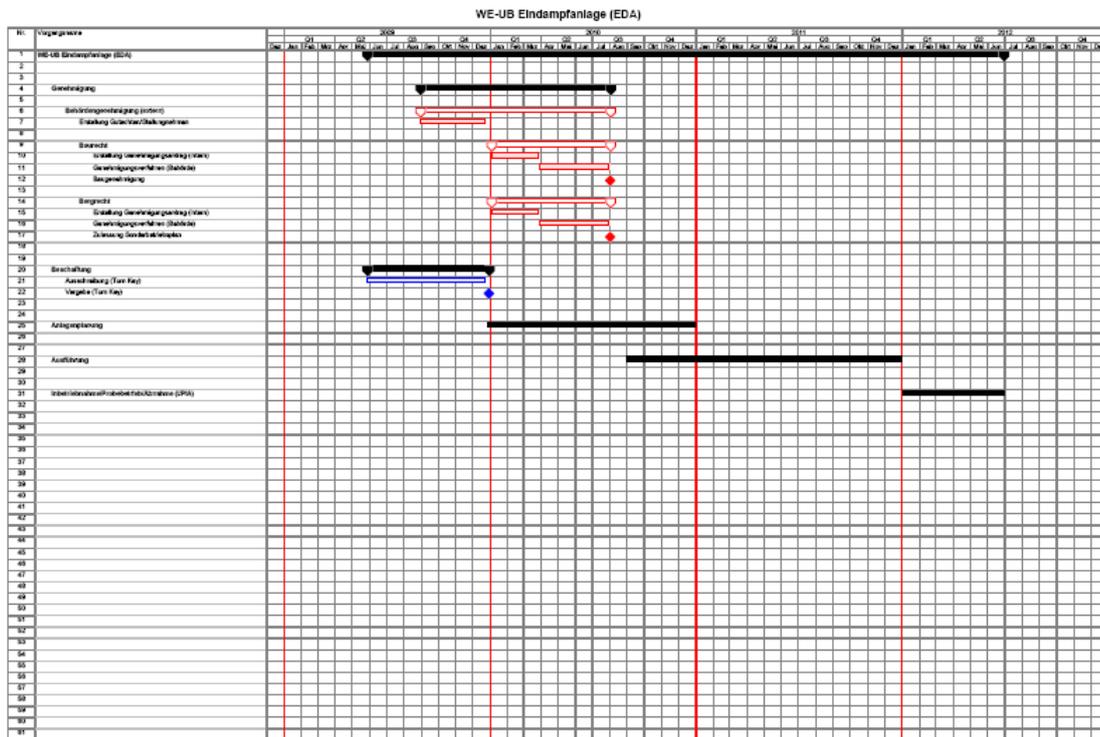


Abb. 4-37: Bauzeitenplan der Eindampfanlage am Standort Unterbreizbach (vgl. Anhang)

Die geplanten Kosten für die Eindampfanlage betragen ca. 52 Mio. €.

### 4.2.3 Dampfkessel

Für den Prozess der Eindampfung werden beträchtliche Mengen an Energie in Form von Dampf benötigt. Dieser benötigte Dampf kann von dem derzeit am Standort Unterbreizbach vorhandenen GuD-Kraftwerk zur Verfügung gestellt werden. Allerdings wäre dann für die Eindampfung und die Produktion die Kapazität des am Standort Unterbreizbach vorhandenen GuD-Kraftwerks bereits zu 100 % ohne Reservekapazität ausgenutzt. Um auch bei Ausfall eines Kessels im Kraftwerk eine sichere Versorgung der gesamten Fabrik einschließlich der Eindampfanlage zu gewährleisten, ist die Installation eines weiteren, redundanten Dampfkessels notwendig.

Gemäß dem Bauzeitenplan soll diese Anlage zum 31.12.2012 betriebsbereit sein. Die geplanten Kosten für die Erweiterung betragen 5 Mio. €.

### 4.3 Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren am Standort Hattorf

Bisher wird am Standort Hattorf (Philippsthal) Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) als Vorprodukt für die Umsetzung zu Bittersalz ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ) im Waschprozess (Nassgewinnung) hergestellt.

Dabei wird das vorwiegend aus Steinsalz (Natriumchlorid,  $\text{NaCl}$ ) und Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) bestehende Rückstandssalz aus dem Lösebetrieb (vgl. Abbildung 4-38) im Gegenstromverfahren mit Wasser gewaschen, sodass sich das schnell lösliche Natriumchlorid auflöst und der langsam lösliche Kieserit in sehr reiner Form gewonnen werden kann. Durch dieses Verfahren der Kieseritgewinnung fallen hohe Mengen an Salzabwasser an. Der Vorteil des Verfahrens liegt in der hohen Reinheit des so gewonnenen Kieserits.

Zukünftig soll Kieserit über das trockene ESTA-Verfahren gewonnen werden.

Die Aufbereitung vor und nach Umsetzung dieser Maßnahme am Standort Hattorf ist in Abbildung 4-38 schematisch dargestellt.

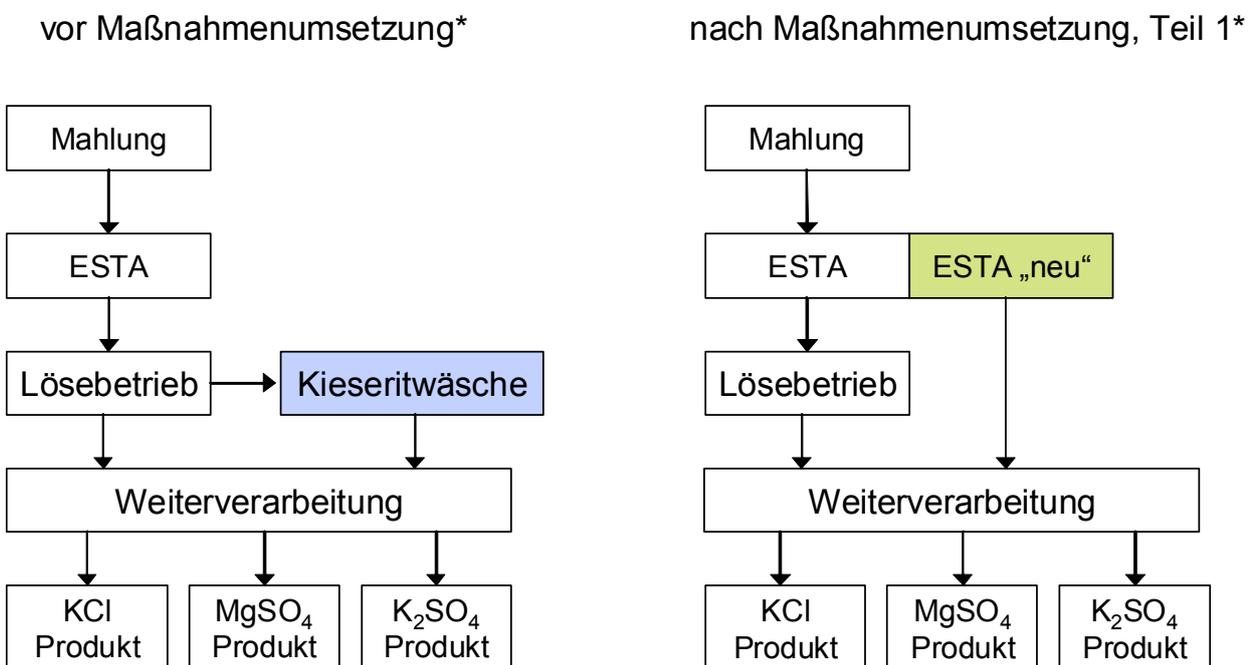


Abb. 4-38: Schematische Darstellung der Aufbereitung am Standort Hattorf vor und nach Maßnahmenumsetzung, Teil 1. \*) ohne feste und flüssige Rückstände

Mit Hilfe des ESTA-Verfahrens kann in einem trockenen Prozess Rohsalz in Rückstands- und Konzentratfraktionen separiert werden. K+S hat das ESTA-Verfahren in den 1970er Jahren als

energiesparendes und wasserfreies Trennverfahren zur Industriereife entwickelt und wendet es weltweit als einziger Produzent zur Aufbereitung von Kalirohsalzen an. Das Prinzip der elektrostatischen Trennung besteht darin, die fein aufgemahlene Salzkristalle durch Zugabe geeigneter Konditionierungsmittel in ihren Oberflächeneigenschaften so zu verändern, dass sie sich unter bestimmten Bedingungen von Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc. gegensätzlich elektrisch aufladen. Fallen die aufgeladenen Salzkristalle dann durch ein starkes elektrisches Feld, lassen sich die unterschiedlichen Salzkristalle voneinander trennen. Die folgende Abbildung 4-39 zeigt schematisch das Prinzip des ESTA-Verfahrens.

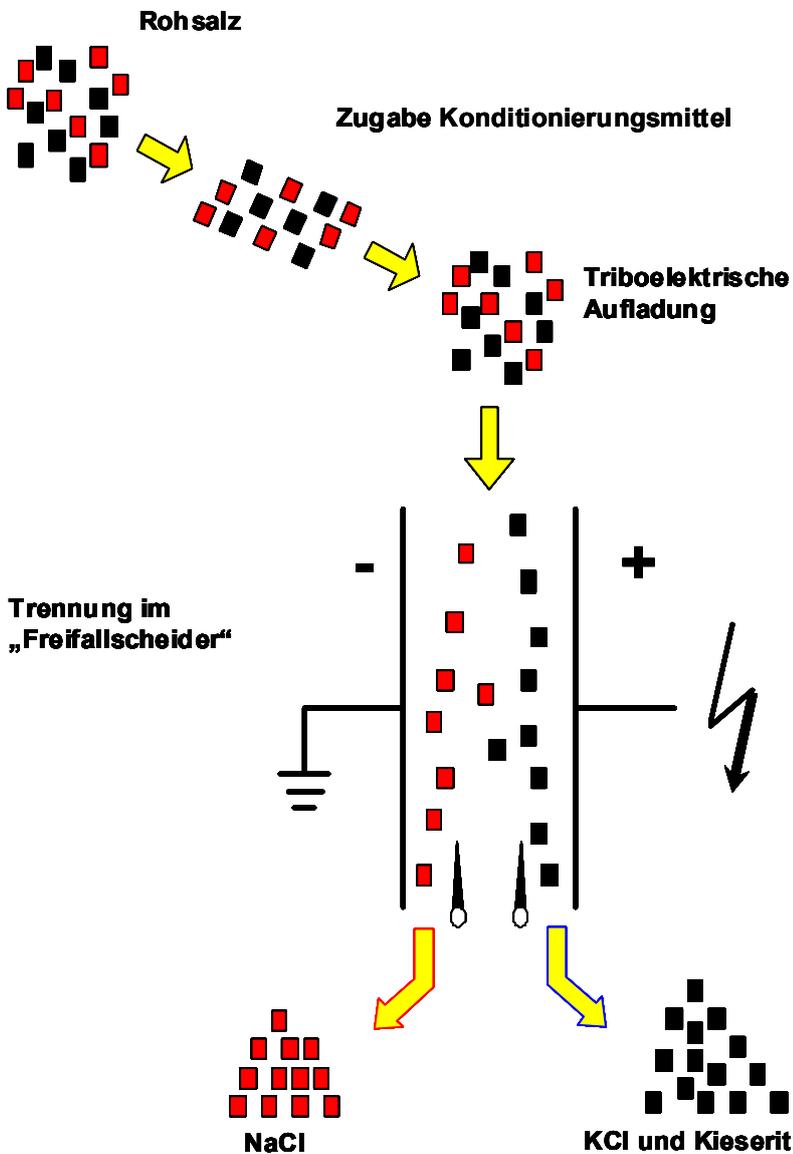


Abb. 4-39: Prinzipschema des ESTA-Verfahrens

Zur Trennung eines Rohsalzes, das aus einem Mineralgemisch besteht, werden mehrere ESTA-Stufen hintereinander geschaltet.

In der geplanten neuen ESTA-Stufe wird die Kieseritfraktion aus einer bereits vorhandenen ESTA-Vorstufe, die bisher in der Nassgewinnung weiterverarbeitet wurde, trocken aufkonzentriert und gereinigt. Durch das trockene ESTA-Verfahren lassen sich im Vergleich zu Waschverfahren erhebliche Volumen an Salzabwasser einsparen. Dadurch entsteht kein weiteres Kieseritwaschwasser mehr am Standort Hattorf. Gegenüber 2006 reduziert sich daher das Salzabwasservolumen um 3,8 Mio. m<sup>3</sup>/a. Der anfallende Natriumchloridrückstand muss dann jedoch zukünftig in fester Form aufgehaldet werden. Dies erhöht die jährliche Aufhaldungsmenge um etwa 1 Mio. t.

Um die bisher durch das Waschverfahren erzielte höhere Qualität des gewonnenen Kieserits zu erreichen, muss der in der neuen ESTA-Stufe abgetrennte Kieserit mit Hilfe vergleichsweise niedriger Wassermengen nachgereinigt werden. Dadurch entstehen wiederum ca. 0,3 Mio. m<sup>3</sup>/a Salzabwasser. Per Saldo sinkt somit durch die Umstellung der Kieseritgewinnung auf das trockene ESTA-Verfahren der Salzabwasseranfall am Standort Hattorf um ca. 3,5 Mio. m<sup>3</sup>/a. Dies entspricht einer Reduktion von Chlorid im Salzabwasser von ca. 577.000 t/a und einer Reduktion von Magnesium und Kalium von jeweils ca. 25.000 t/a. Diese Mengen werden künftig nicht mehr in die Werra eingeleitet oder versenkt.

Gemäß dem Bauzeitenplan (vgl. Abbildung 4-40) soll diese Anlage zum 31.12.2012 betriebsbereit sein.

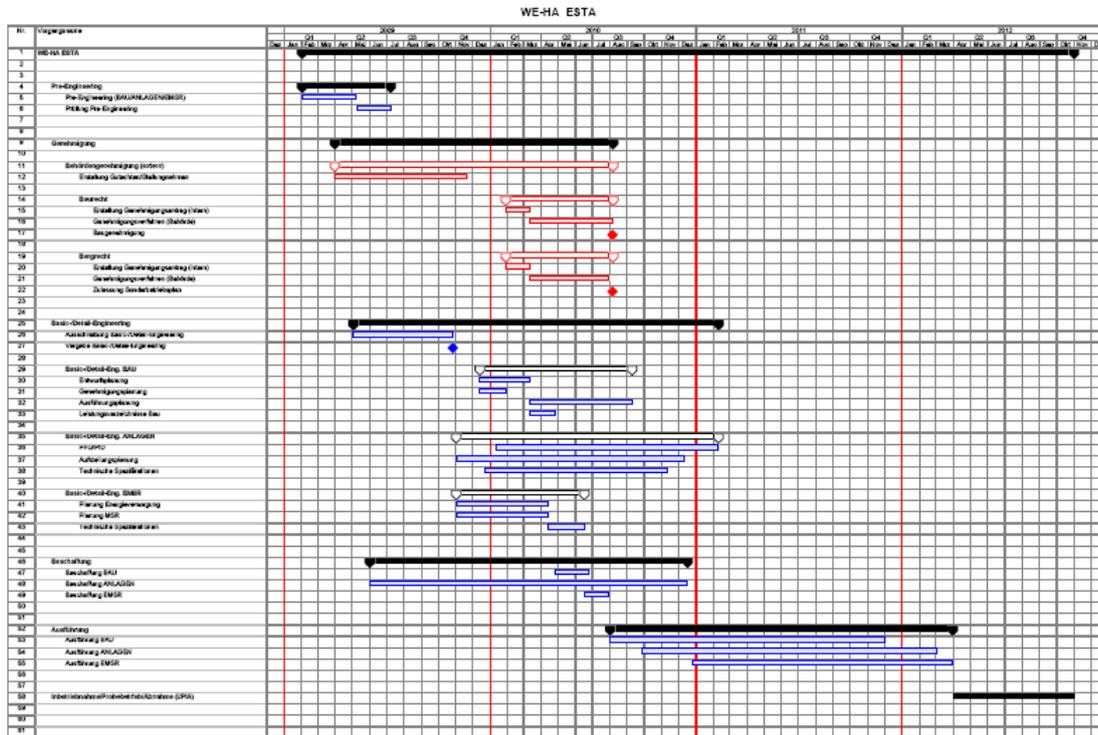


Abb. 4-40: Bauzeitenplan der neuen ESTA-Anlage am Standort Hattorf (vgl. Anhang)

Die geplanten Kosten für die neue ESTA-Anlage betragen ca. 55 Mio. €.

Zu den notwendigen Infrastrukturmaßnahmen am Standort Hattorf sei auf die Ausführungen im folgenden Kapitel 4.4 verwiesen.

#### 4.4 Bau einer Lösungstiefkühlanlage (LTK) für Salzlösungen am Standort Hattorf

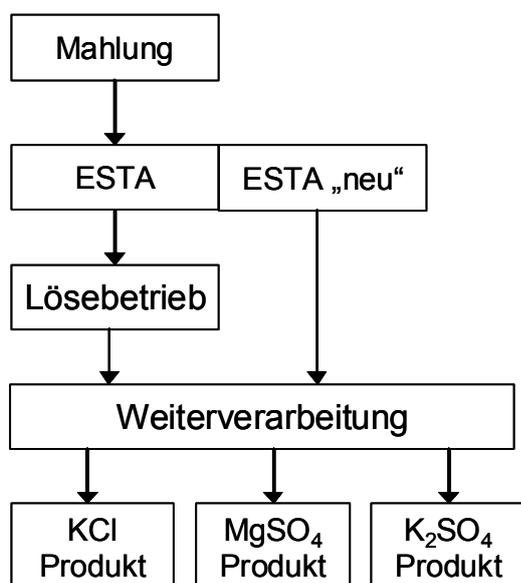
In der Kaliumchlorid- und -sulfatproduktion entstehen etwa 2 bis 2,5 Mio. m<sup>3</sup>/a sogenannter Hartsalzabstoßlösung. Diese Salzlösung hat eine Temperatur von ca. 25 °C und enthält noch vergleichsweise hohe Gehalte an Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat, die aufgrund der bisher zum Einsatz kommenden Verarbeitungsverfahren nicht als Wertstoff genutzt werden konnten.

Mit der vorgesehenen Anlage zur Lösungstiefkühlung (LTK) kann durch weiteres Abkühlen dieser Salzlösung auf Temperaturen von bis zu -10 °C die Löslichkeit von Magnesiumsulfat und Kaliumchlorid in der Lösung gesenkt werden. Ein Gemisch aus Kaliumchlorid und Bittersalz kristallisiert aus. Dieses Feststoffgemisch kann durch eine Fest-Flüssig-Trennung von anhaf-

tender Lösung getrennt und in weiteren Verfahrensschritten in bereits vorhandenen Produktionsanlagen zu Produkten weiterverarbeitet werden.

Die Aufbereitung vor und nach Umsetzung dieser Maßnahme am Standort Hattorf ist in Abbildung 4-41 schematisch dargestellt.

nach Maßnahmenumsetzung, Teil 1\*



nach Maßnahmenumsetzung, Teil 2\*

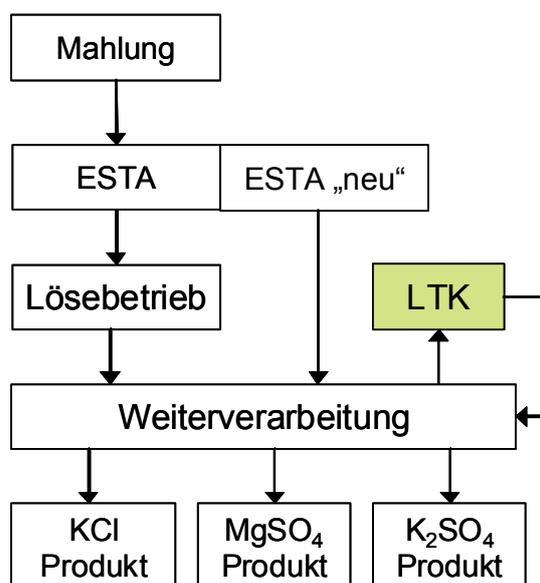


Abb. 4-41: Schematische Darstellung der Aufbereitung am Standort Hattorf vor und nach Maßnahmenumsetzung, Teil 2. \*) ohne feste und flüssige Rückstände

Aufbauend auf umfangreichen Laborversuchen im K+S-Forschungsinstitut arbeitet bereits seit Anfang 2008 am Standort Hattorf eine Pilotanlage erfolgreich unter betrieblichen Bedingungen. Die gewonnenen Erkenntnisse beim Betrieb dieser Anlage bilden die Grundlage für die geplante Großanlage zur Lösungstiefkühlung. Abhängig vom Anfall an Hartsalzabstoßlösung können ca. 83.000 t/a Kaliumchlorid und ca. 95.000 t/a Magnesiumsulfat in Form von Bittersalz gewonnen und weiterverarbeitet werden. Der Gehalt an Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat in der Hartsalzabstoßlösung wird somit um ca. die Hälfte verringert. Eine signifikante Verminderung des Salzabwasservolumens (um ca. 50.000 m<sup>3</sup>/a) ist mit dem Betrieb der Tiefkühlanlage im Vergleich zum Gesamtsalzwasseranfall nicht verbunden.



**Abb. 4-42: Bittersalz- und Kaliumchloridkristalle aus der Pilotanlage zur Tiefkühlung der Hartsalzabstoßlösung in Hattorf**

Gemäß dem Bauzeitenplan (vgl. Abbildung 4-43) wird die Anlage bis Anfang 2015 fertig gestellt sein.

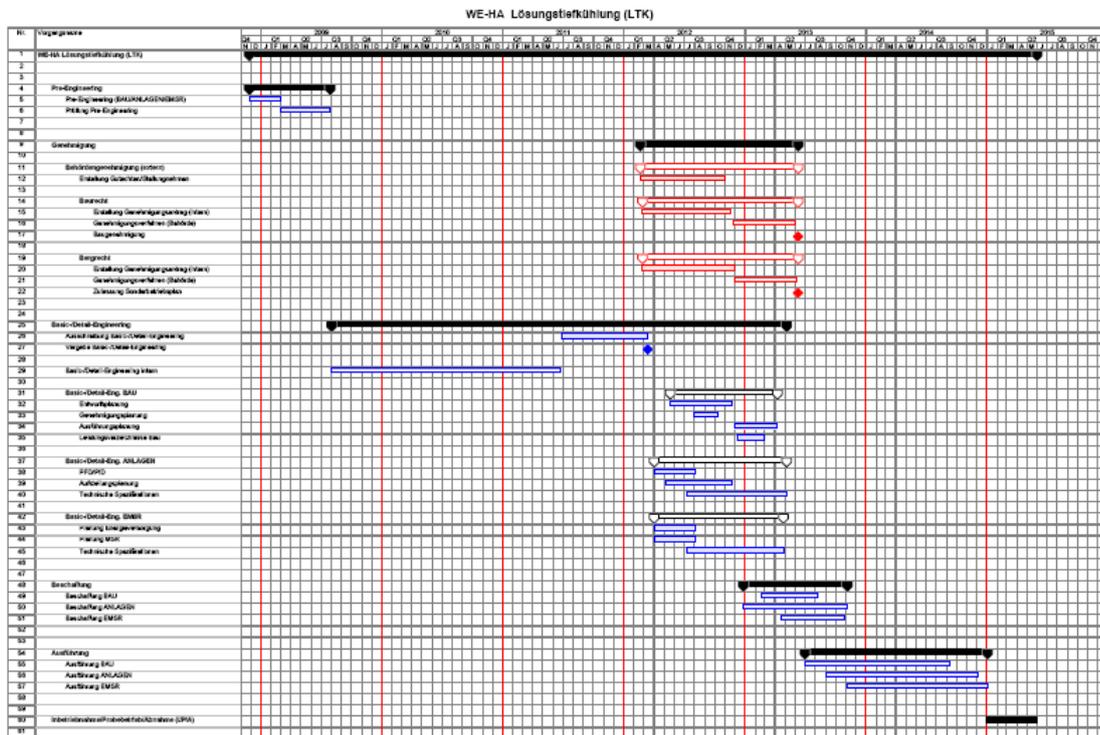


Abb. 4-43: Bauzeitenplan der Lösungstiefkühlung am Standort Hattorf (vgl. Anhang)

Die geplanten Kosten für die Lösungstiefkühlungsanlage betragen ca. 70 Mio. €.

Für die Realisierung der beiden Großprojekte am Standort Hattorf – Lösungstiefkühlung und ESTA – werden zusätzliche Flächen für Container, Montagen, Lagerung und Parkplätze sowie Zufahrten notwendig. Diese werden parallel zum laufenden Betrieb in einem begleitenden Infrastrukturprojekt umgesetzt.

Ferner sind für die neuen Anlagen Zu- und Ableitungen für alle benötigten technischen Medien (Strom, Dampf, Druckluft etc.) über eine zum Teil separate Trassenführung zu installieren. Diese Anlagen sind in die vorhandene Leittechnik des Standorts zu integrieren. Weitere Details sind dem anliegenden Bauzeitenplan für das Infrastrukturprojekt zu entnehmen.

Die geplanten Kosten für Infrastrukturmaßnahmen am Standort Hattorf und unvorhergesehene Maßnahmen betragen ca. 53 Mio. €.

#### 4.5 Weiterentwicklung der Flotation am Standort Wintershall

Am Standort Wintershall (Heringen) wird ein Teil des Kieserits mit Hilfe des Flotationsverfahrens gewonnen.

Beim Flotationsverfahren werden bestimmte Oberflächeneigenschaften der verschiedenen Salzminerale zu deren Trennung ausgenutzt. Mit Hilfe spezieller Konditionierungsmittel wird die Oberfläche des Kieserits so verändert, dass sich kleine Luftblasen anlagern können. Die so gebildeten Luftblasen-Kristall-Aggregate sind leichter als die umgebende Salzlösung und schwimmen auf. An der Oberfläche können sie als Schaum von der Flotationslösung mechanisch abgetrennt werden.

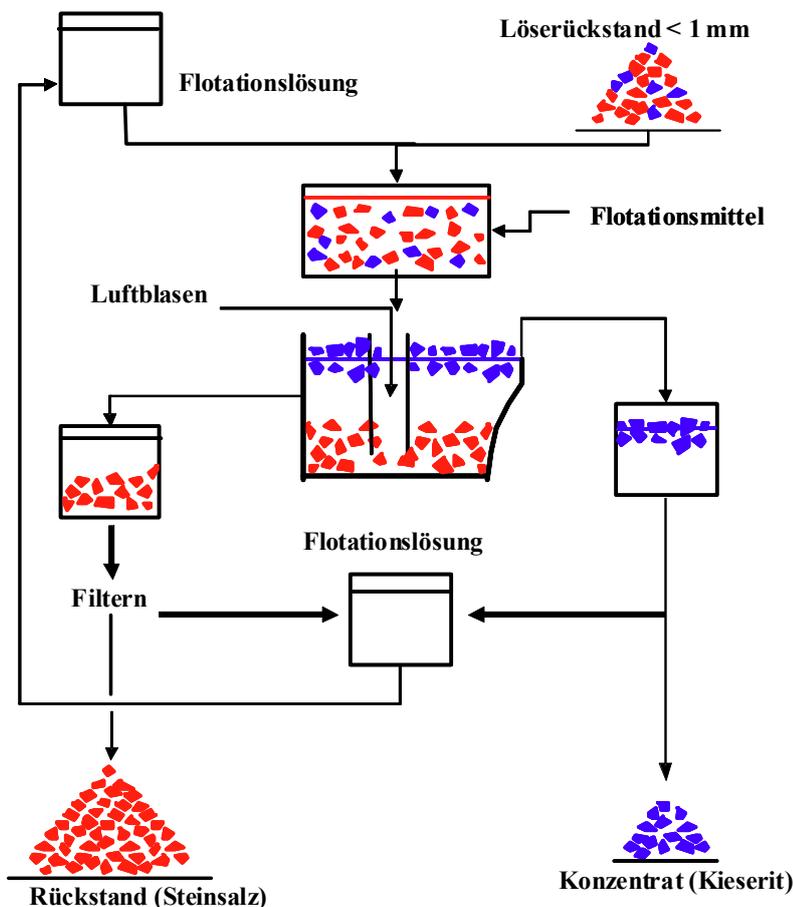


Abb. 4-44: Schema der Flotation am Beispiel der Kieseritgewinnung aus dem Löserückstand der Heißverlösung

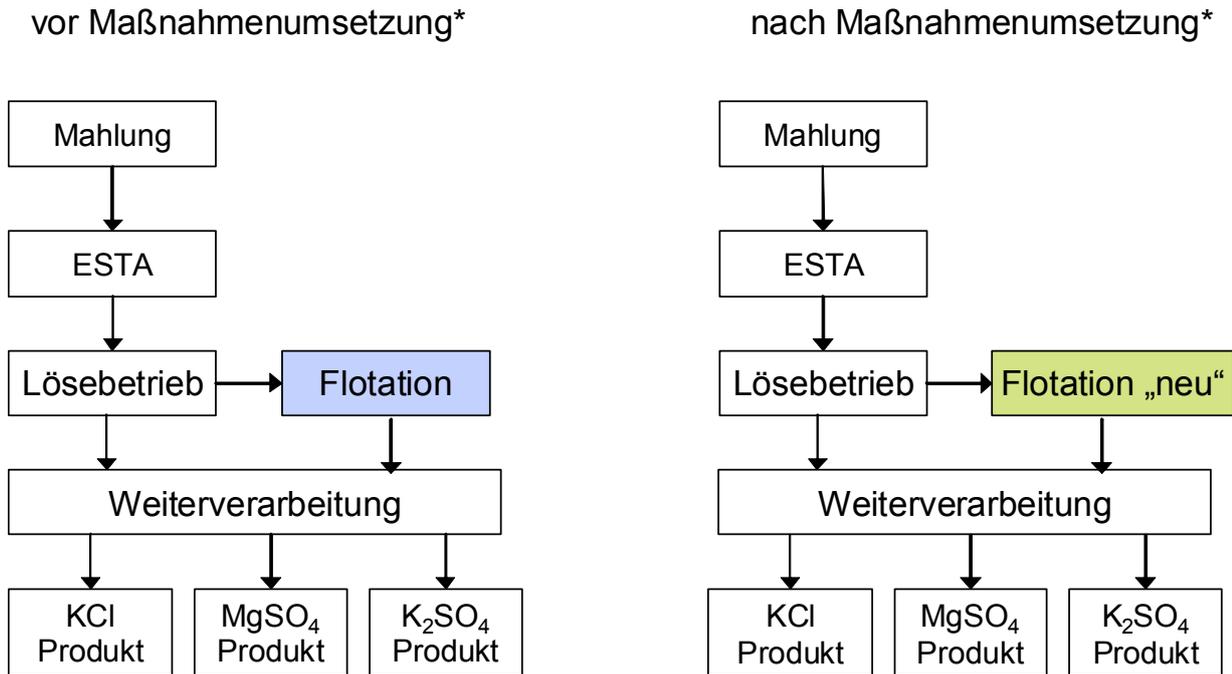
Das Flotationsverfahren selbst ist ein sehr abwasserarmes Verfahren (vgl. Abbildung 4-44). Der gewonnene Kieserit muss jedoch in einem anschließenden Verfahrensschritt mit Hilfe vergleichsweise niedriger Wassermengen nachgereinigt werden. In Abbildung 4-45 ist zur Anschauung die Anlage zur Kieseritflotation am Standort Hattorf abgebildet.



**Abb. 4-45: Kieseritflotation des Standorts Hattorf**

Durch eine technische Weiterentwicklung des Kieserit-Flotationsverfahrens kann der Flotationsprozess verbessert werden. Dabei wird die Salzlösung, in der die Kieseritflotation stattfindet, von derzeit magnesiumsulfat**untersättigter** auf magnesiumsulfat**gesättigte** Lösung umgestellt. Durch höhere Viskosität dieser gesättigten Lösung ist es erforderlich, neue Flotationszellen und neue Entwässerungsapparate zu installieren.

Die Aufbereitung vor und nach Umsetzung der Maßnahme am Standort Wintershall ist in Abbildung 4-46 schematisch dargestellt.



**Abb. 4-46: Schematische Darstellung der Aufbereitung am Standort Wintershall vor und nach Maßnahmenumsetzung \*) ohne feste und flüssige Rückstände**

Der Salzabwasseranfall wird um ca. 0,5 Mio. m<sup>3</sup>/a vermindert. Dies entspricht rund 91.000 t/a Chlorid, rund 9.000 t/a Kalium und rund 8.000 t/a Magnesium, die nicht mehr in die Werra eingeleitet werden müssen.

Gemäß dem Bauzeitenplan (vgl. Abbildung 4-47) soll die Anlage bis Anfang 2015 fertig gestellt werden.



#### 4.6 Effekte des Maßnahmenpakets

In der folgenden Tabelle 4-5 werden die auf die jeweiligen Teilprojekte entfallenden Effekte des Maßnahmenpakets auf einen Blick zusammengefasst:

**Tab. 4-5: Effekte der einzelnen Maßnahmen des Maßnahmenpakets<sup>4</sup>**

Maßnahme	Salzabwasser-reduktion	Einsparung im Salzabwasser (Chlorid)	Einsparung im Salzabwasser (Kalium)	Einsparung im Salzabwasser (Magnesium)	Zusätzliche Wertstoff-gewinnung
Eindampfanlage	ca. 2,0 Mio. m <sup>3</sup> /a	ca. 498.000 t/a	ca. 44.000 t/a	ca. 148.000 t/a	ca. 83.000 t/a KCl
ESTA-Anlage	ca. 3,5 Mio. m <sup>3</sup> /a	ca. 577.000 t/a	ca. 25.000 t/a	ca. 25.000 t/a	
Lösungs-tiefkühlung	ca. 50.000 m <sup>3</sup> /a	ca. 41.000 t/a	ca. 44.000 t/a	ca. 19.000 t/a	ca. 83.000 t/a KCl, ca. 95.000 t/a MgSO <sub>4</sub>
Flotation	ca. 0,5 Mio. m <sup>3</sup> /a	ca. 91.000 t/a	ca. 9.000 t/a	ca. 8.000 t/a	ca. 30.000 t/a MgSO <sub>4</sub>
NIS (frachtneutral ab 2016)	keine	Neutral	ca. 44.000 t/a	ca. 107.000 t/a	
Sonstige Maß-nahmen	ca. 1,0 Mio. m <sup>3</sup> /a	ca. 126.000 t/a	ca. 3.500 t/a	ca. 7.600 t/a	
<b>Summe</b>	<b>ca. 7 Mio. m<sup>3</sup>/a</b>	<b>ca. 1,3 Mio. t/a</b>	<b>ca. 169.500 t/a</b>	<b>ca. 314.600 t/a</b>	<b>ca. 291.000 t/a</b>

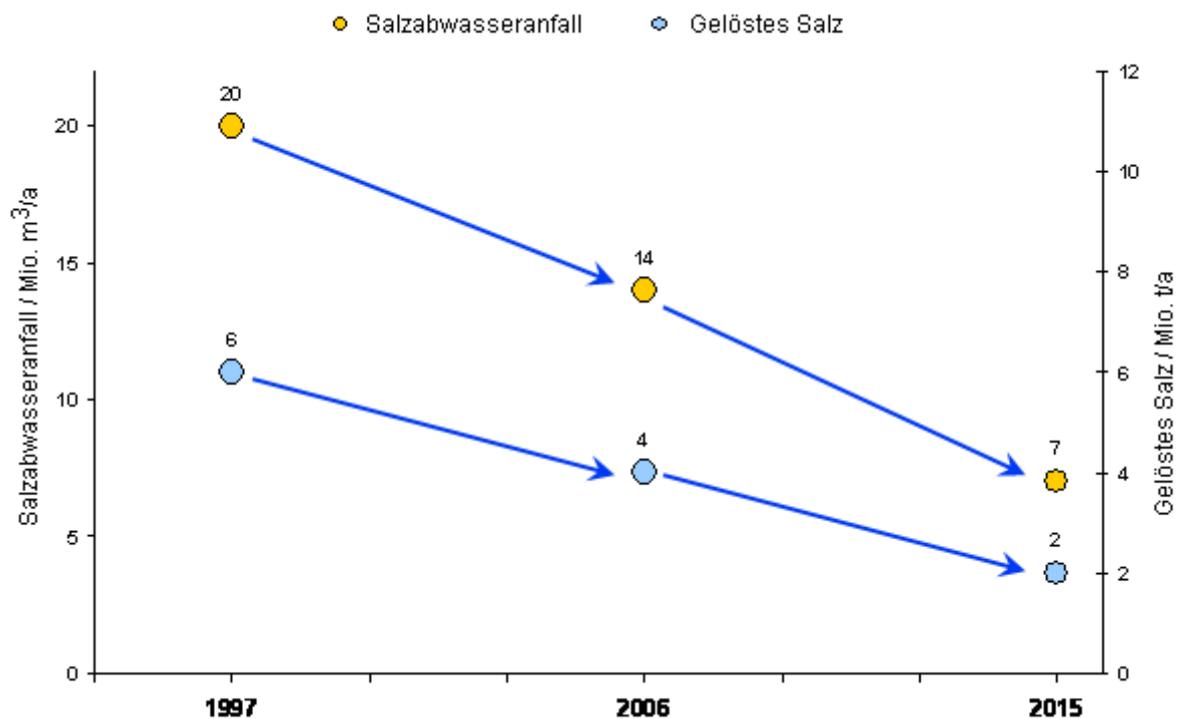
Mit dem Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz erreichen wir drei wesentliche Ergebnisse:

- Halbierung des anfallenden Salzabwassers gegenüber dem Jahr 2006,
- Einstellung der Versenkung in der bisherigen Form und
- Senkung der Gesamthärte sowie der Konzentrationen von Chlorid und Kalium in der Werra.

Durch die vorgesehenen technischen und verfahrenstechnischen Maßnahmen halbiert sich der Salzabwasseranfall im hessisch-thüringischen Kalirevier von rund 14 Mio. m<sup>3</sup>/a (Stand 2006) auf rund 7 Mio. m<sup>3</sup>/a bis spätestens 2015. Mit der Verringerung des Salzabwasseranfalls ist auch eine Reduzierung der im Wasser gelösten Salzurückstände verbunden. Waren im Jahr 2006 noch rund 4 Mio. t/a an gelösten Salzen zu entsorgen, so werden es spätestens ab dem

<sup>4</sup> Der Wertstoffgewinn der EDA bezieht sich auf den Lösungsanfall von 2006. Durch den zukünftig sinkenden Carnallitgehalt im Rohsalz wird der Wertstoffgewinn sinken. Der Effekt der Salzeinsparung bleibt davon unberührt.

Jahr 2015 nur noch rund 2 Mio. t/a sein. Damit setzt sich die seit langem verfolgte Reduktion der flüssigen Rückstände weiter fort. Die Abbildung 4-48 zeigt die Entwicklung seit dem Jahr 1997 bis zum Jahr 2015.



**Abb. 4-48: Entwicklung der Salzabwassermengen und im Salzabwasser gelösten Salze im hessisch-thüringischen Kalirevier**

Die Verringerung des Salzabwasservolumens hat erhebliche positive Auswirkungen auf die Umwelt. Diese werden durch den Aufbau einer länderübergreifenden Neuen Integrierten Salzabwassersteuerung (NIS) verstärkt und im Zusammenspiel mit der NIS sowohl hinsichtlich der Versenkung als auch hinsichtlich der Einleitung in die Werra zu deutlichen Verbesserungen führen.

Die Versenkung in den Plattendolomit in der bisherigen Form kann schrittweise eingestellt werden. Mit Umsetzung der NIS wird der Plattendolomit nicht mehr wie bisher mit weiteren Salzabwasservolumen aufgefüllt. Er dient in Zeiten niedriger Wasserführung nur noch der temporären Stapelung von Salzabwasser, das bei ausreichender Wasserführung wieder zurückgeführt und dann in die Werra eingeleitet wird. Die temporäre Stapelung ist salzfrachtneutral, und sie entlastet den Untergrund volumenmäßig.

Der volumenneutrale Austausch von magnesium- und kaliumarmen Salzwässern im Plattendolomit gegen magnesium- und kaliumreichere Salzabwässer verringert zugleich die Menge der in die Werra einzuleitenden „harten“ Salzabwässer und entlastet das Flusssystem. Die ökologisch besonders relevanten Gehalte an Kalium und Magnesium in der Werra können zusätzlich gesenkt werden. Wegen der Forderung der gültigen wasserrechtlichen Versenkerlaubnis, die Versenkmenge so gering wie möglich zu halten, ist die Senkung des Gesamthärtegrenzwerts allerdings erst nach vollständiger Umsetzung des Maßnahmenpakets 2015, insbesondere der NIS, vertretbar.

Nach Umsetzung des Maßnahmenpakets Ende 2015 können die Parameter Chlorid, Gesamthärte und Kalium in der Werra am Pegel Gerstungen um rund ein Drittel auf die folgenden Werte abgesenkt werden:

- Chlorid von 2.500 mg/l auf 1.700 mg/l
- Gesamthärte von 90 °dH auf 65 °dH
- Kalium von 200 mg/l auf 150 mg/l

In der folgenden Abbildung 4-49 wird dieser Effekt der Absenkung der Chloridkonzentration am Pegel Gerstungen flussabwärts entlang der Werra und Weser dargestellt.

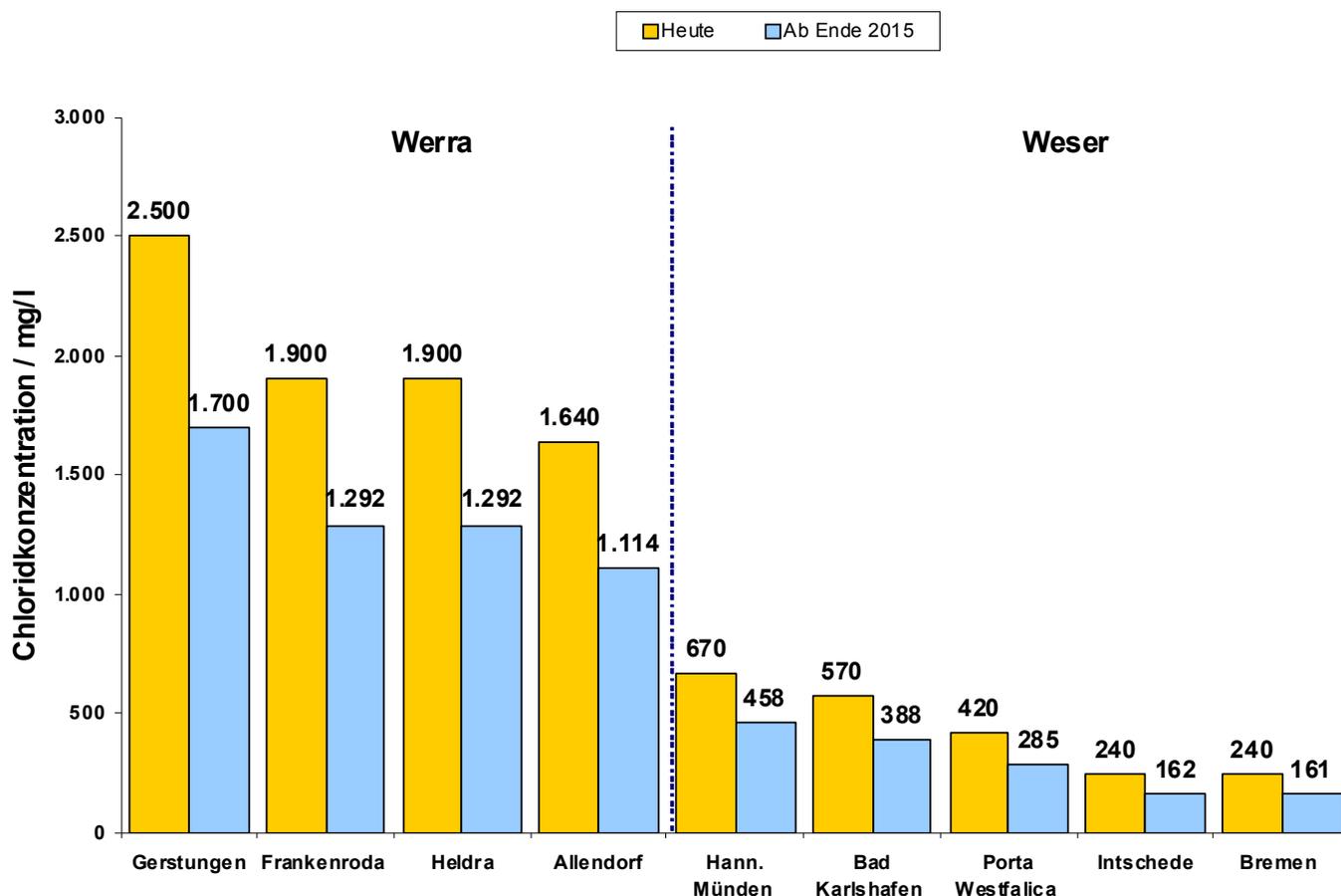
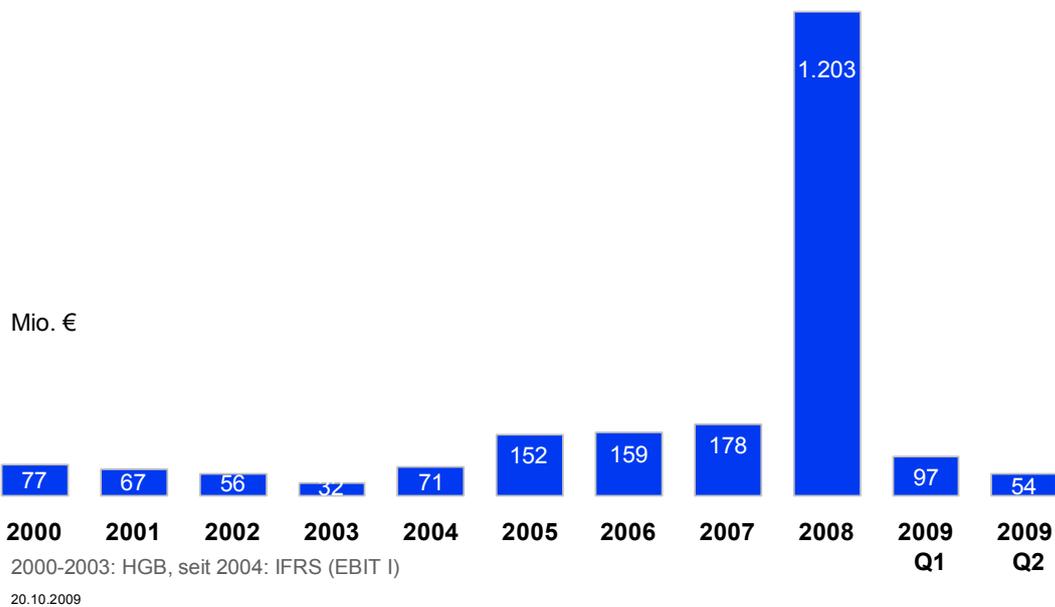


Abb. 4-49: Kalkulierte Chlorid-Konzentrationen entlang der Werra und Weser

Mit unserem Maßnahmenpaket reizen wir den Stand der Technik in der Kaliproduktion voll aus. Damit erreichen wir Fortschritte für den Zustand des Flusssystemes Werra/Weser, die man vor einiger Zeit nicht für möglich gehalten hätte. Mit der NIS haben wir ein Verfahren entwickelt, das den Untergrund volumen- und frachtmäßig nicht mehr zusätzlich in Anspruch nimmt. Dieses System trägt erheblich zur Entlastung der Werra bei. Es beruht auf einer sehr umfassenden Datengrundlage, die wir laufend weiter ausbauen werden. Es ist kontrollierbar und sicher und entspricht damit den hohen gesetzlichen Anforderungen an einen vorbeugenden Grundwasserschutz.

Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten belastet das Maßnahmenpaket mit einem Investitionsvolumen von bis zu 360 Mio. € die Ertragskraft der Standorte des Werkes Werra und Neuhof-Ellers allerdings ganz erheblich.

In der Öffentlichkeit wird gelegentlich auf die hohen operativen Gewinne verwiesen, die wir im Jahr 2008 erzielen konnten. Dabei wird jedoch übersehen, dass es sich um ein absolutes Ausnahmejahr gehandelt hat, wie aus nachfolgender Abbildung 4-50 deutlich wird.



**Abb. 4-50: Operative Ergebnisse Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte 2000-2009 (1. + 2. Quartal)**

Attraktive agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen, ein exzellentes Düngemittelgeschäft in den ersten drei Quartalen 2008 und die auf Grund weltweit starker Düngemittelnachfrage bei knapper Verfügbarkeit deutlich gestiegenen Preise haben zu diesem außergewöhnlich guten Ergebnis geführt. Insbesondere die Entwicklung des Jahres 2009 bestätigt, dass es sich auch mittelfristig um ein absolutes Ausnahmejahr gehandelt hat.

Auf die Werke Werra und NeuhoF-Ellers entfallen weniger als die Hälfte dieses Ergebnisses. Von den Operativen Ergebnissen (EBIT I) sind außerdem noch Steuern und Finanzierungskosten abzuziehen.

Nach Realisierung des Maßnahmenpakets werden die Standorte Werra und NeuhoF zusätzlich durch erhebliche laufende Betriebskosten und Abschreibungen der neuen Anlagen belastet.

Obwohl durch die einzelnen Maßnahmen auch Ausbeuteverbesserungen erzielt werden, d. h. Produkte zurück gewonnen werden, gelingt es bei Weitem nicht, diese Zusatzbelastungen zu

kompensieren. Sowohl unter den derzeitigen als auch unter den für die kommenden Jahre erwarteten Marktbedingungen ist damit die wirtschaftliche Belastungsgrenze der Standorte in Hessen und Thüringen erreicht. Darüber hinausgehende Maßnahmen gefährden die Wettbewerbsfähigkeit unserer hessisch-thüringischen Werke.

Mit dem vorgestellten Maßnahmenpaket werden wir unserer unternehmerischen Verantwortung für die Umwelt auch in einem wirtschaftlich schwierigen Umfeld gerecht. Im Hinblick auf den Umweltschutz in der Kaliindustrie bauen wir unsere weltweite Spitzenposition aus. Wir gehen damit an die Grenze unserer wirtschaftlichen Belastbarkeit. So gewährleisten wir den langfristigen Fortbestand der hessisch-thüringischen Kaliwerke. Wir unternehmen große Anstrengungen, um die Arbeits- und Ausbildungsplätze im Kalirevier zu sichern. K+S wird auch weiterhin ein wichtiger Faktor für die regionale Wirtschaftskraft bleiben und damit zum Wohlstand der Bevölkerung in Nordhessen und Südwestthüringen beitragen.

## **5. Durchzuführende Genehmigungsverfahren**

Das Maßnahmenpaket besteht aus mehreren Einzelmaßnahmen, die an den Standorten Hattorf, Wintershall und Unterbreizbach umgesetzt werden sollen. Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Zulassungsentscheidungen nach dem derzeitigen Informationsstand benötigt werden. Die verfahrensmäßige Umsetzung des Maßnahmenpakets ist für die Einzelmaßnahmen bereits weitgehend mit den Bergbehörden in Hessen und Thüringen abgestimmt. Das Zulassungsregime für die mit der NIS verbundenen Baumaßnahmen kann derzeit auf Grund des frühen Verfahrensstands noch nicht abschließend beurteilt werden.

Der von uns veranschlagte Zeitbedarf für die einzelnen Genehmigungsverfahren wird in den Zeitplänen im Anhang zum IMK (Kapitel 8.2) dargestellt.

### **5.1 Maßnahmen am Standort Unterbreizbach**

In Tabelle 5-1 werden die am Standort Unterbreizbach vorgesehenen Maßnahmen mit den benötigten Zulassungsentscheidungen genannt.

**Tab. 5-1: Maßnahmen am Standort Unterbreizbach**

	<b>Art der Maßnahme</b>	<b>Benötigte Zulassungsentscheidungen</b>
1.	Bau einer Eindampfanlage (EDA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vorhabenbezogener Bebauungsplan (Aufstellungsbeschluss ist bereits gefasst)</li> <li>- Sonderbetriebsplanzulassung</li> <li>- Baugenehmigung</li> <li>- Befreiung von Landschaftsschutzgebietsverordnung</li> <li>- kein UVP-pflichtiges Vorhaben</li> </ul>
2.	Kalte Vorzeretzung (KVZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderbetriebsplanzulassung</li> <li>- Baugenehmigung</li> <li>- kein UVP-pflichtiges Vorhaben</li> </ul>
3.	Erweiterung des vorhandenen Kraftwerkes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genehmigungserfordernisse derzeit noch nicht geklärt (abhängig von Feuerungs-wärmeleistung)</li> </ul>
4.	Infrastrukturmaßnahmen auf dem Werksgelände (Betriebsstraßen, Rohrbrücken, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderbetriebsplanzulassungen</li> <li>- keine UVP-pflichtigen Vorhaben</li> </ul>

## 5.2 Maßnahmen am Standort Hattorf

In Tabelle 5-2 sind die am Standort Hattorf vorgesehenen Maßnahmen mit den benötigten Zulassungsentscheidungen zusammengestellt.

**Tab. 5-2: Maßnahmen am Standort Hattorf**

	<b>Art der Maßnahme</b>	<b>Benötigte Zulassungsentscheidungen</b>
1.	Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene ESTA-Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderbetriebsplanzulassung</li> <li>- Baugenehmigung</li> <li>- kein UVP-pflichtiges Vorhaben</li> </ul>
2.	Bau einer Tiefkühlanlage für Salzlösungen (LTK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderbetriebsplanzulassung</li> <li>- Baugenehmigung</li> <li>- kein UVP-pflichtiges Vorhaben</li> </ul>

	<b>Art der Maßnahme</b>	<b>Benötigte Zulassungsentscheidungen</b>
3.	Infrastrukturmaßnahmen für Maßnahmen Nr. 1 und Nr. 2 (Zufahrtsstraße, Parkplatz, Verlegung des Abfall-Umschlagplatzes, Erweiterung der Werkseinfahrt, Container-Stellflächen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonderbetriebsplanzulassungen</li> <li>- keine UVP-pflichtigen Vorhaben</li> </ul>

### 5.3 Maßnahme am Standort Wintershall

In Tabelle 5-3 sind die benötigten Zulassungsentscheidungen für die am Standort Wintershall geplante Maßnahme genannt.

**Tab. 5-3: Maßnahme am Standort Wintershall**

	<b>Art der Maßnahme</b>	<b>Benötigte Zulassungsentscheidungen</b>
1.	Um- und Neubau der Flotation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- für Altbau: Möglicherweise Sonderbetriebsplanzulassung und Baugenehmigung (wird zurzeit geklärt)</li> <li>- für Neubau: Sonderbetriebsplanzulassung und Baugenehmigung</li> <li>- kein UVP-pflichtiges Vorhaben</li> </ul>

#### 5.4 Standortübergreifende Maßnahme: Neue Integrierte Salzabwassersteuerung

Die NIS befindet sich in einem vergleichsweise frühen Planungsstadium. Eine genaue Beschreibung der Baumaßnahmen liegt noch nicht vor. Allerdings lässt sich vorläufig abschätzen, welche Genehmigungen benötigt werden. Die voraussichtlich benötigten Zulassungsentscheidungen sind in Tabelle 5-4 aufgeführt.

Tab. 5-4: Für die NIS benötigte Zulassungsentscheidungen

	Baumaßnahmen der NIS	Benötigte Zulassungsentscheidungen
1.	Ausbau / Erweiterung der Stapelbecken	- Sonderbetriebsplanzulassung - keine UVP-pflichtigen Vorhaben
2.	Bau von Rückförderbohrungen	- Sonderbetriebsplanzulassung - keine UVP-pflichtigen Vorhaben
3.	Bau von werksgeländeüberschreitenden Rohrleitungen	- voraussichtlich Screening-Pflicht - obligatorische Rahmenbetriebsplanzulassung (Planfeststellung), wenn sich nach Screening eine UVP-Pflicht ergibt, sonst Plangenehmigung nach § 20 Abs. 2 UVPG
4.	Bau von Beobachtungsbohrungen	- Sonderbetriebsplanzulassung - keine UVP-pflichtigen Vorhaben

#### 5.5 Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung

Die dargestellten Einzelmaßnahmen werden in erster Linie über Sonderbetriebspläne und Baugenehmigungen zugelassen. In den Betriebsplanverfahren sind auf Grund der Größe der Projekte gem. § 54 Abs. 2 BBergG andere Fachbehörden und ggf. die betroffenen Gemeinden zu beteiligen. Private Dritte müssen dann gem. § 48 Abs. 2 S. 1 BBergG i.V.m. § 13 Abs. 2 VwVfG beteiligt werden, wenn ihre rechtlichen Interessen durch einzelne Maßnahmen berührt werden können bzw. betroffen sind. Dies ist bisher für keine der Maßnahmen angenommen worden.

Vor Erteilung der Baugenehmigungen sollen die Bauaufsichtsbehörden gem. § 62 Abs. 1 HBauO und § 68 Abs. 2 ThürBauO die Nachbarschaft benachrichtigen, bevor von Vorschriften, die ihrem Schutz dienen, Abweichungen, Ausnahmen oder Befreiungen zugelassen werden. Ob dies der Fall ist, lässt sich zurzeit noch nicht beurteilen.

Für den vorhabenbezogenen Bebauungsplan, der für den Bau der EDA benötigt wird, ist die Öffentlichkeit gem. § 12 Abs.1, § 3 BauGB zu beteiligen. Die Behördenbeteiligung richtet sich nach § 4 BauGB.

Die anerkannten Naturschutzverbände sind vor der Entscheidung über die Befreiung von Ver- und Geboten der Landschaftsschutzgebietsverordnung „Thüringische Rhön“ gem. § 45 Abs. 1 Nr. 9 ThürNatG zu beteiligen.

Für keine der Einzelmaßnahmen ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erforderlich.

Wegen des vergleichsweise frühen Entwicklungsstands der NIS, kann zurzeit noch nicht für alle Bausteine eingeschätzt werden, ob ein Screening oder eine UVP erforderlich werden. Für den Bau und Betrieb der zusätzlich erforderlichen werksgeländeüberschreitenden Rohrleitungen ist eine Vorprüfung des Einzelfalls durchzuführen, mit der festgestellt wird, ob das Vorhaben einer UVP bedarf. Sollte sich eine UVP-Pflicht ergeben, ist eine obligatorische Rahmenbetriebsplanzulassung erforderlich, über deren Erteilung im bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren zu entscheiden ist. Im Planfeststellungsverfahren sind die Öffentlichkeit und die anerkannten Naturschutzverbände zu beteiligen. Erweisen sich Bau und Betrieb der Rohrleitungen im Screening als nicht UVP-pflichtig, so bedürfen sie einer Plangenehmigung nach § 20 Abs. 2 UVPG.

## **5.6 Integrale wasserrechtliche Erlaubnis**

Die Salzabwässer des Werkes Werra werden zurzeit teilweise in die Werra eingeleitet und teilweise in den Plattendolomit eingeleitet. Die Haldenwässer des Werkes NeuhoF-Ellers werden per Lkw zum Standort Hattorf transportiert und dort ebenfalls in die Werra eingeleitet. Hierfür sind uns von den zuständigen Behörden wasserrechtliche Erlaubnisse erteilt worden. Die Erlaubnisse zur Einleitung in die Werra laufen am 30.11.2012 (Hessen) bzw. am 31.12.2012 (Thüringen) aus. Die Erlaubnis zur Versenkung und Rückförderung endet am 30.11.2011. Ge-

genwärtig läuft ein Erlaubnisverfahren für die Einleitung der künftig per Pipeline aus dem Werk NeuhoF-Ellers herangeführten Salzabwässer in die Werra, das parallel zum Planfeststellungsverfahren für die Pipeline geführt wird.

Die bisherige Praxis der Erteilung von Einzelerlaubnissen für relativ kurze Zeiträume von fünf bis neun Jahren hat sich als nicht zielführend erwiesen. In der mit den Ländern Hessen und Thüringen abgeschlossenen öffentlich-rechtlichen Vereinbarung ist deshalb vorgesehen, dass die bisherigen Einzelerlaubnisse durch eine längerfristige integrale wasserrechtliche Erlaubnis abgelöst werden sollen. Diese Erlaubnis würde die Einleitung der an den Standorten des Werkes Werra anfallenden Produktionsabwässer und Haldenwässer sowie der aus dem Werk NeuhoF-Ellers herangeführten Wässer in die Werra, die Einleitung von Salzabwässern in den Plattendolomit und die Rückförderung von Salzabwässern aus dem Plattendolomit sowie deren Einleitung in die Werra umfassen. Dies ermöglicht es, das mit der NIS verfolgte Gesamtkonzept in einer einheitlichen Erlaubnis abzubilden.

Unter einer längerfristigen Erlaubnis verstehen wir eine Regelung, die uns die notwendige Investitionssicherheit für das Maßnahmenpaket gibt. Wir werden deshalb eine gehobene Erlaubnis mit einer Laufzeit bis Ende 2027 beantragen. Dies entspricht dem Zeitpunkt, bis zu dem die Fristen der Wasserrahmenrichtlinie zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands von Werra und Weser verlängert werden können. Danach muss ggf. neu über eine dauerhafte Abweichung von den Bewirtschaftungszielen entschieden werden.

Mit der Umsetzung des Maßnahmenpakets wird sich die Möglichkeit ergeben, die Belastung der Werra und die Einleitung in den Plattendolomit schrittweise deutlich zu reduzieren. Damit wird auch die geforderte Trendumkehr bei der Versenkung eingeleitet und bis Ende 2015 mit Beendigung der Versenkung in der bisherigen Form vollzogen. Diese Verbesserungen werden sich auch in der integralen wasserrechtlichen Erlaubnis widerspiegeln. Die Mengen der in die Werra und in den Plattendolomit einzuleitenden Wässer werden stufenweise und parallel zum Zeitplan des Maßnahmenpakets reduziert werden können. Auch die in der Werra am Pegel Gerstungen einzuhaltenen Grenzwerte werden nach und nach abgesenkt werden können. Die Erlaubnis muss in ihrer inhaltlichen Ausgestaltung einerseits so rechtssicher sein, dass wir die hinreichende Investitionssicherheit erhalten. Andererseits kann sie konkrete Öffnungsklauseln enthalten, die es der Behörde ermöglichen, auf unvorhergesehene Entwicklungen, künftige rechtliche Anforderungen sowie technische und betriebliche Fortschritte zu reagieren.

Da die Einleitung von Salzabwässern in die Werra und den Plattendolomit auf hessischem Gebiet stattfinden, ist für die Erteilung der integralen wasserrechtlichen Erlaubnis das Regierungspräsidium Kassel als Berg- und Wasserbehörde zuständig. Die Lokationen für die Rückförderbohrungen stehen heute noch nicht fest. Falls solche Bohrungen auch auf thüringischem Gebiet niedergebracht werden, wäre für die Rückförderung eine Erlaubnis des Thüringer Landesbergamts erforderlich. Diese sollte zeitlich und inhaltlich eng mit der integralen wasserrechtlichen Erlaubnis verzahnt werden.

Gegenstand und Umfang der Antragsunterlagen müssen kurzfristig mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden, damit das Verfahren rechtzeitig eingeleitet werden kann. Auch die Einzelheiten des Verfahrens (Dauer, zu beteiligende öffentliche und private Stellen etc.) müssen frühzeitig geklärt werden.

## **6. Prüfung weiterer Maßnahmen**

Mit der vollständigen Umsetzung des Maßnahmenpakets schöpfen wir alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit nach heutigem Stand der Technik aus. Es gibt nach unserem derzeitigen Kenntnisstand und auch nach der Einschätzung des Runden Tisches keine weiteren Maßnahmen an den Standorten, die dem Gleichgewicht von Ökologie, Ökonomie und sozialer Verantwortung gerecht werden. Um die in der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung festgelegten langfristigen Ziele und die z. B. durch die Wasserrahmenrichtlinie gegebenen objektiven Anforderungen weiter erfüllen zu können, werden wir auch künftig in unseren Anstrengungen nicht nachlassen.

### **6.1 Forschung und Entwicklung**

Die Verminderung der Umweltbelastungen und die Verbesserung der Effektivität der Kaliproduktion sind seit vielen Jahren ein Schwerpunkt unserer Forschung und Entwicklung. Gegenüber der Gesamtstrategie haben sich zwischenzeitlich keine Änderungen ergeben. Derzeit konzentrieren wir uns u. a. auf die im Folgenden aufgeführten Schwerpunkte, die bereits in der Gesamtstrategie beschrieben wurden und hier nochmals aufgeführt sind.

### **6.1.1 Steinsalzvorbereitung**

Nach intensiven mehrjährigen Voruntersuchungen im K+S-Forschungsinstitut wurde die Versuchsanlage zur Steinsalzvorbereitung Mitte des Jahres 2009 im Werk Zielitz als Pilotprojekt unter Tage in Betrieb genommen. Kernstück ist eine ESTA-Anlage. In einem Teilstrom des Rohsalzes soll durch den Einsatz dieser ESTA ein Teil des Steinsalzurückstands schon unter Tage abgetrennt werden und dort verbleiben. Bei weiterhin konstanter Fördermenge kann so die Kalikonzentration im geförderten Gut angehoben werden. Dieses Verfahren ist jedoch nur bei Volllast wirtschaftlich. Nach einem erfolgreichen Nachweis der Betriebstauglichkeit einer ESTA-Anlage unter Tage am Standort Zielitz sind auch für andere Standorte entsprechende weitere Forschungsaktivitäten notwendig und angedacht. Allerdings eignet sich das Rohsalz in Zielitz aufgrund der mineralogischen Zusammensetzung weitaus besser für ein solches Vorhaben als die komplexen Salzgemische an den Werrastandorten.

### **6.1.2 Eindampfung weiterer magnesiumchloridreicher Lösungen**

Aus Untersuchungen zur Eindampfung von Hartsalzabstoßlösung vom Standort Hattorf wurde deutlich, dass die Eindampfung zu einer „Edelsole“ und die Rückgewinnung von Wertstoff u. a. in Form von Carnallit nicht in der gleichen Weise praktikabel sind wie bei der Eindampfung der Magnesiumchloridlösung des Standorts Unterbreizbach. Grund hierfür ist die Kristallisation von Langbeinit, der zur Bildung eines Rückstands mit schleimiger Konsistenz führt. Dieser kann großtechnisch nicht weiter in der notwendigen Weise aufgearbeitet werden und würde ein erhebliches Entsorgungsproblem darstellen.

Mittelfristig soll jedoch geklärt werden, ob aus chemischer und verfahrenstechnischer Sicht die Eindampfung einer durch Lösungstiefkühlung (LTK) entwerteten Hartsalzabstoßlösung in der erforderlichen Weise eingesetzt werden kann. Außerdem sind zu gegebener Zeit vertiefte Überprüfungen (ökonomisch und technisch) für eine Entscheidungsfindung mit entsprechenden Erfahrungen aus der im Maßnahmenpaket geplanten LTK-Anlage zwingend erforderlich.

### **6.1.3 Verbringung von magnesiumchloridreichen Lösungen unter Tage**

K+S untersucht zurzeit Möglichkeiten der untertägigen Einstapelung sowohl reiner magnesiumchloridreicher Lösungen als auch in geeigneter Weise verfestigter Salzabwässer. Dazu wird derzeit für beide Fälle ein intensives Versuchsprogramm in Zusammenarbeit mit dem Institut für Gebirgsmechanik (IFG) Leipzig durchgeführt.

Insbesondere sind hier die Sicherheitsaspekte wie die Dauerstandsicherheit der Salzpfeiler oder auch die erhöhten rechtlichen Anforderungen aufgrund der Nutzung der Untertagedeponie Herfa-Neurode zu berücksichtigen.

### **6.1.4 Verwertung der Rückstandshalden in der Nachbetriebsphase**

K+S hat schon in der Vergangenheit intensiv nach Möglichkeiten gesucht, die Rückstände der Kali-Aufbereitung zur Herstellung von Auftau- und Industriesalz (NaCl) zu nutzen. Allerdings bleibt festzustellen, dass diese Prozesse gegenwärtig noch nicht die gewünschten Produktqualitäten erreichen, ökonomisch nicht tragfähig sind und mit dem Anfall weiterer Salzabwassermengen verbunden sind.

Ggf. gibt es jedoch für die Nachbetriebsphase die Möglichkeit, ein solches Konzept umzusetzen. Hier besteht die Chance, die dann bestehenden Altanlagen zumindest teilweise zu nutzen. Für die anfallenden Salzabwässer stehen dann ggf. Entsorgungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Ziel weiterer Untersuchungen wird es daher sein, geeignete Aufbereitungsprozesse zu finden, um insbesondere für eine Nachbetriebsphase potenzielle Verwertungsmöglichkeiten für die Haldenrückstände zu sondieren.

### **6.1.5 Optimierte Salzlaststeuerung**

Nach Einführung der Salzabwassersteuerung im Jahre 2000 ist der Erfolg dieser Maßnahme anhand der Vergleichmäßigung der Konzentrationen an Kalium, Magnesium und Chlorid in der Werra deutlich sichtbar. Auch der ökologische Erfolg dieser Maßnahme ist offensichtlich.

K+S wird diese erfolgreiche Strategie der Salzabwassersteuerung auch weiterhin optimieren. So gibt es Potenzial in Hinblick auf einen verbesserten Regelungsalgorithmus und die Einführung von verbesserten Online-Messungen zur Bestimmung der kritischen Konzentrationsparameter.

### **6.1.6 Haldenwasserminimierung**

Die Aufhaldungstechnik bei K+S hatte es mit der Schaffung sogenannter Kompakthalden stets zum Ziel, den Flächenverbrauch bei einem maximalen Aufhaldungsvolumen so gering wie möglich zu halten. Damit wird auch die Fläche reduziert, auf der durch Niederschläge Haldenwasser gebildet werden kann. Zusätzlich wird K+S zur weiteren Reduzierung des in der Betriebs- und Nachbetriebsphase anfallenden Haldenwassers eine Weiterentwicklung der Aufhaldung verfolgen. Damit soll ein verbesserter, emissionsarmer und umweltverträglicher Haldenbetrieb entwickelt und eine umweltverträgliche Nachbetriebsphase unter Berücksichtigung der Verwertung haldentypischer Rohstoffe realisiert werden.

## **6.2 Standortferne Einleitung**

In der Gesamtstrategie haben wir dargelegt, unter welchen Voraussetzungen eine standortferne Einleitung der noch verbliebenen Salzabwässer in Betracht kommt. Dafür haben wir mit den Ländern Hessen und Thüringen abgestimmte und von ihnen akzeptierte Prüfkriterien entwickelt, deren Erfüllung Voraussetzung für die Einleitung der aufwendigen Planungs- und Genehmigungsverfahren ist:

1. Es muss die ökologische Sinnhaftigkeit für eine solche Maßnahme gegeben sein.
2. Der Bau und Betrieb einer Fernleitung sowie die entsprechende Einleitung von Salzabwässern müssen langfristig genehmigungsfähig sein.
3. Der gemeinsame politische Wille auf Landes- und Bundesebene muss gegeben sein.
4. Die Realisierung einer Pipeline muss für das Unternehmen wirtschaftlich zumutbar sein und die Verhältnismäßigkeit muss gegeben sein.

Bis Ende 2010 werden wir die grundsätzliche technische Machbarkeit verschiedener Pipelinevarianten prüfen und ein Konzept über den weiteren Planungsprozess unter Beachtung dieser Prüfkriterien vorlegen. Hierbei wird unter anderem der Kenntnisstand des Runden Tisches berücksichtigt, der eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben hat.

Die Prüfkriterien werden im Folgenden näher konkretisiert.

### **6.2.1 Prüfkriterium: Ökologische Sinnhaftigkeit**

Die Frage, ob eine standortferne Einleitung der Salzabwässer ökologisch sinnvoll ist (und wenn ja, in welcher Variante) ist anhand der Kriterien der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der zu ihrer Umsetzung ergangenen deutschen Rechtsvorschriften zu beantworten. Die WRRL strebt an, bei den Oberflächengewässern bis Ende 2015 einen guten ökologischen Zustand oder jedenfalls ein gutes ökologisches Potential zu erreichen. Von diesem Ziel kann unter bestimmten Voraussetzungen vorübergehend und dauerhaft abgewichen werden. Ein Beispiel hierfür sind die im Bereich der Weser und ihrer Nebenflüsse aufgrund der Belastungen aus dem ehemaligen Bergbau im Harz zu erwartenden Minderziele. Abweichungen sind insbesondere dann angezeigt, wenn das Ziel nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand erreicht werden kann und sich die ökologischen und sozioökonomischen Ziele – zu denen auch der Erhalt einer leistungsfähigen Kaliindustrie und der damit verbundenen Arbeitsplätze gehören – auch nicht durch andere ökologisch wirkungsvolle und verhältnismäßige Maßnahmen erreichen lassen. Auch die Flussgebietsgemeinschaft Weser folgt dieser Argumentation in ihrem aktuellen Entwurf der Bewirtschaftungspläne im Rahmen der WRRL.

Der Bau einer Pipeline zum Transport von Salzabwässern ist mit sehr hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Eine solche Maßnahme ist nur dann ökologisch gerechtfertigt, wenn eine signifikante Verbesserung des ökologischen Gewässerzustands erreicht wird.

Ausgangspunkt für diese Beantwortung dieser Frage ist der Zustand, der sich nach Umsetzung des Maßnahmenpakets einstellen wird. Mit der Halbierung des Salzabwasseraufkommens werden für das Flusssystem Werra/Weser mit Blick auf die Salzfracht große Fortschritte erzielt. So wird die Weser nördlich von Bad Karlshafen nahezu Süßwasserqualität aufweisen (< 400 mg/l Chlorid). Damit tritt die Chloridbelastung gegenüber anderen Stressoren deutlich in den Hintergrund.

Eine Verlegung der Einleitstelle hat nur Sinn, wenn sich dadurch der ökologische Gewässerzustand oberhalb (flussaufwärts) der neuen Einleitstelle insgesamt erheblich verbessert. Auch sind dabei neben der verbleibenden Salzbelastung, insbesondere durch die diffusen Einträge, auch die Nährstoffbelastung und die schlechte Gewässerstruktur von Werra und Weser zu berücksichtigen. Die Verbesserung des Gewässerzustands erfordert daher einen ganzheitlichen Ansatz.

Hierfür sind durch wissenschaftliche Untersuchungen Wertebereiche zu erarbeiten und zwar einerseits für die relevanten Salzionen und andererseits für weitere Stoffe und Belastungsfaktoren, bei deren Erreichen mit deutlichen Verbesserungen des ökologischen Zustands zu rechnen ist. Der Runde Tisch hat in einem ersten Ansatz Wertebereich für die relevanten Salzionen mit spezifischen ökologische Gewässerzuständen der Werra und Weser korreliert, hierbei allerdings andere Stoffe und Belastungsfaktoren noch nicht berücksichtigt. Diesen Ansatz gilt es auszuweiten und wissenschaftlich zu verifizieren.

Die standortferne Einleitung muss so wirkungsvoll sein, dass sich die ökologische Güteklasse oberhalb der neuen Einleitstelle verbessert und sich der Gewässerzustand im Umfeld und unterhalb der Einleitstelle nicht verschlechtert. Dabei kommt es nach den Vorgaben der WRRL nicht auf kleinräumige Veränderungen an. Wirkungsvoll und ökologisch sinnhaft ist eine Verlegung der Einleitstelle nur, wenn sie sich auf längere Flussabschnitte positiv auswirkt.

In die Gesamtbeurteilung der ökologischen Sinnhaftigkeit einer standortfernen Einleitung sind auch die mit dem Vorhaben verbundenen Belastungen, z. B. durch den Pipelinebau, einzubeziehen.

Die Entscheidung über die ökologische Sinnhaftigkeit kann nur anhand nachvollziehbarer objektiver wissenschaftlicher Kriterien getroffen werden. Dabei geht es darum, festzustellen, ob sich der ökologische Zustand von Werra und Weser durch eine standortferne Einleitung im Vergleich zu dem nach Realisierung des Maßnahmenpakets bereits erreichten Status erheblich verbessern würde und ob eine höhere ökologische Güteklasse erreicht würde. Um diese Feststellung belastbar treffen zu können, ist es ratsam, zunächst die Wirkungen des Maßnahmenpakets und die weitere Entwicklung der diffusen Einträge zu beobachten. Erst dann kann auf gesicherter Tatsachengrundlage entschieden werden, ob und ggf. ab wann eine standortferne Einleitung sinnvoll ist.

## **6.2.2 Prüfkriterium: Genehmigungsfähigkeit**

Sowohl die Verlegung und der Betrieb einer Pipeline als auch die Einleitung der Salzabwässer in die Weser oder weiter entfernt in die Nordsee werfen schwierige genehmigungsrechtliche Fragen auf. Diese Fragen müssen grundsätzlich geklärt sein, bevor die entsprechenden Verfahren eingeleitet werden können.

Hierzu bedarf es einer rechtsgutachtlichen Stellungnahme, die feststellt, ob und ggf. mit welchen Maßgaben Bau und Betrieb der Pipeline sowie die Einleitung selbst genehmigungsfähig sind.

Die Genehmigungsfähigkeit der Pipeline lässt sich erst beurteilen, wenn der grobe Trassenverlauf feststeht. Hierzu hat der Runde Tisch umfangreiche Studien in Auftrag gegeben. Auf der Basis einer für rechtlich machbar gehaltenen Trassenplanung kann später ggf. ein Raumordnungsverfahren eingeleitet werden.

Im Hinblick auf die erforderliche Einleiterlaubnis ist es wichtig, dass die konkrete Einleitestelle, die einzuhaltenden Grenzwerte und Parameter (emissions- und immissionsseitig) sowie die anderen wesentlichen Eckpunkte jedenfalls insoweit feststehen, dass deren technische, betriebliche und wirtschaftliche Erreichbarkeit geprüft werden kann.

Pipeline und Einleitung müssen langfristig genehmigungsfähig sein, denn für die mit ganz erheblichen Investitionen verbundene standortferne Einleitung wird hinreichende Investitionssicherheit benötigt. Dies entspricht dem in der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung verankerten Prinzip längerfristiger Genehmigungen. Dafür ist es erforderlich, dass die Einleiterlaubnis für einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren als gehobene Erlaubnis erteilt wird.

Soweit die Frage der Genehmigungsfähigkeit von fachlichen Fragen abhängt, die von den Rechtsgutachtern nicht beantwortet werden können, bedarf es entsprechender fachwissenschaftlicher Studien, die belegen, ob die Voraussetzungen für eine Genehmigungsfähigkeit gegeben sind.

Rechts- und Fachgutachter können und dürfen die Entscheidungen der Genehmigungsbehörden nicht vorwegnehmen. Notwendig ist aber, dass die zuständigen Landesministerien im

Grundsatz bestätigen, dass der Genehmigung der Pipeline und der langfristigen Erlaubnis für die Einleitung der Salzabwässer an der vorgesehenen Einleitstelle aus rechtlicher Sicht nichts entgegensteht und dass die Einleitung der entsprechenden Planungs- und Genehmigungsverfahren daher befürwortet wird. Dies entspricht der Praxis bei anderen großen Investitionsvorhaben.

Je nachdem, wo die Einleitstelle an der Weser oder ggf. in der Nordsee liegen wird, sind Raumordnungs-, Planfeststellungs- und Erlaubnisverfahren in mehreren Bundesländern durchzuführen. Möglicherweise müssen zuvor Regionalplanänderungsverfahren durchgeführt werden. Diese Verfahren sind komplex, zeitaufwendig und inhaltlich miteinander verzahnt. Es ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung anzustellen, und die Öffentlichkeit ist zu beteiligen. Derartige Verfahren können nur effizient durchgeführt werden, wenn sich alle Beteiligten zuvor abstimmen und die Verfahren koordinieren. Benötigt werden klare Aussagen der beteiligten Länder, welche Planungs- und Genehmigungsverfahren durchgeführt werden müssen, welche Behörden hierfür zuständig sind und wie die Verfahren zeitlich und inhaltlich koordiniert werden. Nach dem Vorbild anderer länderüberschreitender Vorgaben kommt hierfür auch der Abschluss eines Staatsvertrages bzw. eines Verwaltungsabkommens in Betracht.

In diesem Zusammenhang wird auch zu klären sein, wer ggf. Träger und Antragsteller eines solchen Vorhabens sein soll. Dies wird insbesondere dann relevant, wenn eine Pipeline auch für andere Zwecke genutzt werden soll oder wenn sie als öffentliches Infrastrukturprojekt konzipiert wird.

Die endgültige Entscheidung über den Bau einer Pipeline und die Auslösung der entsprechenden Investitionen kann auch nach Abarbeitung der Prüfkriterien erst getroffen werden, wenn die Planungs- und Genehmigungsverfahren erfolgreich abgeschlossen sind und die erforderlichen Planfeststellungsbeschlüsse und die Einleiterlaubnis in bestandskräftiger Form vorliegen.

### **6.2.3 Prüfkriterium: Gemeinsamer politischer Wille**

Über das Für und Wider einer standortfernen Einleitung, insbesondere einer Pipeline zur Nordsee, wird zurzeit in der Öffentlichkeit heftig gestritten. Während einige Mitglieder des Runden Tisches sich für die Einleitung der Salzabwässer in die Nordsee aussprechen, lehnt das Land Niedersachsen das Vorhaben ab.

Können die anderen Prüfkriterien positiv beantwortet werden, so ist die Einleitung der aufwendigen Planungs- und Genehmigungsverfahren nur dann erfolgversprechend, wenn das Projekt die volle politische Unterstützung der betroffenen Länder und ggf. des Bundes findet. Dafür wird ein klares politisches Bekenntnis benötigt, dass die Fernleitung und die favorisierte Einleitstelle politisch gewollt sind. Hierfür bedarf es eindeutiger und verlässlicher schriftlicher Erklärungen der zuständigen Fachminister auf Bundes- und Landesebene.

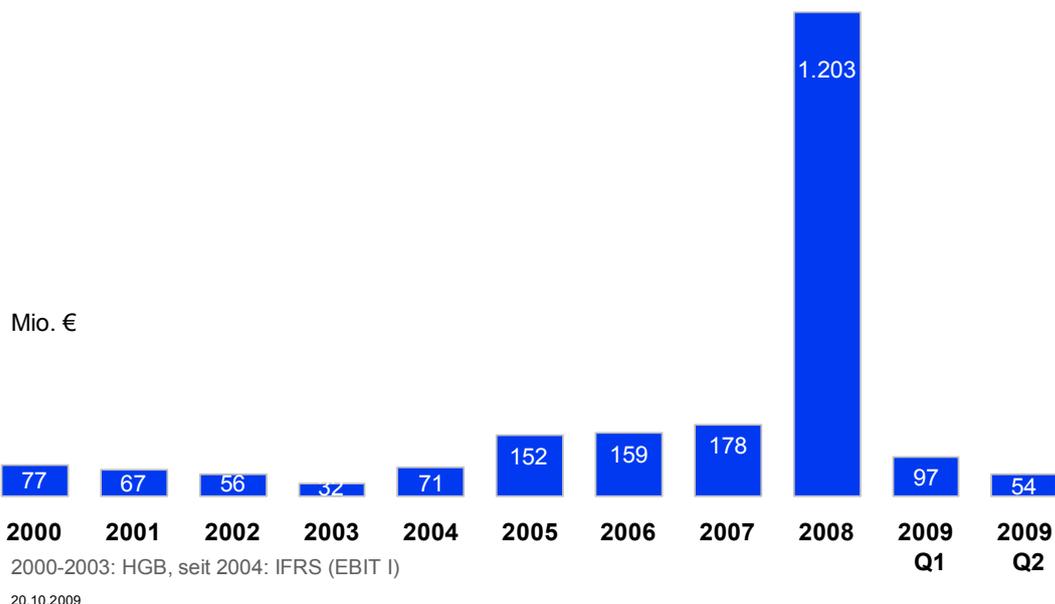
#### **6.2.4 Prüfkriterium: Wirtschaftliche Zumutbarkeit und Verhältnismäßigkeit**

Der Bau einer Fernleitung ist mit Investitionen im dreistelligen Millionenbereich verbunden. Je weiter die Einleitstelle flussabwärts Richtung Nordsee verlegt wird, desto teurer wird das Projekt. Hinzu kommen erhebliche laufende jährliche Betriebskosten.

Eine derartige Investition muss verhältnismäßig sein. Nur signifikante Verbesserungen des ökologischen Gesamtzustands auf längeren Gewässerabschnitten können die hohen Investitionen volkswirtschaftlich rechtfertigen, unabhängig davon, wer sie letztlich finanziert. Jede in Betracht kommende Variante der standortfernen Einleitung muss daraufhin geprüft werden, ob sie einen entsprechenden substantiellen ökologischen Mehrwert mit Blick auf den Gesamtzustand des Gewässers erbringt.

Nicht alles, was politisch wünschenswert erscheinen mag, ist auch volkswirtschaftlich sinnvoll und betriebswirtschaftlich machbar. In Bezug auf die betriebswirtschaftliche Machbarkeit haben wir mit den Ländern Hessen und Thüringen abgestimmt, dass eine standortferne Einleitung für das Unternehmen auch wirtschaftlich zumutbar sein muss. Maßstab für die wirtschaftliche Zumutbarkeit dieser Investition ist die Leistungsfähigkeit unserer hessisch-thüringischen Kaliwerke, in denen die Salzabwässer anfallen. Die Investitions- und Betriebskosten einer Fernleitung können nur aus den laufenden Erträgen dieser Werke erwirtschaftet werden. Auch nach der Errichtung einer solchen Fernleitung muss auch noch eine angemessene Verzinsung auf das eingesetzte Kapital gegeben sein. Als Unternehmen hat die K+S Aktiengesellschaft ihre aktienrechtliche Verpflichtung zu wirtschaftlichem Handeln zu beachten. Eine Quersubventionierung kommt daher nicht in Betracht; diesem Grundsatz muss auch das privatwirtschaftliche Handeln öffentlich-rechtlicher Körperschaften genügen. Der wirtschaftliche Spielraum für Investitionen über das Maßnahmenpaket hinaus ist daher sehr eng limitiert.

Weiter oben haben wir dargelegt, dass das Jahr 2008, in dem die K+S KALI GmbH hohe Gewinne erwirtschaftet hat, im langfristigen Vergleich ein absolutes Ausnahmejahr war (vgl. Abb. 6-1).



**Abb. 6-1: Operative Ergebnisse Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte 2000-2009 (1. + 2. Quartal)**

Es war durch attraktive agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen, ein exzellentes Düngemittelgeschäft in den ersten drei Quartalen und die aufgrund weltweit starker Düngemittelnachfrage bei knapper Verfügbarkeit deutlich gestiegenen Preise geprägt. Dadurch haben wir ein außergewöhnlich gutes Ergebnis erzielt, während die Erträge im längerfristigen Durchschnitt sehr viel niedriger ausfielen. Zu dem operativen Ergebnis des Unternehmens nach Steuern trägt der Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte nur einen Teil bei. Auf die hessisch-thüringischen Werke entfallen davon weniger als 50 %.

Zurzeit erleben wir im Zuge der allgemeinen Wirtschaftskrise eine ausgeprägte Absatzschwäche. Im Werk Werra und in anderen Werken wird seit Januar 2009 wiederholt wochenweise kurzgearbeitet. Allgemein wird davon ausgegangen, dass der Kalimarkt auch in den nächsten Jahren noch von einem Angebotsüberhang geprägt sein wird. Aus einer solchen Krise werden nur diejenigen Unternehmen erfolgreich hervorgehen, die Produkte mit hoher Qualität zu niedrigen Kosten herstellen können. Die Zukunft unserer Werke hängt deshalb davon ab, dass sie gegenüber der Konkurrenz wettbewerbsfähig bleiben. Das Werk Werra wird bereits durch das

bis 2015 umzusetzende Maßnahmenpaket dauerhaft mit zusätzlichen hohen Betriebskosten und Abschreibungen belastet, die wirtschaftlich verkräftet werden müssen und die die Wettbewerbsfähigkeit der hessisch-thüringischen Standorte verringern.

Optionen einer standortfernen Einleitung der Salzabwässer aus der hessisch-thüringischen Kaliindustrie wurden auch in den vergangenen Jahrzehnten bereits politisch diskutiert. Letztlich wurden sie wegen der enormen Kosten als unverhältnismäßig angesehen. Damals fielen im hessisch-thüringischen Revier ca. 40 Mio. m<sup>3</sup>/a Salzabwässer an. Nach Umsetzung unseres Maßnahmenpakets wird diese Menge auf ca. 7 Mio. m<sup>3</sup>/a zurückgegangen sein. Damit stellt sich die Frage der Verhältnismäßigkeit und wirtschaftlichen Zumutbarkeit auch unter Berücksichtigung der gestiegenen Erwartungen an die Gewässerqualität in Werra und Weser heute noch stärker als in der Vergangenheit.

Natürlich mag es politische oder gesellschaftliche Gründe geben, die es wünschenswert erscheinen lassen, eine Pipeline auch dann zu realisieren, wenn nicht alle Prüfkriterien erfüllt sind. Vielleicht kann eine Salzwasserpipeline auch anderen Nutzern zum Transport von Salzabwasser dienen. Zu denken ist etwa an den Transport von Sole, die bei der Herstellung von Erdgaskavernenspeichern anfällt. Diese Frage können wir als Unternehmen allerdings nicht profund beurteilen. In jedem Fall würde es sich beim Bau einer Fernleitung dann um ein öffentlich zu finanzierendes Infrastrukturprojekt analog etwa dem (Wasser-) Straßenbau handeln.

## **7. Integriertes Maßnahmenkonzept: Abstimmung und Ausblick**

Mit der fristgerechten Vorlage des IMK haben wir unsere Verpflichtung aus § 3 (1) der öffentlich-rechtlichen Vereinbarung mit den Ländern Hessen und Thüringen erfüllt. Die Vereinbarung sieht vor, dass die Vertragspartner das IMK abstimmen und das damit einvernehmlich erzielte Ergebnis schriftlich dokumentieren. Der Runde Tisch erhält Gelegenheit, zu der Abstimmung Stellung zu nehmen. Die Vertragspartner haben zugesagt, die Stellungnahmen des Runden Tisches in ihre Abwägung einzubeziehen.

Das dokumentierte Abstimmungsergebnis ist eine wichtige Grundlage dafür, dass wir das Maßnahmenpaket umsetzen können. Damit fällt der Startschuss für das umfangreichste Programm zum Schutz von Grundwasser und Werra, das im hessisch-thüringischen Kalirevier je in Angriff genommen wurde. Wenn wir uns mit den Ländern Hessen und Thüringen einig sind,

wohin die Reise gehen soll und was auf dem Weg zu beachten ist, dann können wir eines der größten Investitionsprojekte in der Geschichte von K+S starten. Die Abstimmung dokumentiert die gemeinsame Überzeugung der Vertragspartner, dass mit der Umsetzung des IMK das vereinbarte Ziel erreicht werden kann, die Versenkung in der bisherigen Form schrittweise einzustellen, die Umweltbelastungen, insbesondere die Salzabwassereinleitungen in Werra und Weser auf ein vertretbares Maß zu reduzieren und so die Kaliproduktion in Hessen und Thüringen im Sinne eines nachhaltigen wirtschaftlichen Handelns und eines schonenden Umgangs mit der Umwelt für die künftigen Jahrzehnte auf dem bisherigen Niveau fortzusetzen und zu sichern.

Die Abstimmung muss sich auf alle Elemente des IMK erstrecken. Dabei stehen die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- Festlegung der mit dem Maßnahmenpaket zu erreichenden Ziele hinsichtlich des Zustands der Werra und der schrittweisen Beendigung der Versenkung in der bisherigen Form
- Bestätigung von Art, Umfang und Zeitplan der für den Zeitraum bis 2015 vorgesehenen Maßnahmen
- Gemeinsames Verständnis über die notwendigen Genehmigungen und Erlaubnisse für die Maßnahmen, über die zu beachtenden Verfahrensregeln und über die für die Verfahren einzuplanenden Zeiträume
- Gegenstand, Reichweite und Voraussetzungen der integralen wasserrechtlichen Erlaubnis und der dafür von uns beizubringenden Unterlagen und konkreten Nachweise
- Gemeinsames Verständnis über die Ausfüllung der Prüfkriterien für eine standortferne Einleitung und das weitere Vorgehen.

Die Abstimmung kann und soll den Genehmigungsentscheidungen der zuständigen Behörden nicht vorgreifen. Wir halten es aber für sinnvoll und notwendig, die Berg- und Wasserbehörden sowie die zuständigen Fachbehörden in den Abstimmungsprozess einzubinden. Wir können die notwendigen Genehmigungs- und Erlaubnisverfahren nur dann innerhalb des Zeitplans einleiten und zum Erfolg bringen, wenn wir rechtzeitig wissen, worauf es bei den Entscheidungen

ankommt, welche Unterlagen wir vorlegen müssen und wie lange die Verfahren voraussichtlich dauern werden.

Unverzüglich nach Abstimmung des IMK werden wir die erforderlichen Genehmigungsanträge vorbereiten. Unser sehr ehrgeiziger Zeitplan geht davon aus, dass die Abstimmung bis Ende Januar 2010 erzielt wird und die Genehmigungsanträge für die Eindampfanlage in Unterbreizbach und die neue ESTA am Standort Hattorf bereits im März 2010 eingereicht werden. Die Einhaltung dieses Zeitplans und die Einleitung der weiteren Schritte sind davon abhängig, dass es gelingt, rechtzeitig das Einvernehmen mit unseren Vertragspartnern über das IMK zu erzielen.

Mit unserem umfangreichen Investitionsprogramm werden wir die folgenden mit den Ländern Hessen und Thüringen vereinbarten Ziele erreichen:

- Die Menge und die Salzfracht der in unserem Werk Werra anfallenden Salzabwässer werden halbiert.
- Die Versenkung von Salzabwässern in der bisherigen Form wird schrittweise eingestellt, und der Plattendolomit wird nach 2015 nur noch als temporärer Stapelraum genutzt.
- Die Belastung der Werra mit Salzabwässern wird drastisch reduziert, so dass die Grenzwerte am Pegel Gerstungen erheblich gesenkt werden können.
- Die Produktion im hessisch-thüringischen Kalirevier auf dem heutigen Niveau wird dauerhaft gesichert und fortgesetzt. Damit werden die Arbeits- und Ausbildungsplätze im Unternehmen gesichert und die Stellung von K+S als einem wichtigen Wirtschaftsfaktor in der Region gestärkt.

## **8. Anhang**

### **8.1 Berechnungsgrundlagen**

#### **8.1.1 Monatlicher Salzabwasseranfall des Werkes Werra**

In der folgenden Tabelle 8-1 sind die sich aus den Jahresvolumen durchschnittlich ergebenden monatlichen Salzabwasservolumen sowie die dazugehörigen Transporte an Chlorid und

Magnesium nach Herkunft des Abwassers im Werk Werra zusammengestellt. Basis sind die Salzabwasservolumen aus dem Jahr 2008. Für den Standort Unterbreizbach wurde das für 2010 zu erwartenden Salzabwasservolumen angesetzt.

Für die am Standort Hattorf (HA) geplante Rückförderung ab 2010 wird von zwei Rückförderbohrungen mit einem Volumenstrom von je  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  ausgegangen. Bei einem ganzjährigen Betrieb beider Rückförderbohrungen resultiert daraus ein maximales Jahresvolumen von rund  $2,6 \text{ Mio. m}^3$  bzw. ein durchschnittliches monatliches Volumen von rund  $0,2 \text{ Mio. m}^3$ .

Für die Rückförderung Wintershall (WI) wird ebenfalls ein Volumenstrom von  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  angenommen, aus der ein durchschnittliches monatliches Rückfördervolumen von rund  $0,1 \text{ Mio. m}^3$  resultiert.

Das Haldenwasservolumen des Werkes Neuhof-Ellers ist hier nicht aufgeführt, da die Haldenwässer, wie schon Text dargestellt, vor den Prozess- und Haldenwässern in die Werra eingeleitet werden.

**Tab.: 8-1: Transport von Chlorid und Magnesium sowie Monatsvolumen der Salzabwässer nach Herkunft**

Salzabwasser	Chlorid-transport kg/s	Magnesium-transport kg/s	Volumen pro Monat Mio. m <sup>3</sup> /M
Spülwasser UB	0,4	0,1	0,018
Kieseritwaschwasser HA	16,4	0,6	0,260
Kieseritdeckwasser WI	6,9	0,8	0,100
Haldenwasser WI	2,8	0,6	0,042
Haldenwasser HA	4,0	0,9	0,058
Hartsalzabstoßlösung HA	13,2	3,7	0,208
Q-Lösung WI	5,3	1,2	0,070
Q-Lösung UB	14,7	4,3	0,144
E-Lösung WI	1,6	0,5	0,017
<b>Summe Werk Werra</b>	<b>65,3</b>	<b>12,7</b>	<b>0,917</b>
Rückförderung HA	13,7	0,5	0,216
Rückförderung WI	6,6	1,0	0,108
<b>Summe inkl. Rückförderung</b>	<b>85,6</b>	<b>14,2</b>	<b>1,241</b>

### 8.1.2 Chemische Zusammensetzung der Salzabwässer (Stand 2008)

Die folgende Tabelle 8-2 zeigt die durchschnittliche chemische Zusammensetzung der einzelnen Salzabwässer sowie der Rückförderungen aus dem Plattendolomit. Die Reihenfolge ergibt sich aus dem Verhältnis von Chlorid/Magnesium (Cl/Mg). Daher stehen die sogenannten „weichen“ Salzabwässer oben. Ausnahme ist das Spülwasser aus Unterbreizbach (UB-SpW).

Dieses wird auf Grund der geringeren Gesamtmineralisation nicht in die Systematik mit aufgenommen.

**Tab. 8-2: Chemische Zusammensetzung der Salzabwässer (Stand 2008)**

	Kalium- konzentration g/l	Magnesium- konzentration g/l	Natrium- konzentration g/l	Chlorid- konzentration g/l	Sulfat- konzentration g/l	Verhältnis Chlorid- konzentration zu Magne- siumkonzen- tration
UB-SpW	5	11	7	44	2	4
HA-KWW	7	6	99	167	12	28
WI-KDW	26	21	91	181	61	9
WI-HW	24	40	65	179	83	5
HA-HW	23	40	59	180	67	5
HA-HSAL	32	47	25	166	50	4
WI-Q-Lsg	48	47	45	209	55	4
UB-Q- Lsg	26	78	15	265	10	3
WI-E-Lsg	27	80	14	254	36	3
HA-RF	7	6	99	167	12	28
WI-RF	14	24	63	160	26	7

### **8.1.3 Effekte des Salzabwasserverbunds (SAV)**

Die Abkürzungen in den Tabellen 8-3 bis 8-5 bedeuten:

HA = Standort Hattorf

WI = Standort Wintershall

UB = Standort Unterbreizbach

EL = Einleitvolumen in die Werra in Tsd. m<sup>3</sup>/M

RF = Rückförderung aus dem Plattendolomit in Tsd. m<sup>3</sup>/M

ÜN = Übernahme von Salzabwasser von Unterbreizbach nach Hattorf in Tsd. m<sup>3</sup>/M

VS = Versenkvolumen Hattorf und Wintershall inklusive ÜN in Tsd. m<sup>3</sup>/M

**Tab. 8-3: Monatliche Volumen mit und ohne Salzabwasserverbund (SAV) in einem trockenen Jahr. Alle Zahlenwerte in Tsd. m<sup>3</sup>/M**

	Mit Salzabwasserverbund					Ohne Salzabwasserverbund				
	HA + WI				UB	HA + WI			UB	
Monat	EL	RF	ÜN	VS	EL	EL	RF	VS	EL	Rest
Jan	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Feb	460	324	144	439	18	360	197	395	162	0
Mrz	360	191	144	539	18	247	0	508	162	0
Apr	360	209	144	539	18	275	0	480	162	0
Mai	202	0	144	697	18	0	0	755	81	81
Jun	146	0	144	753	18	0	0	755	61	101
Jul	0	0	0	755	0	0	0	755	0	0
Aug	0	0	0	755	0	0	0	755	0	0
Sep	0	0	0	755	0	0	0	755	0	0
Okt	0	0	144	899	0	0	0	755	0	162
Nov	0	0	144	899	18	0	0	755	18	144
Dez	304	0	144	595	18	0	0	755	107	55
<b>Σ</b>	<b>2.587</b>	<b>1.048</b>	<b>1.152</b>	<b>7.625</b>	<b>288</b>	<b>1.637</b>	<b>521</b>	<b>7.423</b>	<b>915</b>	<b>543</b>

**Tab. 8-4: Monatliche Volumen mit und ohne Salzabwasserverbund (SAV) in einem mittleren Jahr.  
Alle Zahlenwerte in Tsd. m<sup>3</sup>/M**

	Mit Salzabwasserverbund					Ohne Salzabwasserverbund				
	HA + WI				UB	HA + WI			UB	
Monat	EL	RF	ÜN	VS	EL	EL	RF	VS	EL	Rest
Jan	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Feb	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Mrz	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Apr	668	324	67	154	95	558	324	197	162	0
Mai	360	207	144	539	18	260	0	495	162	0
Jun	281	0	144	618	18	0	0	755	98	64
Jul	267	0	144	632	18	0	0	755	93	69
Aug	172	0	144	727	18	0	0	755	66	96
Sep	66	0	144	833	18	0	0	755	36	126
Okt	184	0	144	715	18	0	0	755	69	93
Nov	360	78	144	539	18	0	0	755	145	17
Dez	668	324	20	107	142	626	324	129	162	0
<b>Σ</b>	<b>5.291</b>	<b>1.905</b>	<b>1.095</b>	<b>4.864</b>	<b>849</b>	<b>3.709</b>	<b>1.620</b>	<b>5.351</b>	<b>1.479</b>	<b>465</b>

**Tab. 8-5: Monatliche Volumen mit und ohne Salzabwasserverbund (SAV) in einem feuchten Jahr.  
Alle Zahlenwerte in Tsd. m³/M**

	Mit Salzabwasserverbund					Ohne Salzabwasserverbund				
	HA + WI				UB	HA + WI			UB	
Monat	EL	RF	ÜN	VS	EL	EL	RF	VS	EL	Rest
Jan	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Feb	723	324	0	32	162	723	324	32	162	0
Mrz	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Apr	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Mai	545	324	144	354	18	360	276	395	162	0
Jun	755	324	0	0	162	755	324	0	162	0
Jul	438	324	144	461	18	360	165	395	162	0
Aug	392	324	144	507	18	360	116	395	162	0
Sep	360	224	144	539	18	268	0	487	162	0
Okt	360	113	144	539	18	0	0	755	152	10
Nov	619	324	144	280	18	381	324	374	162	0
Dez	746	324	0	9	162	746	324	9	162	0
<b>Σ</b>	<b>7.203</b>	<b>3.577</b>	<b>864</b>	<b>2.721</b>	<b>1.080</b>	<b>6.218</b>	<b>2.825</b>	<b>2.842</b>	<b>1.934</b>	<b>10</b>

#### 8.1.4 Bisheriges Versenkvolumen der Standorte Hattorf und Wintershall

Die derzeitige Versenkerlaubnis für die Versenkung von Salzabwasser der Standorte Hattorf und Wintershall beginnt am 01.12.2006. Die im Rahmen dieser Erlaubnis bis zum 30.06.2009 versenkten Volumen an Salzabwässern werden in Tabelle 8-6 dargestellt:

**Tab. 8-6: Versenk- und Rückfördervolumen vom 01.12.2006 bis zum 30.06.2009 in Hattorf und Wintershall in Mio. m<sup>3</sup>**

	2006 (ab 01.12.)	2007	2008	2009 (bis 30.06.)	Summe
Hattorf	0,2718	3,0943	3,7767	0,523	7,6658
Wintershall	0,1413	1,2165	1,4722	0,2689	3,0989
Summe	0,4131	4,3108	5,2489	0,7919	10,7647
Rückförderung	0	0,2140	0,1374	0,4742	0,8256

#### 8.1.5 Derzeitiges Beckensystem des Werkes Werra

Die Abbildungen 8-1 bis 8-3 zeigen das heutige Beckensystem der Standorte Hattorf, Unterbreizbach und Wintershall. Aus den einzelnen Beckenvolumen ergibt sich in Summe ein Gesamtvolumen für die Zwischenstapelung von Salzabwasser in Höhe von rund 0,4 Mio. m<sup>3</sup>.

### Stapelbecken Hattorf

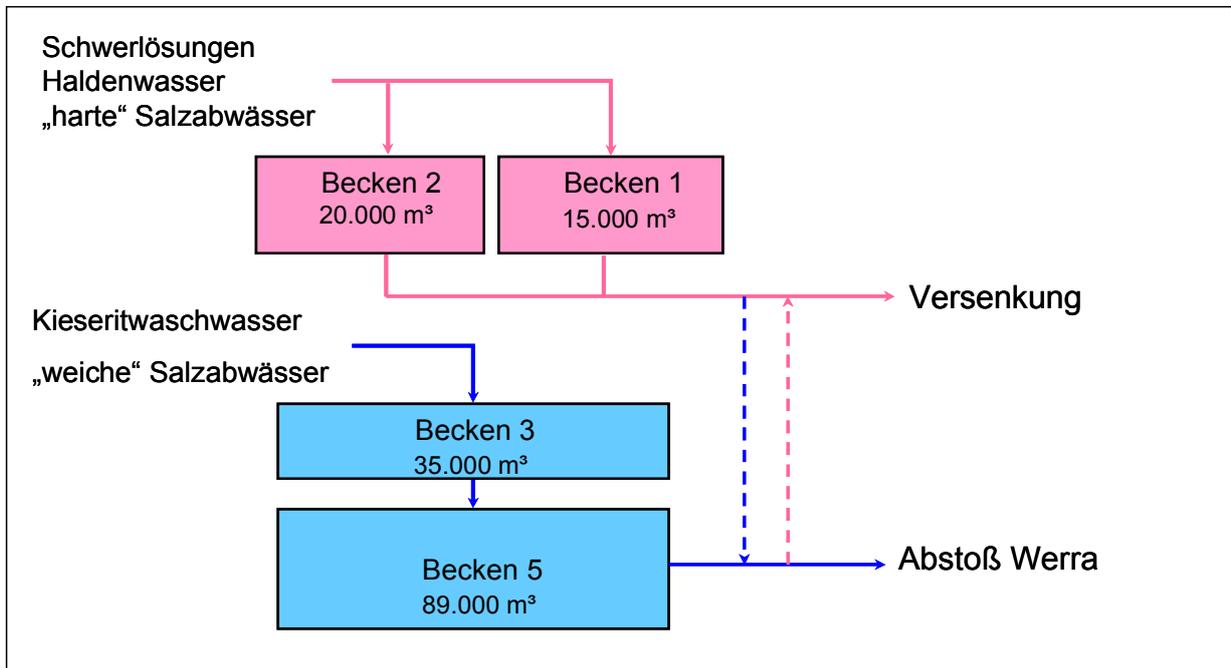


Abb. 8-1: Beckensystem Standort Hattorf

### Stapelbecken Unterbreizbach

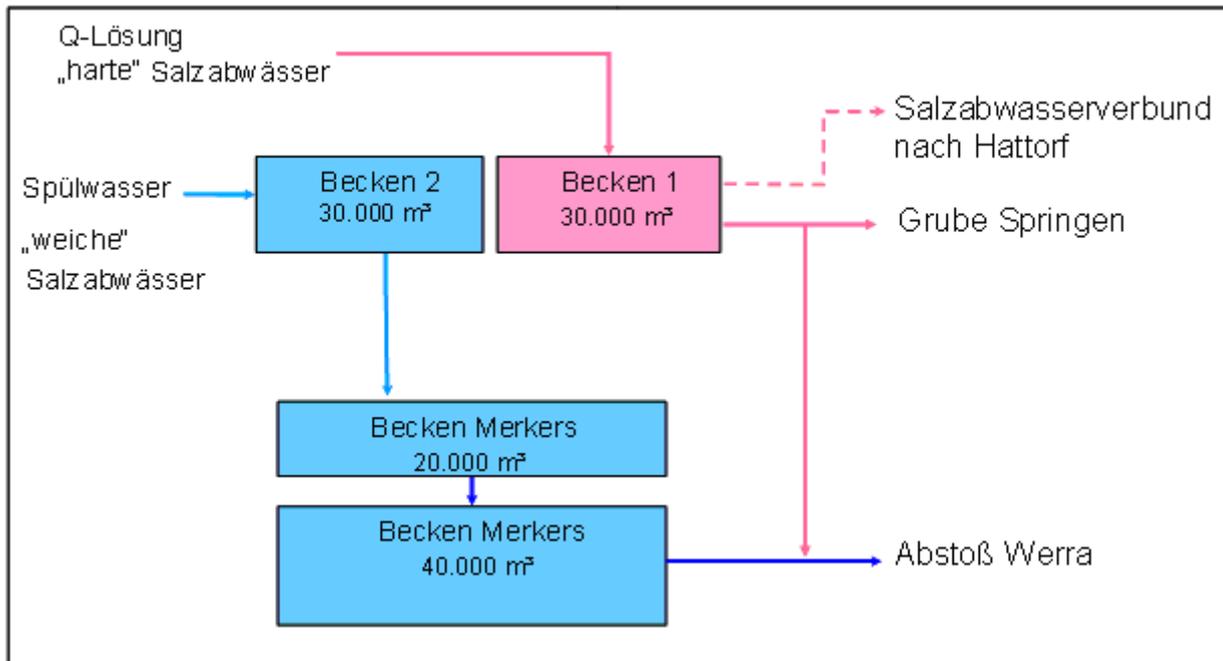


Abb. 8-2: Beckensystem Standort Unterbreizbach

## Stapelbecken Wintershall

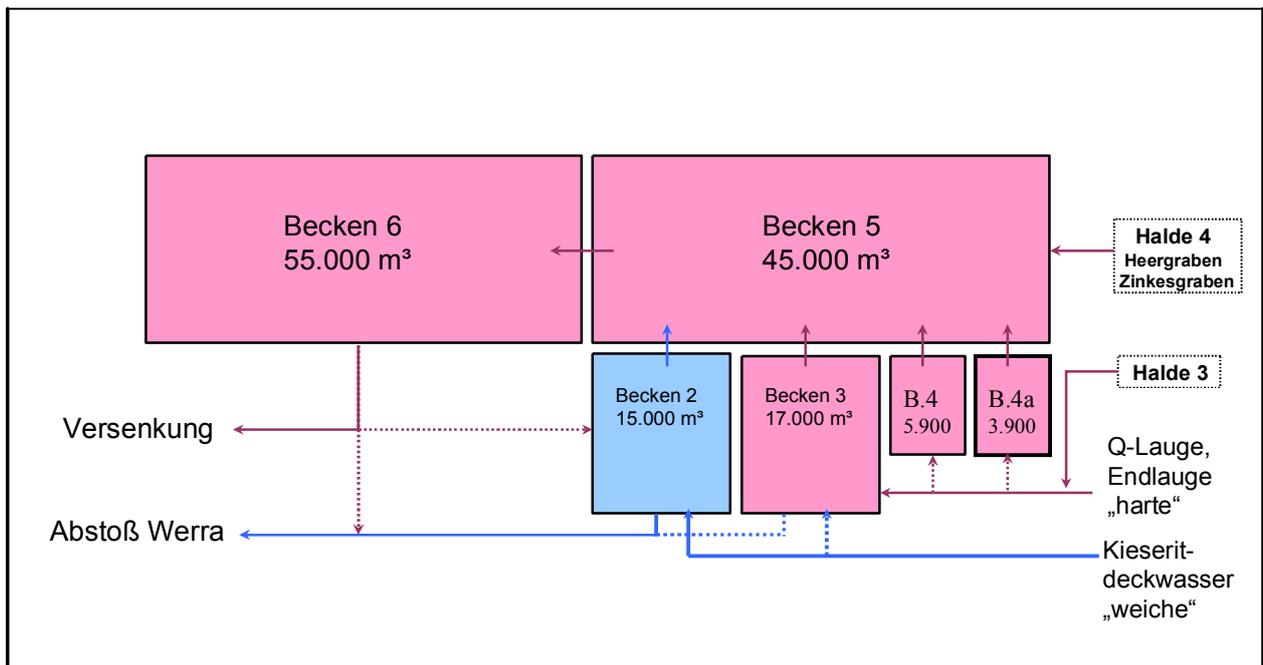


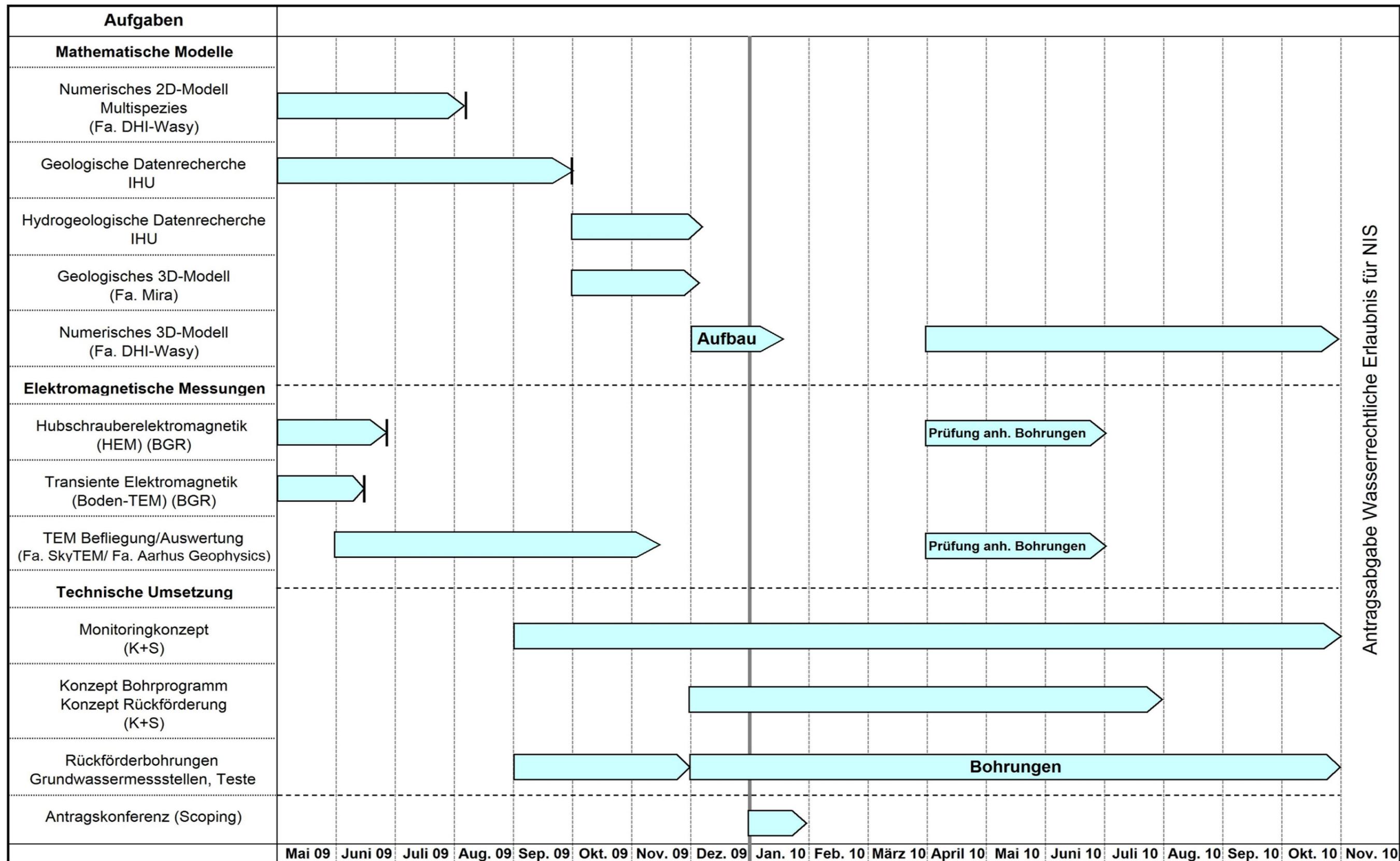
Abb. 8-3: Beckensystem Standort Wintershall

## 8.2 Bauzeitenpläne

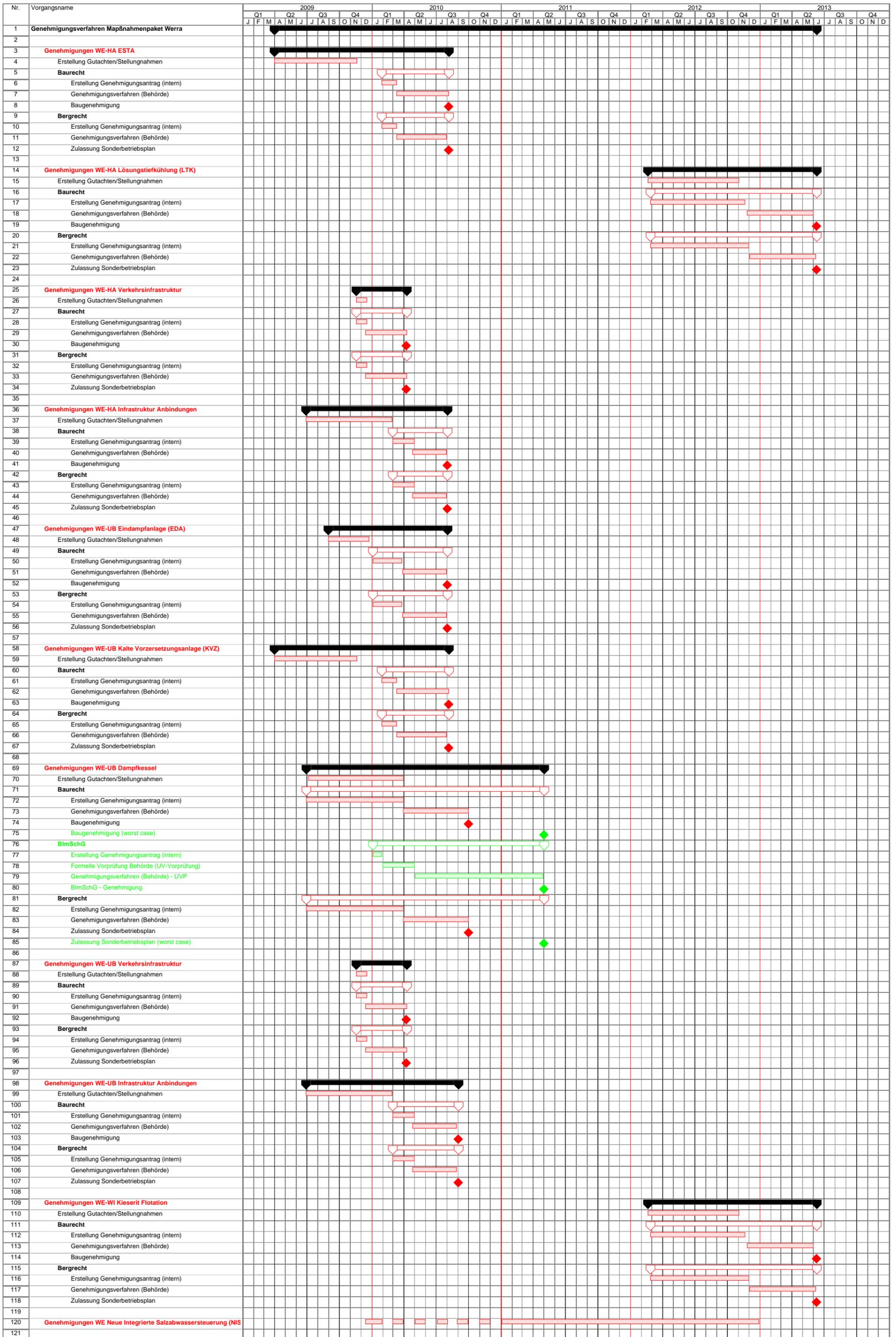
Hier sind folgende Zeitpläne aufgeführt:

- Laufende und geplante Arbeiten zur Realisierung der NIS
- Übersicht Genehmigungsverfahren Maßnahmenpaket Werra
- Bauzeitenplan Standort Hattorf WE-HA ESTA
- Bauzeitenplan Standort Hattorf WE-HA Lösungstiefkühlung (LTK)
- Bauzeitenplan Standort Hattorf WE-HA Verkehrsinfrastruktur
- Bauzeitenplan Standort Hattorf WE-HA Infrastruktur Anbindungen
- Bauzeitenplan Standort Unterbreizbach WE-UB Eindampfanlage (EDA)
- Bauzeitenplan Standort Unterbreizbach WE-UB Kalte Vorzerersetzung (KVZ)
- Bauzeitenplan Standort Unterbreizbach WE-UB Dampfkessel
- Bauzeitenplan Standort Unterbreizbach WE-UB Verkehrsinfrastruktur
- Bauzeitenplan Standort Unterbreizbach WE-UB Infrastruktur Anbindungen
- Bauzeitenplan Standort Wintershall WE-WI Kieserit-Flotation
- Bauzeitenplan Werk Werra WE Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS)

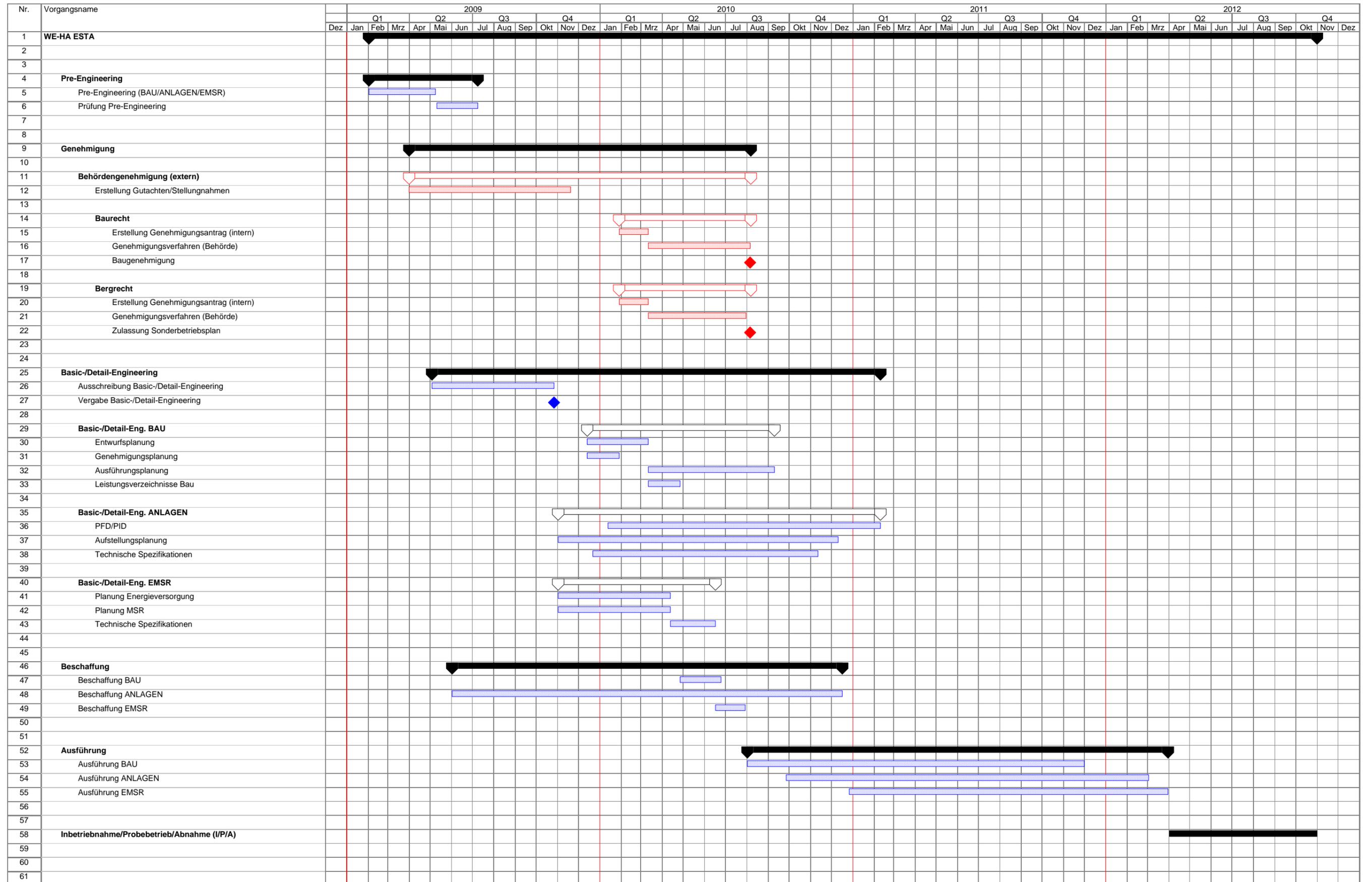
Laufende und geplante Arbeiten zur Realisierung der NIS



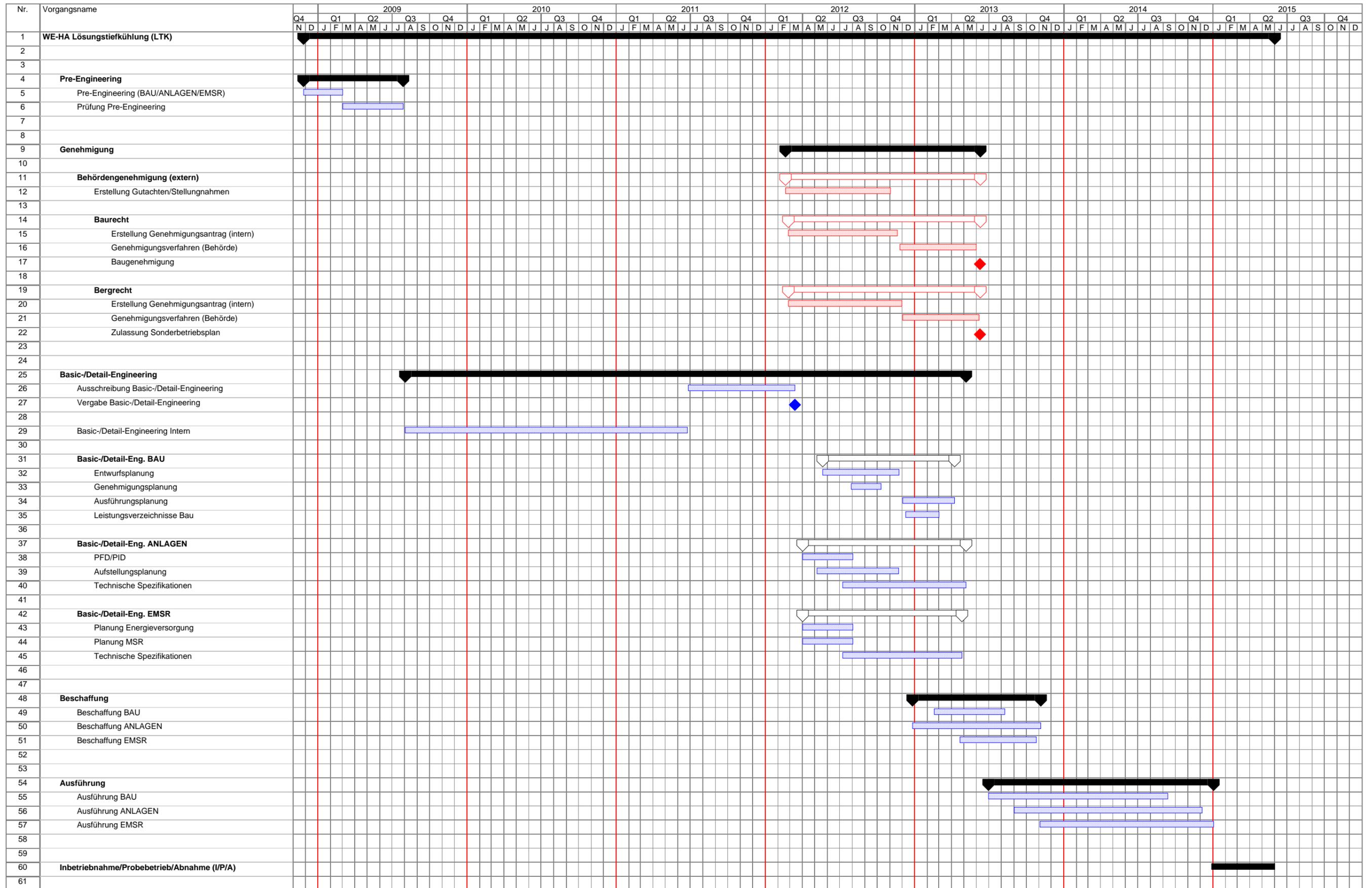
# Übersicht Genehmigungsverfahren Maßnahmenpaket Werra



# WE-HA ESTA

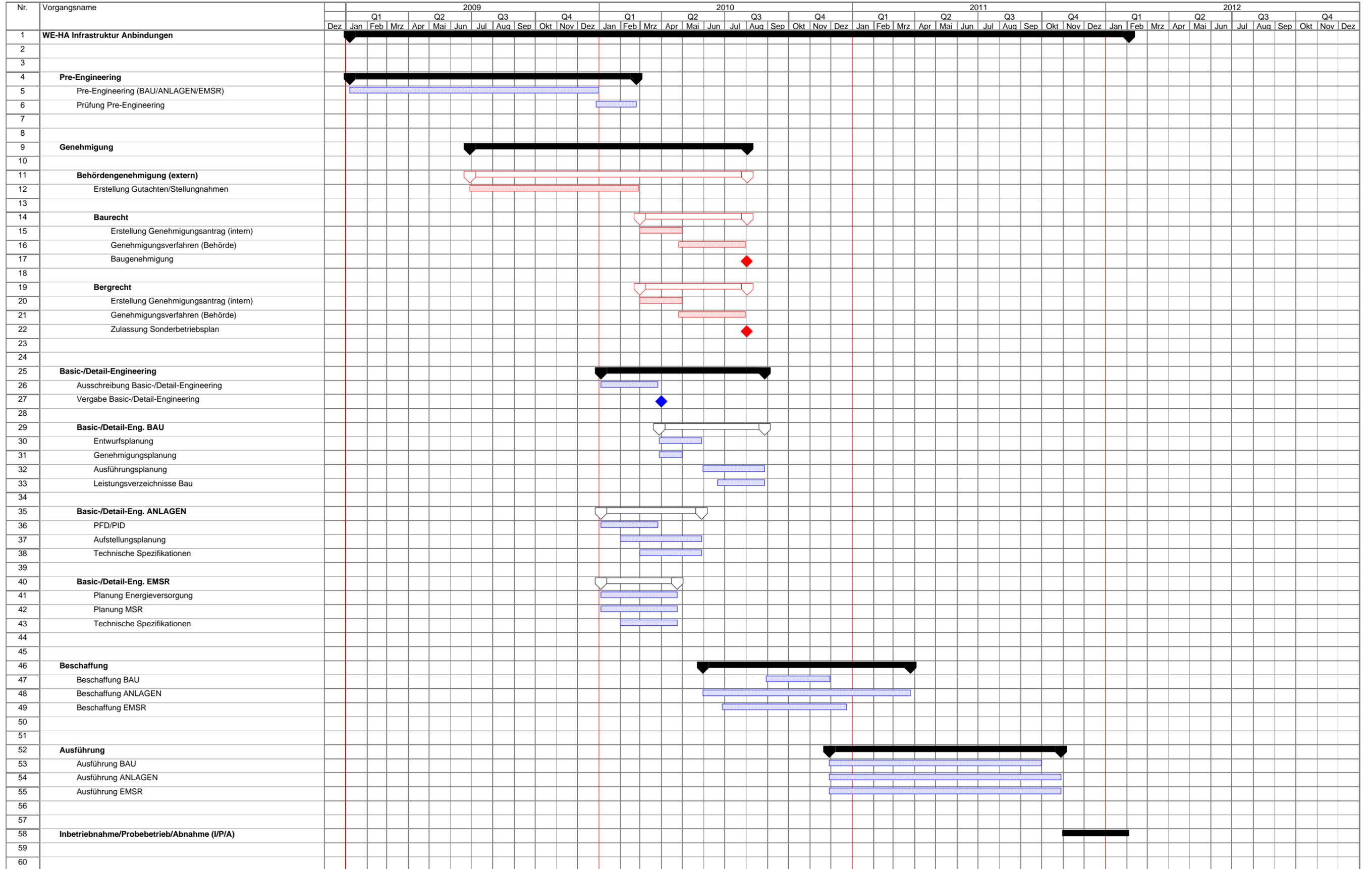


## WE-HA Lösungstiefkühlung (LTK)

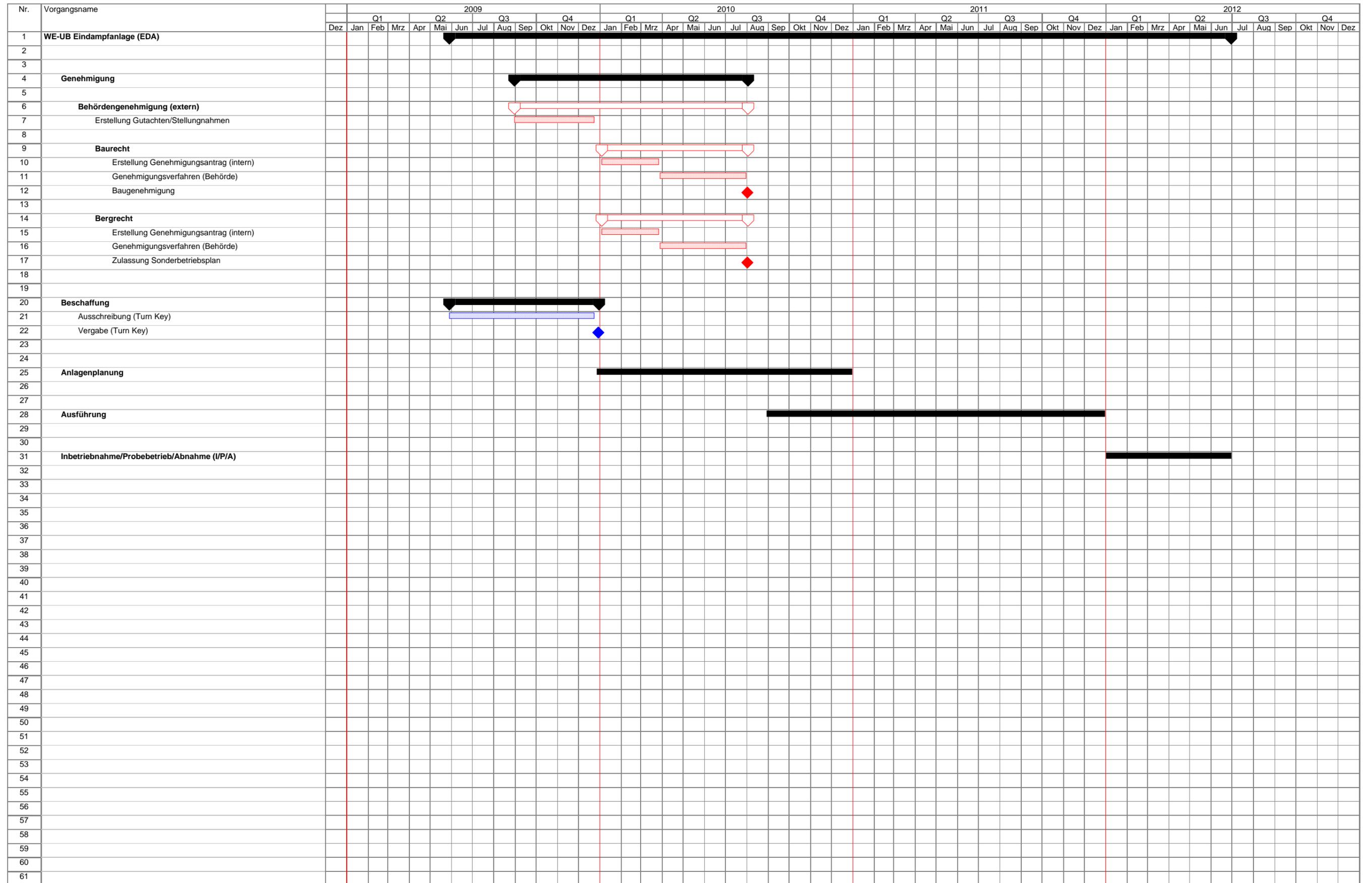




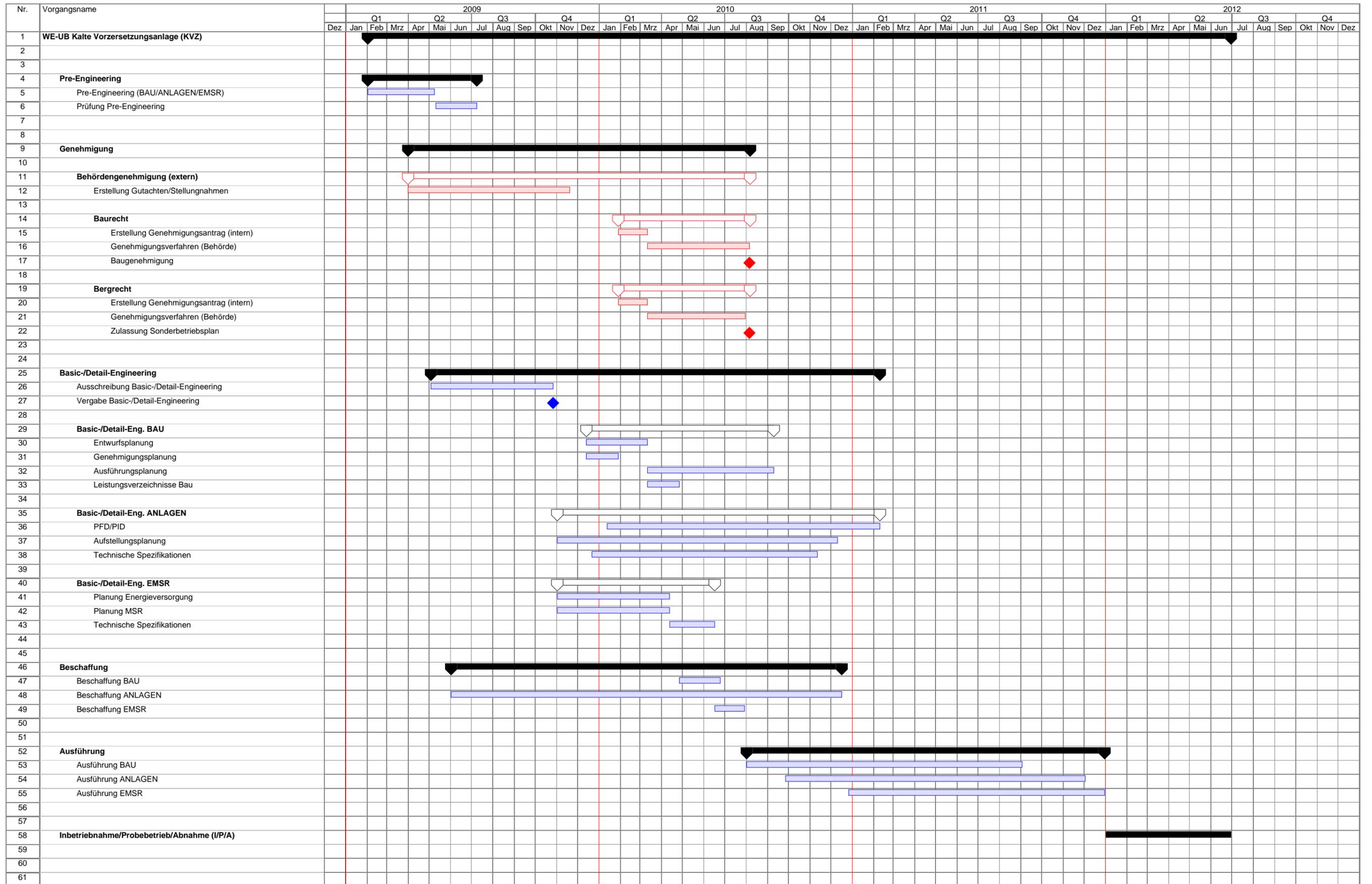
## WE-HA Infrastruktur Anbindungen



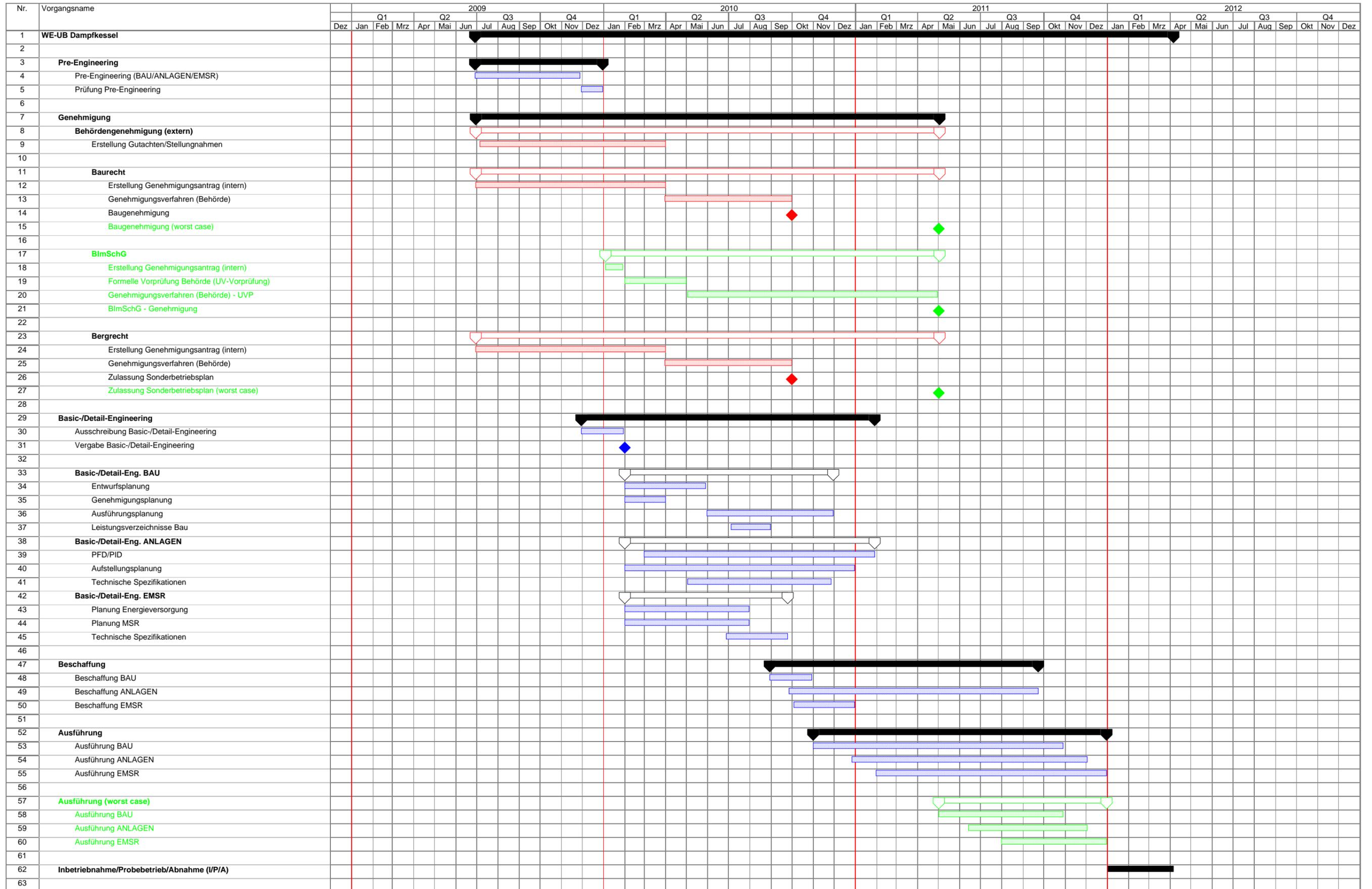
## WE-UB Eindampfanlage (EDA)



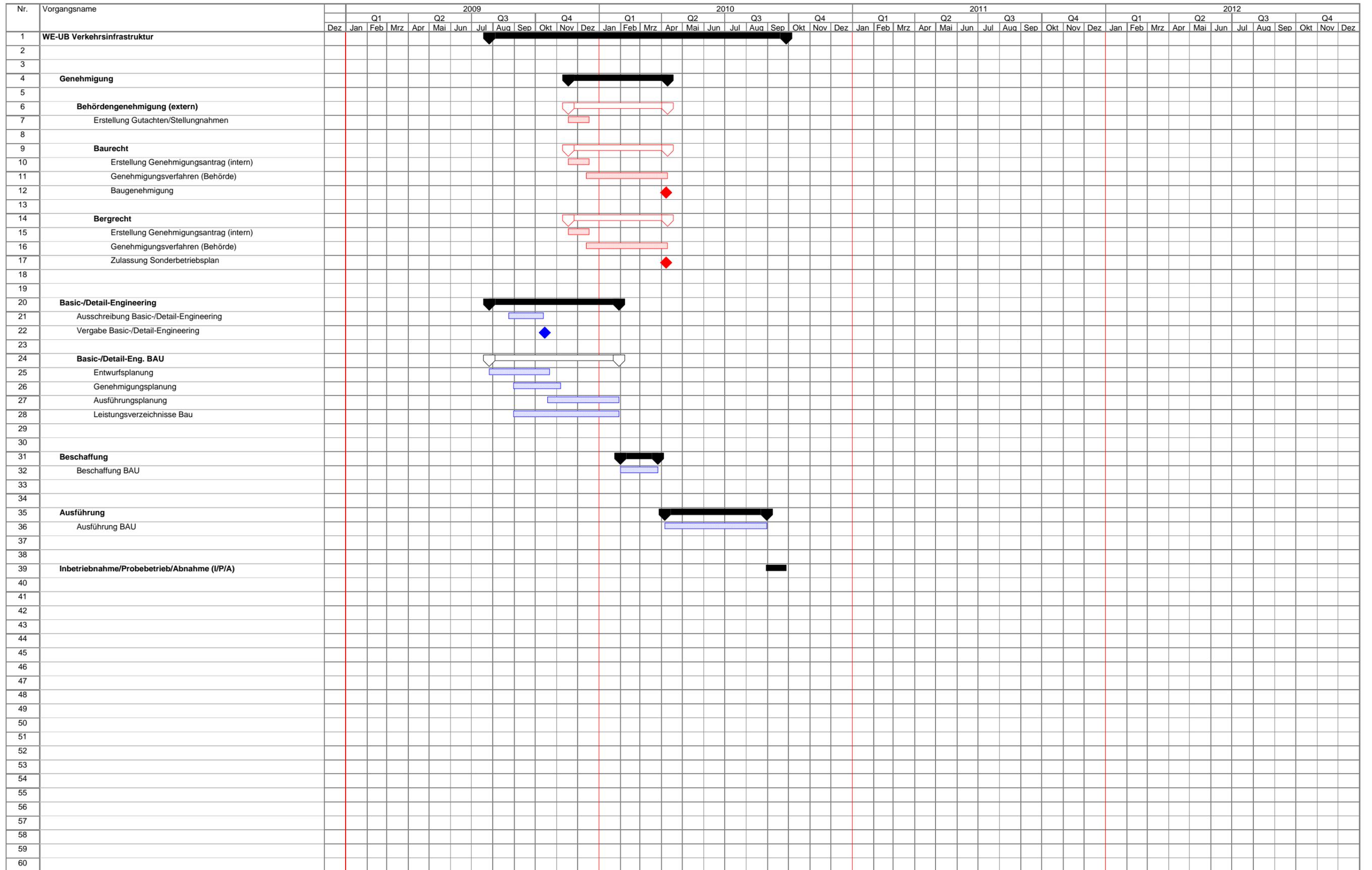
## WE-UB Kalte Vorzeretzungsanlage (KVZ)



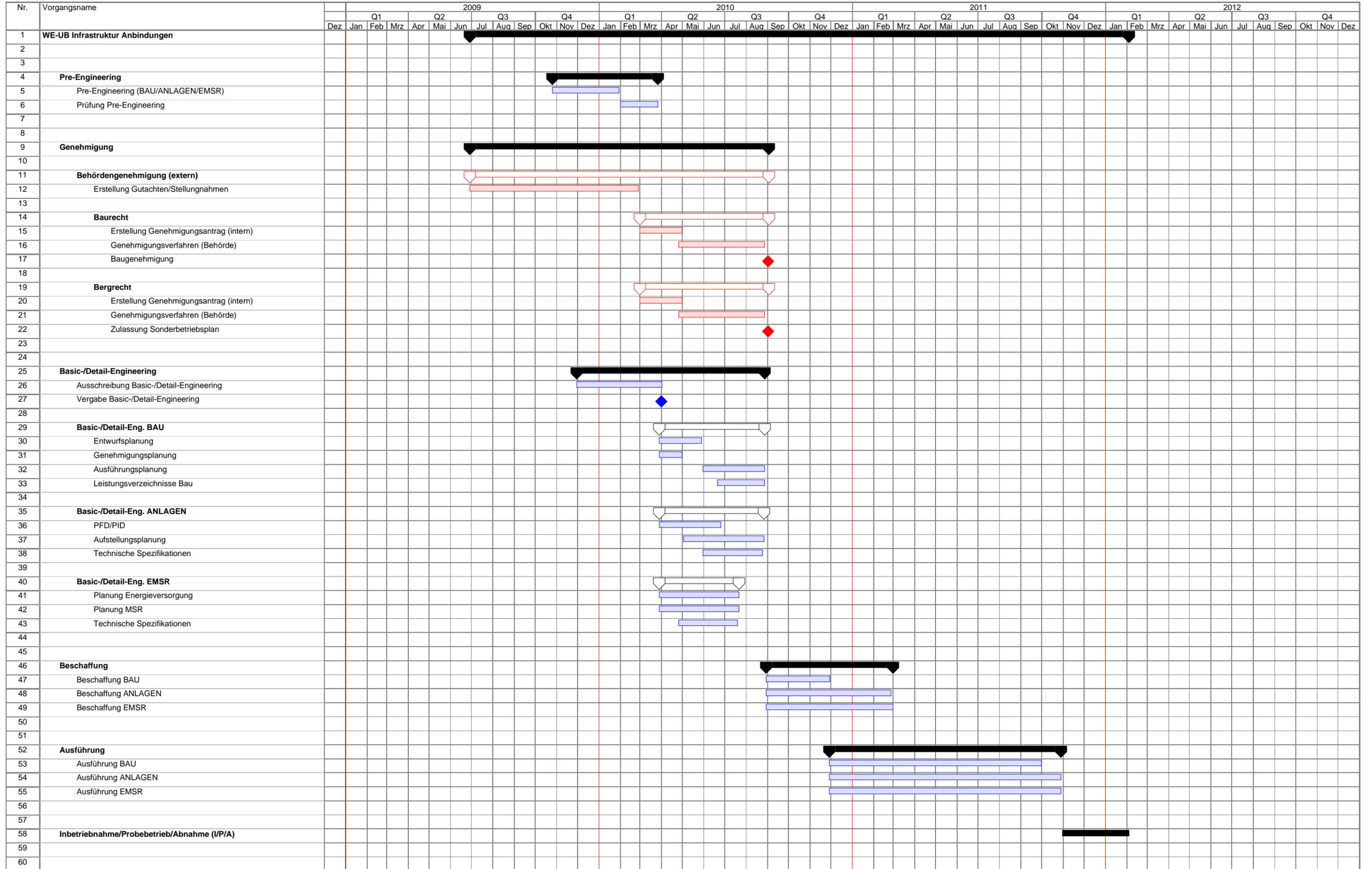
# WE-UB Dampfkessel



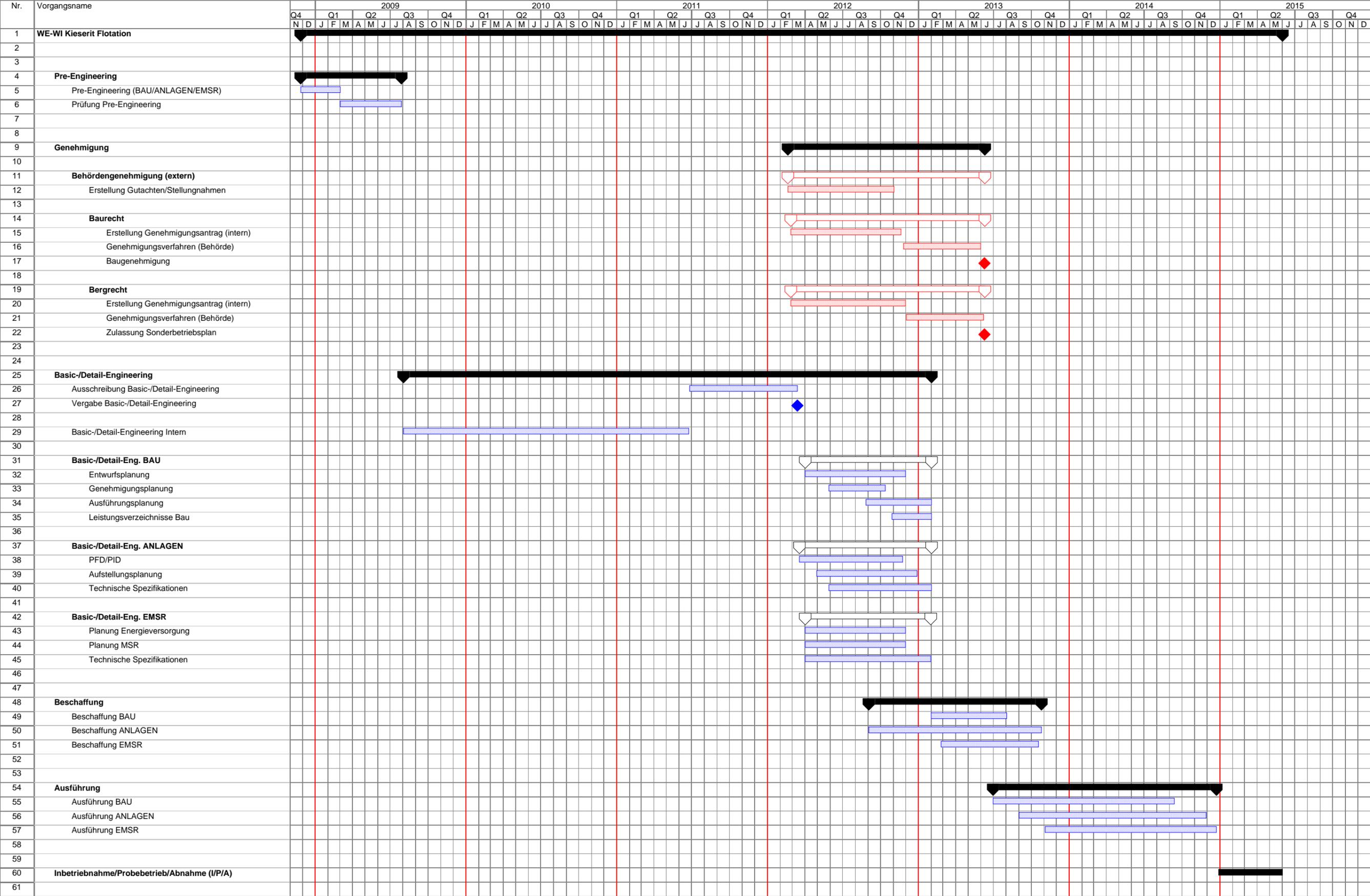
## WE-UB Verkehrsinfrastruktur



## WE-UB Infrastruktur Anbindungen



# WE-WI Kieserit Flotation



### WE Neue Integrierte Salzabwassersteuerung (NIS)

