

Rahmenbetriebsplan

Kavernenanlage Etzel

Antragsteller/Unternehmer:
STORAG ETZEL GmbH,
Beim Postweg 2, 26446 Friedeburg
vertreten durch Herrn Christoph Uerlich und Hans Joachim Schweinsberg

25.01.2019

Datum Unterschriften

Durch den Betriebsrat der STORAG ETZEL zur Kenntnis genommen:

25.01.2019

Datum Unterschrift

Julia Fikbe

Inhalt

1	Antrag	3
2	Einführung	3
2.1	Übersicht und Zulassungsstatus	3
2.2	Unternehmensorganisation und Eigentumsverhältnisse	4
3	Anlagenentwicklung	4
3.1	Bestand.....	4
3.2	Perspektiven zur Anlagenentwicklung Rohöl und Erdgas.....	5
3.3	Alternative Nutzungen von Kavernen.....	5
4	Maßnahmen zur Gewährleistung und Verbesserung eines sicheren Anlagenbetriebs	6
4.1	Umrüstung von Ölkavernen auf Bohrung mit Kontroll-Ringraum	6
4.2	Weiteres Vorgehen bei „gestraddelten“ Gaskavernen	6
4.3	Maßnahmen an Gaskavernen zur Erfüllung der Anforderungen der 12. BImSchV	7
4.4	Sicherstellung der Integrität von Feld- und Fernleitungen sowie sonstigen Betriebsanlagen	7
5	Auswirkungsanalyse auf der Basis prognostizierter Senkungen	8
5.1	Stand der Erfassung von Oberflächeneinwirkungen	8
5.2	Senkungsprognose.....	8
5.3	Auswirkungsanalyse.....	9
5.4	Auswirkungsmanagement	11
6	Verwahrungskonzept von Kavernen	11
6.1	Veranlassung.....	11
6.2	Untersuchungen zum Stand von Wissenschaft und Technik.....	12
6.2.1	Einführung	12
6.2.2	Konzept zur Kavernenverwahrung	13
6.3	Entwicklungsgeschichte der Kavernen im Salzstock Etzel	13
6.4	Klassifizierung der Kavernen Etzel.....	15
6.5	Prozessablauf Verwahrung	15
6.6	Bohrloch-Verfüllung	17
6.7	Rückbau Infrastruktur und Wiedernutzbarmachung des Geländes	17
7	Ende der Bergaufsicht.....	18
8	Anlagen	18

Anhänge

1 Antrag

Mit der vorliegenden Unterlage beantragen wir die Zulassung des Rahmenbetriebsplans für die Kavernenanlage Etzel. Der genehmigte Bestand des Kavernenspeichers und derzeit absehbare zukünftige Entwicklungen werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

2 Einführung

2.1 Übersicht und Zulassungsstatus

Die STORAG ETZEL GmbH ist der bergrechtliche Unternehmer und Betriebsführer der Kavernenanlage Etzel, die zur Lagerung von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen genutzt wird. Die Aufgaben des laufenden Betriebs sowie der weiteren Entwicklung der Kavernenanlage führt die STORAG ETZEL GmbH, in Zusammenarbeit mit ihrer 100 % -Tochtergesellschaft, der STORAG ETZEL Service GmbH, durch.

Die Kavernenanlage besteht derzeit aus Speicher- und Solkavernen und den für den Betrieb bzw. die Erstellung notwendigen obertägigen Einrichtungen und erdverlegten Leitungen, inkl. der Flüssigkeitsleitungen nach Wilhelmshaven.

In der Kavernenanlage Etzel werden derzeit 24 Kavernen zur Lagerung von Rohöl und 51 Kavernen zur Gasspeicherung genutzt. Weitere 24 Kavernenlokationen sind genehmigt und stehen für einen weiteren Ausbau zur Verfügung.

Wesentliche Grundlage für den Bau und Betrieb der bestehenden Anlagen und der zugelassenen 99 Kavernen bildete die folgende Hauptzulassung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG):

- Kavernenanlage Etzel, Rahmenbetriebsplan für den Bau und Betrieb von Kavernen und technischen Anlagen, Antrag auf Ergänzung und Verlängerung der bestehenden Zulassungen; zugelassen vom LBEG am 12.01.2007, Az.: 02/07 RKH W6224 A; Verlängerung des Rahmenbetriebsplans, zugelassen vom LBEG am 27.01.2017, befristet bis zum 31.01.2020, Az.: L1.1/L67150/2016-0036

Alle weiteren Zulassungsvoraussetzungen gem. § 55 BbergG, Ziffer 1 – 9, werden auf der Grundlage bestehender Rechte, Bewilligungen und Genehmigungen erfüllt. Der Nachweis hierüber wird über Grundbücher (Salz, Oberfläche, Dienstbarkeiten), gültige Betriebspläne (Haupt- und Sonderbetriebspläne) sowie das Risswerk (gem. MarkschBergV) erbracht. Die Entwicklungsplanungen der STORAG ETZEL stehen im Einklang mit dem Regionalen Raumordnungsprogramm (RROP 07/2005) des Landkreises Wittmund.

Zukünftige, über den Bestand von 99 Kavernen hinausgehende Planungen werden in einem bergrechtlichen Planfeststellungsverfahren bzw. in einem zu diesem Zeitpunkt rechtlich geforderten Genehmigungsverfahren zu führen sein.

2.2 Unternehmensorganisation und Eigentumsverhältnisse

Die Eigentumsverhältnisse an der zuletzt vollständig im Besitz der IVG Immobilien AG befindlichen technischen Einrichtungen und Kavernen am Standort Etzel haben sich seit 2008 verändert:

Die PATRIZIA Frankfurt Kapitalverwaltungsgesellschaft mbH (nachfolgend kurz PATRIZIA) hat von der STORAG ETZEL GmbH (früher als "IVG Caverns GmbH" firmierend) 74 Kavernen im Salzstock Etzel mit notariellen Kaufverträgen in 2008 und 2013 erworben. Sie ist inzwischen als Eigentümer aller gekauften Kavernen in den Grundbüchern eingetragen. Darüber hinaus hat sie die im Hinblick auf die Kavernen geschlossenen Miet- und Lagerverträge übernommen. Die PATRIZIA, (früher als "IVG Institutional Funds GmbH" und danach als "TRIUVA Kapitalverwaltungsgesellschaft mbH" firmierend) ist eine deutsche Kapitalanlagegesellschaft im Sinne des Investmentgesetzes und handelt unter anderem für Rechnung der von ihr verwalteten Immobilien-Sondervermögen "IVG Kavernenfonds", die Eigentümer der 74 im kommerziellen Lagerbetrieb befindlichen Kavernen inkl. der zugeordneten Grundstücke, Grundstücksrechte und Salzabbaurechte sind.

Es bestehen Betriebsführungsverträge zwischen der PATRIZIA (als Kaverneneigentümer) und der STORAG ETZEL GmbH (als Betriebsführer), wonach die Fondskavernen durch den Betriebsführer als Unternehmer im Sinne des Bundesberggesetzes entsprechend den Zulassungen und gesetzlichen Vorgaben betrieben werden. Zur Durchführung dieses Betriebsführungsvertrags stellt die PATRIZIA dem Betriebsführer die Salzrechte, Grundstücke und Dienstbarkeiten zur Verfügung bzw. überlässt ihm die Rechte für die Zwecke dieses Betriebsführungsvertrags zur Ausübung. Der Betriebsführer ist verpflichtet, die Fondskavernen zu betreiben und instand zu halten. Einzelheiten regeln die Betriebsführungsverträge.

Seit 2016 hat die STORAG ETZEL GmbH ihren Gesellschaftssitz nach Friedeburg verlegt und mit ihrer Umfirmierung auch den Prozess der Verselbständigung zusammen mit der STORAG ETZEL Service GmbH (als 100%ige Tochter der STORAG ETZEL GmbH) vollzogen. Die STORAG ETZEL hat ihrerseits wiederum die STORAG ETZEL Service GmbH mit der Betriebsführung der auf dem Salzstock Etzel errichteten Kavernenanlage zur Lagerung von Rohöl sowie flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen beauftragt. Die STORAG ETZEL GmbH ist aktuell Eigentümer einer, der 75. im Speicherbetrieb befindlichen Kaverne und der gesamten technischen Infrastruktureinrichtungen zur Durchführung des Sol- und Lagerbetriebs sowie Eigentümer aller weiteren Aufsuchungs- und Gewinnungsrechte am Salzstock Etzel.

3 Anlagenentwicklung

3.1 Bestand

Die Kavernenanlage auf dem Salzstock Etzel umfasst aktuell 75 Speicherkavernen in Betrieb, davon 24 für Erdöl und 51 für Erdgas. Darüber hinaus sind 24 Kavernen für eine zukünftige Erweiterung über Betriebspläne zugelassen, so dass sich insgesamt 99 genehmigte Kavernenstandorte ergeben. Die zugehörigen obertägigen Betriebsanlagen der STORAG ETZEL umfassen dabei im Wesentlichen in

Etzel die Anlagen für den Bau der Kavernen und den Betrieb der flüssigkeitsgefüllten Speicherhöhlräume (z.B. Hauptpumpstation, Verteiler, Solebehandlungsanlagen, Solepumpstation, Rohrleitungen, Schieberbauwerk) sowie die zu den 3 Flüssigkeitsleitungen gehörigen Anlagen in Wilhelmshaven (z.B. Schieberbauwerk, Seewasserpumpstation, Soleeinleitung, Schieber- und Molchstation bei NWO).

Des Weiteren befinden sich im Südfeld die Gasbetriebsanlagen der Speicherbetreiber (Konsortien) Etzel Gas-Lager GmbH & Co. KG (EGL), Erdgasspeicher Etzel (ESE), Etzel-Kavernenbetriebsgesellschaft mbH & Co. KG (EKB) und Friedeburger Speichergesellschaft mbH (FSG) CRYSTAL sowie ein Umspannwerk für Elektrizität der EWE Netz GmbH. Diese Anlagen werden jeweils von eigenständigen Gesellschaften betrieben.

Der Gasspeicher ist mit drei großen Transportleitungen, der Emden-Etzel Pipeline, der NETRA und der Bunde-Etzel Pipeline, an das überregionale Gasversorgungsnetz angeschlossen.

Aufgrund seiner Größe, d.h. den Speicherkapazitäten für Erdöl (ca. 10 Mio. m³) und Erdgas (Arbeitsgasvolumen V_n : ca. 4,3 Mrd. m³), hat sich die Kavernenanlage Etzel zu einem der größten Unterspeicher in Europa entwickelt und besitzt von daher strategische Bedeutung für die Energieversorgung in Nordwest-Europa.

Die Betriebsanlagen, Kavernenplätze und Verteiler sowie die Kavernenstandorte im Süd- und Nordfeld sind in anliegenden Lageplänen dargestellt (Anlage 1: Lageplan Kavernenfeld).

3.2 Perspektiven zur Anlagenentwicklung Rohöl und Erdgas

Vor dem Hintergrund der Veränderungen auf dem Energiemarkt und vorhandener Speicherkapazitäten in Deutschland/Zentraleuropa wird auch in Zukunft der Bedarf für leistungs- und wettbewerbsfähige Unterspeicher gesehen, um die Energieversorgung in Deutschland und im europäischen Versorgungsverbund sicherzustellen. Die geologischen Rahmenbedingungen, die geografische Lage und die bestehende Pipelineinfrastruktur machen den Speicher Etzel auch für einen zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten interessant (z.B. Anbindung an einen LNG-Terminal).

Durch den Bestand von Tanklagern für Rohöl und Mineralölprodukte sowie Anlagen der Petro- und Chemieindustrie nördlich von Wilhelmshaven können sich bei Vorlage bestimmter Rahmenbedingungen Kooperationsmöglichkeiten entwickeln, die den Bau von Verbindungsleitungen zwischen den Partnern erforderlich machen.

3.3 Alternative Nutzungen von Kavernen

Angesichts aktueller energie- und umweltpolitischer Entwicklung in Deutschland werden neben der Speicherung fossiler Energierohstoffen (Erdöl, Erdgas) auch Möglichkeiten in Betracht gezogen, Erneuerbare Energien (EE) in umgewandelter Form in Kavernen einzulagern. Als gasförmige Energieträger kommen hier insbesondere Wasserstoff (H₂), synthetisches Methan (SNG) und Druckluft infrage. Auch technische Gase (z.B. Helium) können in Kavernen gespeichert werden. Derartige

Speicheroptionen sind technisch machbar und bereits heute durch Referenzanlagen langjährig erprobt. Bei einer geplanten Realisierung sind die Rahmenbedingungen unter Beachtung anerkannter Standards zu prüfen und entsprechende Genehmigungsverfahren durchzuführen.

Eine weitere Nutzungsform von Kavernen ist die Soleproduktion oder Solevorhaltung einschließlich der erforderlichen Betriebsanlagen für die industrielle Verwertung des Rohstoffes Salz.

4 Maßnahmen zur Gewährleistung und Verbesserung eines sicheren Anlagenbetriebs

4.1 Umrüstung von Ölkavernen auf Bohrung mit Kontroll-Ringraum

Um den Bestand der Ölspeicherkavernen am Standort Etzel auf den Stand eines Mehrfach-Barrieresystems gem. der BVEG Technischen Regel Bohrungsintegrität (Stand: 07/2017) weiter zu entwickeln, ist geplant, alle 24 Ölkavernen sukzessive mit einer zusätzlichen Rohrtour auszurüsten, um einen Kontrollringraum zu schaffen. Diese Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Betriebssicherheit sollen im Zusammenhang mit erforderlichen Workover-Arbeiten für Instandhaltungszwecke bzw. fristgebundenen Hohlraumvermessungen durchgeführt werden. Zwei Kavernenbohrungen (K113, K208) wurden bereits in 2017/18 nach Durchführung begleitender Inspektionen und Tests erfolgreich umgerüstet. Die übrigen 22 Ölkavernen sollen innerhalb der nächsten ca. 10 Jahre entsprechend ausgerüstet werden.

4.2 Weiteres Vorgehen bei „gestraddelten“ Gaskavernen

Im Jahr 2014 kam es an zwei neuen Gasspeicherkavernen im Feldesteil Etzel Nord zu einem Abriss des Gasförderstrangs, wobei diese – nach Untersuchungsergebnissen anerkannter Experten – im Zusammenhang mit der fehlenden Korrosionsbeständigkeit von Anbauteilen der zugelieferten USAV-Einheiten stehen. Durch das bestehende Mehrfach-Barrieresystem an Gaskavernen konnten diese Vorfälle sicher beherrscht werden. An den zwei betreffenden Kavernen wurden anschließend die Untertageausrüstungen vollständig erneuert. Um evtl. weiteren derartigen Vorfällen vorzubeugen, wurde an den übrigen 28 neuen, vergleichbar ausgerüsteten Gaskavernen vorsorglich jeweils eine sogenannte Straddle-Einheit (rohrförmige Haltevorrichtung mit Packern) in den Förderstrang eingebaut, die die korrosionsanfälligen Stellen überspannt und somit einstweilen für die erforderliche Festigkeit und Dichtheit der Verrohrung (d.h. für Systemsicherheit) sorgt. Die Korrosionsanfälligkeit von Anbauteilen der zugelieferten USAV-Einheiten selbst wurde hierdurch jedoch noch nicht beseitigt. Mit der jeweiligen Straddle-Maßnahme wurde zudem die Funktion des ursprünglich „tubing mounted“ USAV in Form eines von der Oberfläche ansteuerbaren Klappenventils (gem. BVOT für das Land Niedersachsen) aufgehoben. Stattdessen wurde zur Realisierung der USAV-Funktion einstweilen ein Storm-Choke oberhalb des „Straddles“ in die Bohrung eingebaut. Zur Beseitigung der Korrosionsanfälligkeit von Anbauteilen der zugelieferten USAV und zur Wiederherstellung der vollen ursprünglich vorgesehenen Funktionalität (einheitlich großer Fließquerschnitt, Steuerbarkeit des USAV gem.

BVOT) ist vorgesehen, die 28 „gestradelten“ Gaskavernenbohrungen im Nordfeld zu rekomplettieren. Diese Baumaßnahmen sind technisch anspruchsvoll und erfordern eine sorgfältige Planung, Abstimmung und Ausführung der technischen Prozesse, zumal sie in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Material, Service-Ausrüstungen und -Personal während des laufenden Gaswirtschaftsbetriebs durchgeführt werden. Angesichts dieser Rahmenbedingungen werden voraussichtlich 3 bis 4 Rekomplettierungen pro Jahr unter Einsatz spezieller Hochdruckschleusen-Ausrüstungen (Snubbing Unit) durchgeführt werden können, was bezogen auf die Gesamtanzahl der betroffenen Kavernenbohrungen eine Projektlaufzeit von etwa 7 - 10 Jahren ergibt.

4.3 Maßnahmen an Gaskavernen zur Erfüllung der Anforderungen der 12. BImSchV

Nach Überschreiten einer bestimmten Mengenschwelle fallen die Betriebsbereiche von Gasspeicherkavernen unter die Störfall-Verordnung (12. BImSchV). Als Betreiber der betroffenen Betriebsbereiche ist STORAG ETZEL verpflichtet, Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um Störfälle von vornherein zu vermeiden bzw. im Falle des Eintritts eines Störfalles sofort zu handeln, um Auswirkungen auf Menschen und Umwelt so weit wie möglich zu minimieren. Neben dem Sicherheitsbericht der STORAG ETZEL gemäß § 9 der Verordnung, der alle hier geforderten Informationen enthält, haben die Betreiber aller Anlagen im Bereich der Kavernenanlage Etzel einen gemeinsamen Allgemeinen Gefahrenabwehrplan (AGAP) erstellt. Der Plan enthält u.a. Beschreibungen der Anlagen, Sicherheitseinrichtungen, Alarmierungsabläufe, Schutz- und Notfallmaßnahmen, Listen der verantwortlichen Personen, Rufnummern und eine Verpflichtung zur gegenseitigen Information. Der AGAP wird regelmäßig aktualisiert. Die zuständige Katastrophenschutzbehörde erhält von der STORAG ETZEL regelmäßig Informationen, um ihren Aufgaben nachkommen zu können.

Allgemeine Informationen zu den Gefahren, die von einem Störfall ausgehen können, sowie wichtige Verhaltensregeln im Ereignisfall (gem. § 11 der Verordnung) wurden an die Nachbarn der Kavernenanlage verteilt und können zusätzlich über die Webseite des Unternehmens abgerufen werden.

Der hinreichende Schutzabstand von der Wohnbebauung zu Störfall-relevanten Betriebsbereichen im Kavernenfeld ist über gutachterliche Berechnungen anerkannter Sachverständiger nachgewiesen, so dass der Schutz von Anwohner vor Störfallereignissen durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen gewährleistet ist.

4.4 Sicherstellung der Integrität von Feld- und Fernleitungen sowie sonstigen Betriebsanlagen

Sämtliche Anlagen, Einrichtungen und Leitungen der Kavernenanlage Etzel wurden entsprechend der fortschreitenden Entwicklung des Untergrundspeichers gemäß jeweils geltender rechtlicher Vorschriften und technischer Standards zugelassen, gebaut und in Betrieb genommen. Während der Betriebs-

zeit werden diese Anlagen nach den gesetzlichen Vorgaben und Betriebsplan-Nebenbestimmungen kontrolliert, geprüft und gewartet.

Neben den regelmäßigen Betriebskontrollen und Prüfungen werden Monitoringmaßnahmen zur Sicherstellung der Integrität der medienführenden Leitungen und Anlagen nach geltenden Standards und Normen durchgeführt. Im Hinblick auf die Betriebsperspektive des Unternehmens wurden in den letzten Jahren vorbeugend größere Instandhaltungsmaßnahmen geplant und durchgeführt, um die Anlagen langfristig in sicherem und funktionstüchtigem Zustand zu halten. Hierzu gehören u.a. die Projekte

- „Reha Südfeld“, Erneuerung des erdverlegten Feldleitungssystems im Südfeld einschließlich der Verteilerstationen in mehreren Baustufen (2015 – 2021)
- Sanierung/Neubau Wasserbehandlungsanlagen (2019)
- Sanierung von Teilbereichen der Ölleitung Etzel-Wilhelmshaven (2019)
- Sanierung der Seewasser-Pumpstation an der Niedersachsenbrücke (2019/2020)

5 Auswirkungsanalyse auf der Basis prognostizierter Senkungen

5.1 Stand der Erfassung von Oberflächeneinwirkungen

Gemäß BBergG werden im Bereich der Kavernenanlage Etzel jährlich Messungen, sogenannte Präzisions-Nivellements, zur Feststellung von Art und Umfang von Bodensenkungen durchgeführt. Das Messpunktnetz umfasst aktuell rd. 800 Höhenfestpunkte (Stand 2017), die sich auf einer Oberfläche von ca. 150 km² verteilen und hinsichtlich des Höhenbezugs in das Netz der Landesvermessung in Niedersachsen (LGLN) eingebunden sind.

Das Nivellement wird entsprechend den Vorgaben der Markscheider mit der Genauigkeit 1. Ordnung ausgeführt und anschließend ausgewertet. Die Messergebnisse werden beim LBEG eingereicht. Darüber hinaus wird der Einwirkungsbereich des Untergrundspeichers gem. EinwirkungsBergV vom Markscheider ermittelt und dem LBEG angezeigt.

5.2 Senkungsprognose

Durch den zunehmenden Anteil an Gaskavernen am Gesamtbestand und die Expansion des Kavernenfeldes ab 2007 beschäftigt sich das Unternehmen intensiv mit der Fragestellung, wie sich die im Laufe der Betriebsjahre eingetretenen Senkungen zukünftig langfristig weiter entwickeln werden. Prognoseuntersuchungen und Modellberechnungen haben an Bedeutung gewonnen, um einerseits Bodenbewegungen besser kontrollieren und bewerten zu können und andererseits Senkungswirkungen durch rechtzeitige Gegenmaßnahmen beherrschbar zu machen.

Vor diesem Hintergrund hat das Unternehmen zuletzt 2015 einen Auftrag zur Erstellung einer Senkungsprognose vergeben, um die Betriebsentwicklung unter den modellhaften Rahmenbedingungen von 99 gebauten Kavernen, jeweils 100 Jahren Speicherbetrieb und anschließender Verwahrung zu

untersuchen und zu bewerten. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat die Ergebnisse der Senkungsprognose unter Einbeziehung konservativer Randbedingungen in 2016 vorgelegt. Sie kommt bei dieser Untersuchung zum Ergebnis, dass sich im Einwirkungsbereich der Kavernenanlage eine Senkungsmulde ausbilden wird, die im zentralen, tiefsten Punkt eine maximale Senkung von -2,57 m erreicht (im Jahr 2317, d.h. 200 Jahre nach Betriebsende; Anlage 2: Isokatabasenplan 2317). Darüber hinaus werden Senkungsraten, Schiefelagen, horizontale relative Längenänderungen an der Geländeoberfläche im betroffenen Bereich prognostiziert. Die Ergebnisse der Prognose stellen einen fundierten und wissenschaftlich belegten Rahmen der zu erwartenden Bodenbewegungen und -verformungen dar. Um die Prognose gegenüber der zukünftigen Senkungsentwicklung abzusichern, werden die Prognoseergebnisse regelmäßig anhand von Nivellementmessungen überprüft. Werden hierbei im Trend größere Abweichungen festgestellt, wird in Abstimmung mit dem LBEG eine Aktualisierung der Senkungsprognose durchgeführt. Das Gutachten der BGR (2016) ist im Anhang 1 beigefügt.

5.3 Auswirkungsanalyse

Auf der Grundlage der Senkungsprognose (BGR 2016) für den Ausbauzustand von 99 Kavernen und einem Betrieb von 100 Jahren wurde eine Auswirkungsanalyse durch einen anerkannten externen Sachverständigen (DMT 2018) erstellt. Die Analyse untersucht und bewertet die Auswirkungen des Kavernenbaus auf Gebäude und Infrastruktur, Wasser (Hydrogeologie und Oberflächengewässer) sowie Boden- und Naturschutz. Darüber hinaus wurden im Zuge der Untersuchungen Gegenmaßnahmen entwickelt, um nachteilige Wirkungen zu vermindern oder gar zu vermeiden. Wesentliches Ziel der Gegenmaßnahmen ist die weitgehende Erhaltung des Status Quo, d.h.

1. Trockenhaltung der Senkungsmulde durch bewährte wasserwirtschaftliche Maßnahmen
2. Sicherung der Siedlungsbereiche, historischer Bauwerke und Infrastruktur
3. Erhaltung des wesentlichen Charakters der bestehenden Kulturlandschaft sowie die Vermeidung von Eingriffen in die Ökologie.

Die Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen stellt im Ergebnis dar, dass die bergbaulichen Wirkungen auf betroffene Schutzgüter auch unter Berücksichtigung von konservativen Randbedingungen (z.B. Hochwasserereignis HQ₁₀₀) unter rechtzeitiger Anwendung üblicher, praktisch bewährter Maßnahmen beherrschbar sind und die gesetzten Ziele erreicht werden können.

Gebäude und Infrastruktur:

Durch die prognostizierten Bodenbewegungen werden keine Schäden an Straßen und Wegen erwartet. Auch insgesamt sind nur wenige Schäden an Gebäuden zu erwarten, da die größten Bodenbewegungen außerhalb der geschlossenen Ortschaften auftreten. Schäden an der öffentlichen Infrastruktur werden gering sein und können bei rechtzeitiger Durchführung von Gegenmaßnahmen gemindert oder sogar vermieden werden. Vorbeugend wird hierzu seit 2015 u. a. ein Gebäudemonitoring an 36 repräsentativen Häusern und empfindlichen Bauwerken durchgeführt.

Hydrogeologie, Wasserwirtschaft:

Zukünftig würden durch fortschreitende Senkungen insbesondere im Nordfeld Vernässungen und ab ca. 2060 weiträumige Überflutungen auftreten, die allerdings durch rechtzeitige Gegenmaßnahmen sicher beherrscht und vermieden werden können. In der Auswirkungsanalyse wurde hierfür ein Konzept zur Trockenhaltung des Senkungsbereichs und zum Wassermanagement in Abstimmung mit Fachbehörden und der Sielacht entwickelt und in Bezug auf Hochwasserereignisse überprüft, welches durch bewährte Wasserhaltungsmaßnahmen die Senkungswirkungen während der Betriebszeit der Kavernen ausgleicht und für die Steuerbarkeit in der Wasserwirtschaft sorgt.

In der „Vorzugsvariante“ wird die Vertiefung und Verbreiterung des Gewässers Kalbsschloot auf einer Länge von rd. 2 km vom Zentrum der Senkungsmulde nach Norden zum bestehenden Schöpfwerk am Friedeburger Tief dargestellt (Anlage 3: Vorzugsvariante: Maßnahmenplanung und Monitoring). Bei Erreichen bestimmter Senkungsbeträge tritt höhenbedingt eine Fließumkehr bei der Schiffsbalje und nachfolgend beim Geestrandgraben ein, so dass über Durchstiche im Senkungszentrum der Wassereinzug dieser Gewässer in den Kalbschloot übergeleitet wird. Zeitlich abgestimmt erfolgen dazu Absperrmaßnahmen an den jeweiligen Einmündungen dieser Gewässer in das Friedeburger Tief, um einen Abfluss aus dem Friedeburger Tief in die Seitengewässer zu unterbinden. Mit zunehmender Senkung wird für das Friedeburger Tief eine abschnittsweise Verwallung erforderlich, um Ausuferungen bei hohen Wasserständen zu vermeiden.

Dem Kalbsschloot kommt nach diesem Konzept eine zentrale Bedeutung für die Entwässerung des Senkungsbereichs zu, so dass das Gewässer im Unterlauf entsprechend den hydraulischen Erfordernissen (einschließlich Hochwasserabfluss) ausgebaut wird. Das bestehende Schöpfwerk zum Heben des anströmenden Oberflächenwassers in das Friedeburger Tief wird in Abstimmung mit der Sielacht bedarfsgerecht ertüchtigt.

Nach Prüfung und Bewertung von möglichen Alternativen unter Einbeziehung von Fachbehörden und der Sielacht weist diese Vorzugsvariante zur Wasserhaltung die meisten Vorteile auf.

Ökologie (Naturhaushalt, Landschaftsbild):

Die Auswirkungen auf die Ökologie hängen maßgeblich von hydrologischen Faktoren im Boden, im Wesentlichen dem Grundwasserflurabstand, ab. Dies bedeutet, dass sich die ökologischen Verhältnisse, der Lebensraum für Flora und Fauna, grundsätzlich nicht ändern, wenn der Ausgangszustand bezogen auf den Grundwasserflurabstand sich nicht wesentlich verändert. Dieser Zusammenhang bildet die Zielvorgabe für die Wasserwirtschaft in der Auswirkungsanalyse: Bei rechtzeitiger Anwendung und Steuerung wasserbaulicher Maßnahmen zur „Trockenhaltung“ kommt es durch die Senkungen nach den Untersuchungsergebnissen zu keinen wesentlichen Veränderungen oder Beeinträchtigungen der Ökologie.

Darüber hinaus bietet die in der Auswirkungsanalyse detailliert untersuchte Vorzugsvariante zum Wassermanagement gegenüber den anderen Varianten deutliche Vorteile in Bezug auf Flächenverbrauch, Landschaftsbild und Vermeidung von Eingriffen in die Ökologie. Bei der bedarfsgerechten Umsetzung der Wasserhaltungsmaßnahmen ergibt sich weiterhin die Möglichkeit, Wasserstände

saisonal und lokal zu steuern und Flächennutzungen damit nachhaltig zu entwickeln. Einzelheiten können dem Ergebnisbericht der DMT im Anhang 2 entnommen werden.

5.4 Auswirkungsmanagement

Mit der Auswirkungsanalyse wird die Grundlage für ein zukünftiges Managementsystem geschaffen, mit dem die Wirkungen senkungsbedingter Bodenbewegungen besser überwacht und Gegenmaßnahmen zur Vermeidung oder Minderung nachteiliger Wirkungen rechtzeitig eingeplant werden können. Einen wesentlichen Bestandteil des Auswirkungsmanagements bildet ein umfassendes Monitoring, um Veränderungen bei den betroffenen Schutzgütern frühzeitig zu erkennen und zu dokumentieren. Gegenmaßnahmen sind dadurch frühzeitig planbar und die Zielzustände bezüglich Wasserwirtschaft und Ökologie beeinflussbar, das heißt steuerbar. Im Auswirkungsmanagement werden hierzu die entsprechenden Prozesse zur Überwachung, Steuerung und Dokumentation definiert. Ziel des Auswirkungsmanagements ist auch die Aufstellung und Aktualisierung eines Maßnahmenplans, in dem insbesondere auch die Maßnahmen zur Wasserhaltung beschrieben und deren Realisierung verfolgt werden. Die Schaffung von nachhaltigen Lösungen hat hierbei aus ökologischen wie ökonomischen Gründen einen hohen Stellenwert.

Die Umsetzung von Maßnahmen im Auswirkungsmanagement, insbesondere bezüglich Wasserbau, erfolgt in enger Abstimmung mit den Fachbehörden, betroffenen Trägern öffentlicher Belange, Verbänden (z.B. Sielacht) und Eigentümern auf der Grundlage konkreter Ausführungsplanungen. Die entsprechenden Antragsunterlagen werden den zuständigen Behörden zur Genehmigung vorgelegt.

6 Verwahrungskonzept von Kavernen

6.1 Veranlassung

Der Lebenszyklus einer Kaverne kann grundsätzlich in drei Abschnitte untergliedert werden. In der ersten Phase, der Herstellung, wird der Hohlraum gesolt. Anschließend beginnt die Phase des Speicherbetriebs für die flüssigen oder gasförmigen Produkte (Erdöl, Erdgas), der durch Lagerphasen sowie Ein- und Ausspeichervorgänge gekennzeichnet ist. Im letzten Abschnitt wird die Kaverne außer Betrieb genommen und dauerhaft sicher verwahrt.

Das Konzept für die Verwahrung einer Kaverne lässt sich in zwei Aufgabenbereiche gliedern:

Der gebirgsmechanische Teil, der den Standsicherheitsnachweis liefert, und der geotechnische Teil, der sich mit dem Verschluss- und Verfüllverfahren befasst.

Dabei werden an die Verwahrung von Kavernen folgende Anforderungen gestellt:

- Sichere Vermeidung eines Austritts des zur Verwahrung vorgesehenen Verfüllstoffs (z.B. Sole)
- Gewährleistung der Standsicherheit der Kaverne (Pfeiler, Kontur, Schweben) und Ausschluss einer Kollapsgefahr

- Begrenzung der Bodensenkung auf marginale, bergschadenskundlich nicht relevante Werte bei langen Verwahrzeiten
- Wirtschaftlichkeit
- Nachsorgefreiheit
- Akzeptanz bei Behörden und Bevölkerung.

In Deutschland besteht nach dem BBergG grundsätzlich die Forderung, für die Außerbetriebnahme von Salzkavernen Abschlussbetriebspläne aufzustellen und darin nachzuweisen, dass nach der Stilllegung auch langfristig keine Gefährdung für Dritte zu besorgen ist.

6.2 Untersuchungen zum Stand von Wissenschaft und Technik

6.2.1 Einführung

Die Kavernenverwahrung ist seit Jahrzehnten Gegenstand internationaler Untersuchungen in Fachgremien und Forschungseinrichtungen (z.B. SMRI, BGR, TU Clausthal, IfG, IUB). Entsprechend dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik wird nach den o.g. Vorgaben eine Verwahrung unter Nutzung von Sole als technisch machbar und gebirgsmechanisch auf sehr lange Zeiträume sicher angesehen.

Bei den Forschungsarbeiten geht es vornehmlich um die Fragestellung, wie die großen Hohlräume im Salz dauerhaft mit Sole verfüllt werden können, ohne dass es bei natürlichem, hydraulischen Druckaufbau in der Kaverne zu Rissbildung im umgebenden Salzgestein kommt. Dabei wurde anfänglich als Gefährdungsszenario angesehen, dass eine mögliche Rissausbreitung im Hangenden zum Auspressen der unter hohem Druck stehenden Sole bis ins Deckgebirge und damit langfristig bis in die Grundwasserhorizonte oder möglicherweise auch bis zur Tagesoberfläche führt. Die Befürchtung einer Makro-Rissbildung durch natürlichen Druckaufbau in der Salzkaverne konnte durch Laboruntersuchungen an Salzproben, Druckaufbauteste an realen Kavernen und FEM-Berechnungen widerlegt werden. Vielmehr wurde bei Feld-Versuchen ein Phänomen erkannt, wonach es bereits beim Erreichen der minimalen Gebirgsspannung (teufenabhängiger Gebirgsdruck) zur langsamen und räumlich begrenzten Infiltration von Sole ins angrenzende Salzgestein entlang von Mikrorissen an Kristallkorngrenzen kommen kann.

Physikalisch gesehen, sind es drei wesentliche Prozesse, die den Druckaufbau in einer solegefüllten, verschlossenen Kaverne beeinflussen:

1. die Hohlraumkonvergenz, als Folge der speziellen Verformungseigenschaften des Salzgebirges
2. die thermische Ausdehnung der anfangs ggf. relativ kalten Sole, infolge der Aufwärmung durch das umgebende Salzgebirge
3. die Soleinfiltration ins umgebende Salzgebirge

Die ersten beiden Prozesse führen aufgrund der Inkompressibilität von Flüssigkeiten, hier Sole, zu einem Druckaufbau und somit zu einer wachsenden Fluiddruckbelastung des umgebenden Salzgesteins, insbesondere im Dachbereich der Kaverne.

Die Infiltration von Sole in das Salzgebirge wirkt dem Druckaufbau entgegen. Infolge der Soleinfiltration und der damit verbundenen Durchfeuchtungswirkung wird die Festigkeit des anstehenden Steinsalzes reduziert und das Kriechvermögen in einem bestimmten Maß verstärkt.

6.2.2 Konzept zur Kavernenverwahrung

Im Ergebnis der umfangreichen Untersuchungen hat sich im Laufe der letzten Jahre in Fachkreisen das folgende prinzipielle Konzept zur sicheren Verwahrung von Kavernen im homogenen Steinsalz durchgesetzt, das die in Kap. 6.1 genannten Anforderungen erfüllt:

1. Flutung des Kavernenhohlraums mit Frischwasser oder Sole
2. Durchführung geotechnischer Messungen zur Beweissicherung
3. Stehenlassen der gefluteten Kaverne für einen thermischen Ausgleich zwischen Sole und Gebirge
4. Abdichten der Kaverne gegen die Bohrung und vorschriftsmäßige Verfüllung der Kavernenbohrung
5. Nachweis der geotechnischen Stand- und Langzeitsicherheit der Kaverne im verwahrten Zustand durch gebirgsmechanische Modellierung
6. Feinnivellement nach Abschluss der Verwahrungsarbeiten

Die Berechnungen zu diesem Verschlusskonzept haben insgesamt gezeigt, dass die verwahrte Kaverne standsicher ist und ein Auspressen von Sole in das Deckgebirge innerhalb von mehreren Tausend Jahren nicht zu befürchten ist. Natürliche, das heißt geogene Analoga zu Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen im Salz wurden wissenschaftlich in Bezug auf deren Übertragbarkeit untersucht und inzwischen liegen auch langjährige praktische Erfahrungen aus der Kavernenverwahrung vor, die die Forschungsergebnisse bestätigen.

6.3 Entwicklungsgeschichte der Kavernen im Salzstock Etzel

Der Kavernenstandort Etzel ist geprägt durch eine Salzstockstruktur aus dem Zechstein (Ober-Perm), die sich im tiefen Untergrund pilzförmig von der Salzbasis in mehr als 4.000 m Tiefe bis zum Top in 700 m unter Gelände erstreckt. Das Innere des Salzstocks ist aus salinaren Schichten des Zechstein 1 bis 4 aufgebaut, die im Zuge der Halokinese intern stark verfaltet sind. Aufgrund seiner für den Kavernenbau günstigen Internstruktur und der geografischen Lage in der Nähe der Nordsee wurde die Lagerstätte Ende der 1960er Jahre nach geologischer Vorerkundung zur Anlage eines Untergrundspeichers zur Speicherung der strategischen Erdölreserve des Bundes bestimmt. Als Formation zur

Entwicklung der Kavernen wurde das Steinsalz des Zechstein 2, der Staßfurt-Folge, ausgewählt, das im Salzstock zentral und in großer Mächtigkeit ansteht. Die ersten 33 Kavernenbohrungen wurden Anfang der 1970er Jahre vertikal von Einzelplätzen gebohrt. Aus ihnen wurden bis zum Jahr 1978 Ölkavernen entsprechend den Planvorgaben eines gebirgsmechanischen Gutachtens entwickelt, die als schlanke, bis zu 500 m hohe Zylinder und in Abhängigkeit von der lokalen Geologie im Teufenbereich zwischen 850 m (Dach) und 1800 m (Sumpf) ausgesolt wurden. Um die geforderte Stabilität zu gewährleisten, wurden die Hohlräume in einem hexagonalen Raster mit Bohrlochabständen von rd. 250 m angelegt. Zwischen den Kavernen befindet sich etwa 200 m Salz als Feste und über den Kavernen mindestens 150 m Salinargebirge als Schwebelage. Die ersten Ölkavernen wiesen Hohlraumvolumina von etwa 200 bis 700 Tausend Kubikmetern auf. Ihre Zweckbestimmung war die Langzeit-Speicherung von Öl. Dementsprechend standen die Kavernen unter hydrostatischen Verhältnissen und wurden gemäß der geomechanischen Auslegung möglichst dauerhaft unter hohem Druck gehalten ($G = 0,18 \text{ bar/m}$), um die Konvergenz gering zu halten.

Ende der 1980er Jahre wurde nach Abschluss entsprechender Vereinbarungen ein Projekt zur Umrüstung von Ölkavernen auf Gasbetrieb für den norwegischen Staatskonzern Statoil initiiert. Bis 1993, dem Jahr der Inbetriebnahme der Gasstation für das Etzel Gas-Lager (EGL), waren 8 Gaskavernen betriebsbereit, in 1996 folgte die 9. Gaskaverne. Entsprechend der gebirgsmechanischen Parametrierung wurden die Kavernen vorwiegend im saisonalen Speicherzyklus betrieben.

Anfang der 1990er Jahre entwickelte sich ein Bedarf an zusätzlicher Speicherkapazität für Rohöl, weshalb zwischen 1993 und 1998 sieben neue Ölkavernen, erstmals im abgelenkten Bohrverfahren, im Zuge einer Südfelderweiterung gebaut wurden. Ab 2007 kam eine 8. Ölkaverne hinzu. Die Kavernen wurden an deutsche und niederländische Erdölbevorratungsunternehmen vermietet.

Ende des letzten Jahrhunderts beschloss die Bundesregierung, die Bundesrohölreserve aufzulösen und zu verkaufen. Der Erdölbevorratungsverband (EBV), als Körperschaft öffentlichen Rechts, wurde beauftragt, die Krisenreserve auf bestehender gesetzlicher Grundlage zu organisieren und zu verwalten. Die betreffenden Ölmengen des Bundes wurden bis 2001 ausgelagert und durch gleiche Mengen durch den EBV anschließend ersetzt.

Durch die Liberalisierung des europäischen Gasmarktes entstand ab 2005 eine sprunghafte Nachfrage hinsichtlich Gasspeicher. Am Standort Etzel waren die geologischen wie auch die technischen und rechtlichen Voraussetzungen gegeben, kurzfristig diesem rasch wachsenden Bedarf zu entsprechen. In 2006/07 wurde ein Projekt zur Entwicklung des Nordfeldes Etzel für Gaskavernen initiiert, in dessen Verlauf bis 2017 34 neue Kavernen (32 für Gas, 2 für Öl) auf 11 Verteilerplätzen entstanden. Die Kavernen wurden gemäß gebirgsmechanischen Gutachten und technischen Normen (Stand der Technik) speziell für den Gasbetrieb ausgelegt. Sie sind im Teufenbereich zwischen ca. 1150 und 1600 m positioniert und weisen Volumina zwischen rd. 600 und 900 Tausend Kubikmetern auf. Gebirgsmechanisch sind die Kavernen auf kommerziellen Betrieb mit schwankenden Kaverneninnendrücken ausgelegt. Zusammen mit dem Kavernen-Neubauprojekt wurden zwischen 2006 und 2009 weitere 10 ehemalige Ölkavernen im Südfeld auf Gasbetrieb umgerüstet. Für den Betrieb der

neuen Gaskavernen wurden, neben dem EGL, bis 2012 drei neue Gasanlagen von namhaften Energieunternehmen gebaut und in Betrieb genommen.

Aktuell sind am Kavernenspeicher Etzel 75 Kavernen in Betrieb. Bei Bedarf steht ein genehmigtes Ausbaupotential für 24 weitere Kavernen (auf insgesamt 99) zur Verfügung.

6.4 Klassifizierung der Kavernen Etzel

Entsprechend der bisherigen, 45-jährigen Bestandsentwicklung ergibt sich eine Klassifizierung der Kavernen, die sich im Wesentlichen an der Bauart entsprechend dem jeweils geltenden technischen Standard (bezügl. Bohrungsverrohrung, Komplettierung, Dimensionierung) und der Nutzung (für Öl-, Gasspeicherung oder sonstige) orientiert:

1. Bestandskavernen Südfeld Öl ab 1973
2. Bestandskavernen Südfeld Öl ab 1993
3. Bestandskavernen Südfeld Gas – Umrüstung Phase I ab 1990
4. Bestandskavernen Südfeld Gas – Umrüstung Phase II ab 2006
5. Bestandskavernen Nordfeld Gas ab 2007
6. Bestandskavernen Nordfeld Öl ab 2009
7. Potentialkavernen Nordfeld (je nach Nutzung und zukünftigem Solbeginn)

Entsprechend dieser Einteilung können bei für die Außerbetriebnahme und Verwahrung einer Kaverne gem. Abschlussbetriebsplan weitgehend standardisierte Prozesse entwickelt werden. Dabei sind weitere spezifische Randbedingungen für den Verwahrprozess zu berücksichtigen, wie zum Beispiel:

- Bauart und Zustand der Verrohrung (u.a. Anzahl und Qualität der Casings, Absetzteufen, Verbinder, Geometrie, Verschleiß/Schädigungen)
- Kavernenzustand (z.B. Teufenlage, Höhe, Durchmesser, Volumen, Kontur, Dach, Sumpf, Druck, Temperatur)
- Hintersolungen, nicht gewinnbare Restmengen an Speichermedium
- gebirgsmechanische Parametrierung (zul. p_{\min} , p_{\max} , Fahrweise)
- Betriebsgeschichte (z.B. Nutzungsart, Druckverlauf, Sonderverhalten)
- Geologie (Salz, Deckgebirge)

Für die Verwahrung von Kavernen sind Sonderbetriebspläne anzufertigen und vom LBEG genehmigen zu lassen.

6.5 Prozessablauf Verwahrung

In Abhängigkeit vom zukünftigen Betriebsverlauf bzw. der Unternehmensplanung (abhängig von z.B. Vertragslaufzeit, energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen, spez. Kavernenentwicklung, Sonderverhalten, technischem Zustand) ist vorgesehen, Kavernen – entsprechend der Klassifizierung im

vorherigen Kapitel – nach einem zugelassenen Sonderbetriebsplan, der der spezifischen geomechanischen und geotechnischen Situation der Kaverne gerecht wird, zu verwahren.

Je nach Nutzung der Kaverne am Standort Etzel ergeben vor Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte gem. Verwahrungskonzept (Kap. 6.2.2) noch vorbereitende Maßnahmen, die u.a. folgende Hauptschritte umfassen:

Ölkavernen werden am Ende der Betriebszeit ausgelagert, das bedeutet, dass das Rohöl je nach Erfordernis mit Sole oder Frischwasser aus dem Hohlraum verdrängt wird. Bei der Auslagerung werden die Kavernenwände durch Nachsoleffekte gesäubert, so dass im Idealfall und anschließenden Wartezeiten (Nachölen) die Kaverne technisch ölfrei ist.

Bei Ölkavernen, die nach der letzten Hohlraumvermessung unregelmäßige Kavernenkonturen (Überhänge, Hintersolungen, Taschen etc.) am Stoß oder im Dach zeigen, in denen größere Mengen Öl gefangen sein könnten, so sind im Zuge der letzten Auslagerung gezielte Nachsolmaßnahmen durchzuführen, um Ölreste aus den Fallen zurückzugewinnen. Die Kaverne ist abschließend vollständig zu vermessen, nicht-gewinnbare Ölmengen sind zu quantifizieren.

Gaskavernen können am Ende der Betriebszeit auf den zugelassenen Minimaldruck ($p_{i \min}$) entlastet werden. Dann wird mit Hilfe einer Druckschleuse (Snubbing Unit) ein Flutungsstrang bis zum Kavernensumpf eingebaut. Anschließend beginnt die Kavernenflutung i.d.R. mit Frischwasser, wobei das Erdgas (Kissengas) unter Beibehaltung eines Kaverneninnendrucks $> p_{i \min}$ ausgeschleust wird. Am Ende der Flutung ist die Kaverne im Idealfall vollständig mit Wasser/Sole gefüllt. Der Flutungsstrang wird ausgebaut, die Kaverne ist sauber (ölfrei) und steht unter hydrostatischen Bedingungen. Für den Fall, dass die Kaverne nach letzter Hohlraumvermessung Hintersolungen oder Restölmengen (z.B. aus der ursprünglichen Herstellungsphase) aus dem Sumpf aufweist, sind zusätzliche Maßnahmen zur Rückgewinnung von Gas und Öl einzuplanen und durchzuführen. Technisch nicht-gewinnbare Gas- und/oder Ölmengen sind zu quantifizieren, evtl. erforderliche Sondermaßnahmen sind im Einzelfall mit dem LBEG abzustimmen und zu regeln.

Nach Abschluss der Flutungs- und Säuberungsmaßnahmen und evtl. Aufsättigungszeiten wird die Kaverne unter Sole vollvermessen.

Im Sinne der o. g. Verfahrensweise werden Soleproduktionskavernen, sofern sie mit Ölblanket betrieben wurden, wie Ölkavernen behandelt.

Im Sinne der o. g. Verfahrensweise werden H₂-Kavernen wie Gaskavernen behandelt.

Sonstige Kavernennutzungen werden je nach Füllung – Flüssigkeit oder Gas – entsprechend der oben beschriebenen Grundverfahren, ggf. mit adäquaten technischen Zusatzmaßnahmen, für die Verwahrung vorbereitet.

Nach Abschluss der Vorbereitungsmaßnahmen sind alle Kavernen mit Sole gefüllt und können anschließend gem. Verwahrungskonzept, Kap. 6.2.2 lfd. Nr. 2, weiter behandelt werden.

6.6 Bohrloch-Verfüllung

Eine wesentliche Anforderung an die Planung und Ausführung der Bohrlochverfüllung ist die Wartungsfreiheit, da nur unter dieser Voraussetzung die Entlassung aus der Bergaufsicht erreicht werden kann. Daher sind bei Planung und Bau der Verschlusskonstruktion die Richtlinien der zuständigen Behörden und Verbände zum Verfüllen auflässiger Bohrungen zu beachten (z. B: LBEG, BVEG)

Grundsätzlich kann die Bohrung nach Erreichen der notwendigen Wartezeit auf unterschiedliche Weisen dauerhaft verschlossen werden:

1. Verschlusselement innerhalb des letzten zementierten Casing:
Das Setzen eines Zementstopfens innerhalb des Casing setzt den Ausbau des ggf. zusätzlich eingebauten, nicht-zementierten Förderstrangs und die nachgewiesene Dichtheit der Zementation der letzten zementierten Verrohrung voraus.
2. Verschlusselement im offenen Bohrloch:
Die Machbarkeit hängt davon ab, ob der Kavernenhals unterhalb des Rohrschuhs des letzten zementierten Casing (u.a. verfügbare Länge, Durchmesser, Form) zum Setzen eines ersten stabilen Stopfens geeignet ist, auf dem dann in weiteren Schritten der eigentliche Verschluss installiert wird.
3. Verschlusselement in einem Fenster, bis ins Salzgebirge gefräst im unteren Teil des Casing:
Ist der Kavernenhals nicht zur Installation eines Verschlusses geeignet, bietet sich das Fräsen eines Fensters im unteren Casingbereich bis in das Salzgebirge an. Nachdem ein Stopfen im Rohrschuhbereich gesetzt wurde, kann darüber die Zementsäule aufgebaut werden, die im Fensterbereich optimalen Anschluss an das Salzgestein finden und damit die dauerhafte Dichtheit sicherstellen kann.

Unabhängig von der gewählten Konstruktion des Verschlusselements ist die darüber verbleibende Bohrung bis zu Tage zu zementieren. Unterhalb der Ackersohle ist eine Fundamentplatte zu setzen, die Auskunft über die darunterliegende verschlossene Bohrung gibt.

Für die Verhältnisse in Etzel wird zu gegebener Zeit je nach Bohrungskategorie und lokations-spezifischen Gegebenheiten ein geeignetes, sicheres Verschlussverfahren mit dem LBEG abgestimmt, welches anschließend im Betriebsplanverfahren individuell für jede Kaverne umgesetzt wird.

6.7 Rückbau Infrastruktur und Wiedernutzbarmachung des Geländes

Für alle seit den 1970er Jahren errichteten Kavernen ist im Zusammenhang mit Auswirkungsanalyse eine technische Nutzungsdauer von jeweils 100 Jahren festgelegt worden. Die zugehörigen Infrastrukturen sind ebenfalls auf langjährige Nutzung angelegt und werden durch regelmäßige Instandhaltungsarbeiten sowie im Bedarfsfall auch durch Austausch/Ersatzbeschaffung für einen entsprechenden Zeitraum vorgehalten. Bei geplanter Stilllegung einzelner Systeme sind entsprechende Betriebspläne zu stellen und vor vollständigem Betriebsende und Rückbau aller technischen Installationen der Kavernenanlage ist ein entsprechender Abschlussbetriebsplan einzureichen.

Dieser Abschlussbetriebsplan wird die Einzelheiten zur Endverwahrung der Kavernen, zum Rückbau der obertägigen Infrastruktur und der erdverlegten Leitungen sowie zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche der betroffenen Grundstücke enthalten. Bei der Festlegung der Maßnahmen zur Wiedernutzbarmachung werden sowohl die angestrebte Nachfolgenutzung als auch das öffentliche Interesse beachtet.

Die Rückbaukosten für die Kavernen (Verwahrung) sowie aller o. g. Anlagen der Kavernenanlage, die sich im Eigentum der STORAG ETZEL sowie der PATRIZIA Frankfurt Kapitalverwaltungsgesellschaft befinden, wurden durch Gutachter aktuell berechnet und mit angenommenen Kostensteigerungen für die folgenden Jahre hochgerechnet. Es wurden Zahlungspläne für den Nutzungszeitraum ermittelt und die jährlich hierzu auf Treuhandkonten einzuzahlenden Beträge festgelegt.

Das hier zugrunde gelegte Verfahren wurde mit dem LBEG abgestimmt, die jährlichen Einzahlungen sowie der aktuelle Kontostand werden dem LBEG durch die STORAG ETZEL jährlich mitgeteilt.

Die sich aus der Auswirkungsanalyse ergebenden Maßnahmen zur senkungsbedingten Wasserhaltung und zum Monitoring der Bergbauwirkungen werden während der Betriebszeit des Untergrundspeichers angelegt und betrieben. Die Kosten hierfür trägt der Unternehmer.

7 Ende der Bergaufsicht

Gemäß Bundesberggesetz endet die Bergaufsicht nach Durchführung der im Abschlussbetriebsplan beschriebenen Maßnahmen zu dem Zeitpunkt, ab dem nach allgemeiner Erfahrung nicht mehr damit zu rechnen ist, dass durch die verwahrte Kavernenanlage Gefahren für Leben und Gesundheit, Umwelt und Sachgüter Dritter eintreten werden. Den Nachweis hierüber hat der Unternehmer nach Abschluss der im Betriebsplan dargestellten Maßnahmen zu erbringen. Abschließend wird durch die Aufsichtsbehörde geprüft, ob die erforderlichen Maßnahmen und Arbeiten ordnungsgemäß durchgeführt wurden und Erkenntnisse oder Sachverhalte vorliegen, die einem Ende der Bergaufsicht entgegenstehen.

Für die sogenannten Ewigkeitskosten, die nach Rückbau der Anlagen und Kavernenverwahrung anfallen – wie z.B. Aufwand für Wasserhaltung –, werden verpflichtende Regelungen zwischen Unternehmer und den betroffenen Institutionen getroffen, die eine Absicherung zusätzlicher Betriebs- und Unterhaltungskosten in der Nachbergbauzeit gewährleisten (z. B. über Rückstellungen oder vorgezogene Investitionen).

8 Anlagen

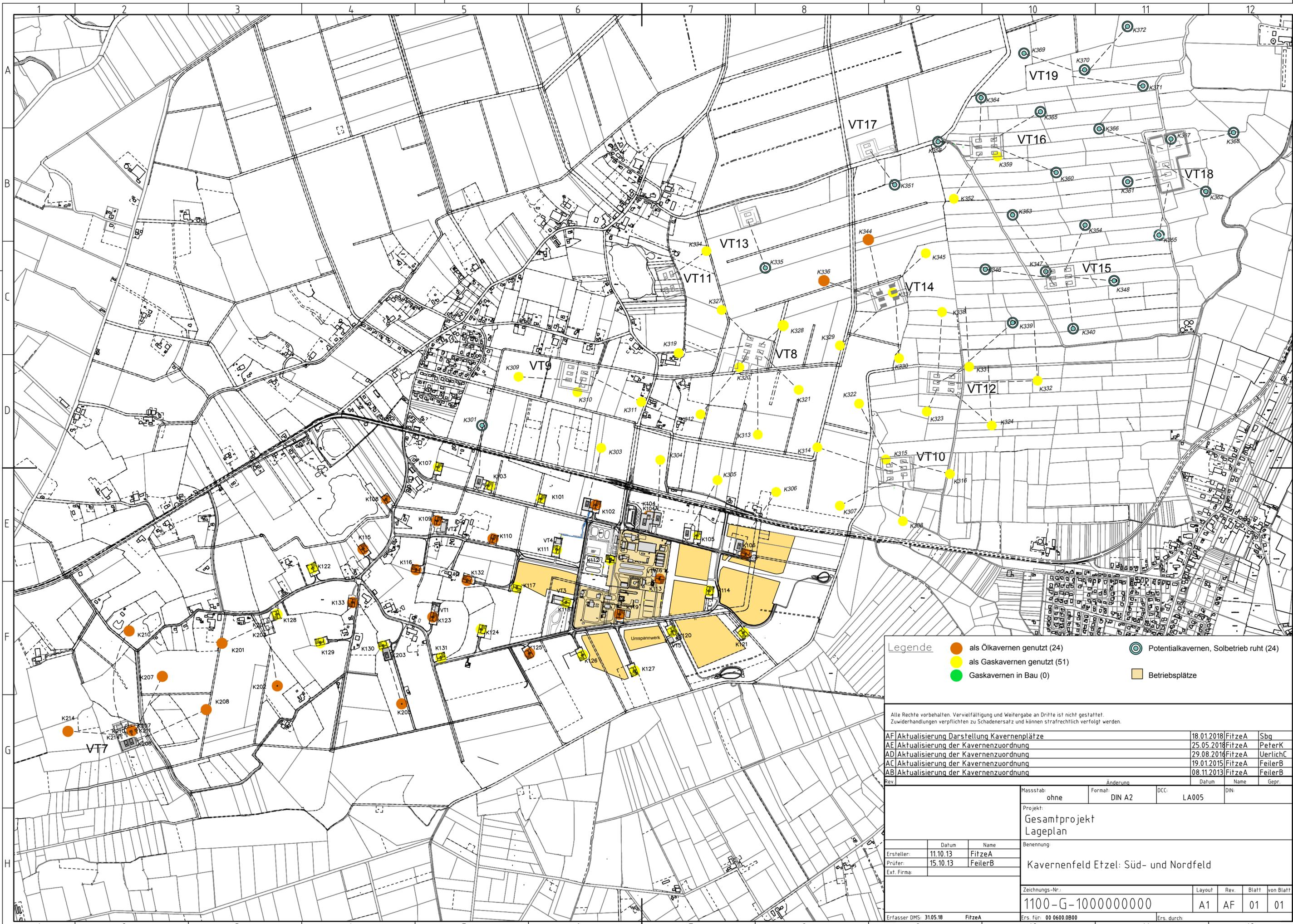
1. Lageplan Kavernenfeld
2. Isokatabasenplan 2317
3. Lageplan Vorzugsvariante: Maßnahmenplanung und Monitoring

ANHANG

1. Senkungsprognose BGR (2016)
2. Auswirkungsanalyse DMT (2018)
3. Ergänzung zur Auswirkungsanalyse DMT (2019)

Anlage 1:

Lageplan Kavernenfeld



Legende	
●	als Ölkavernen genutzt (24)
●	als Gaskavernen genutzt (51)
●	Gaskavernen in Bau (0)
⊙	Potentialkavernen, Solbetrieb ruht (24)
	Betriebsplätze

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte ist nicht gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz und können strafrechtlich verfolgt werden.

AF Aktualisierung Darstellung Kavernenplätze	18.01.2018	FitzeA	Sbg
AE Aktualisierung der Kavernenzuordnung	25.05.2016	FitzeA	PeterK
AD Aktualisierung der Kavernenzuordnung	29.08.2016	FitzeA	UerlichC
AC Aktualisierung der Kavernenzuordnung	19.01.2015	FitzeA	FeilerB
AB Aktualisierung der Kavernenzuordnung	08.11.2013	FitzeA	FeilerB

Rev	Änderung			DIN
	Rev	Datum	Name	

Massstab:	ohne	Format:	DIN A2	DCC:	LA005	DIN:	
Projekt:	Gesamtprojekt Lageplan						
Benennung:	Kavernenfeld Etzel: Süd- und Nordfeld						
Ersteller:	Datum:	Name:					
Prüfer:	15.10.13	FitzeA					
Ext. Firma:		FeilerB					
Zeichnungs-Nr.:	1100-G-1000000000	Layout:	A1	Rev.:	AF	Blatt:	01
Ers. für:	00 0600.0800	Ers. durch:					

Anlage 2:

Isokatabasenplan 2317

(aus Senkungsprognose BGR, Oktober 2016)

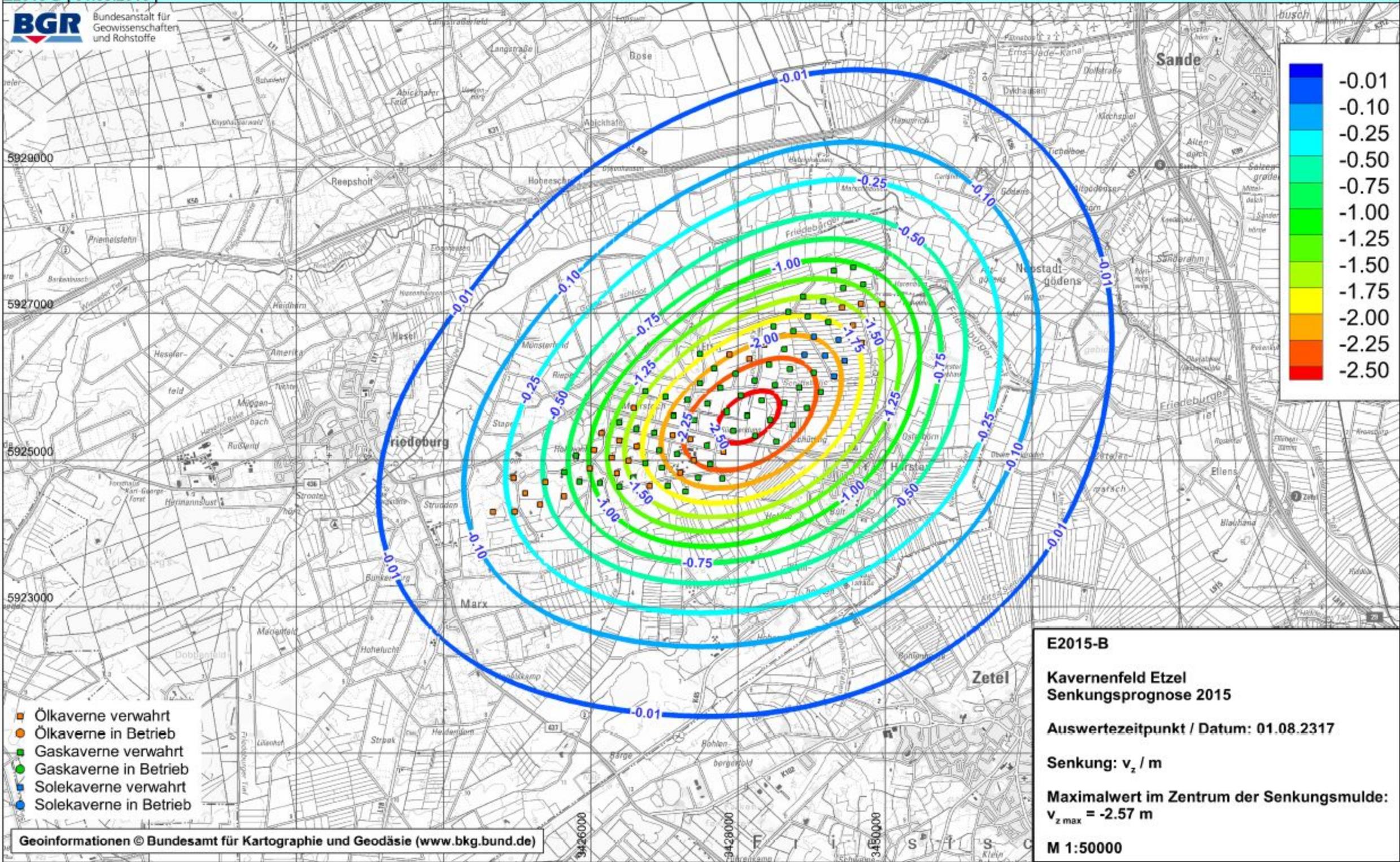
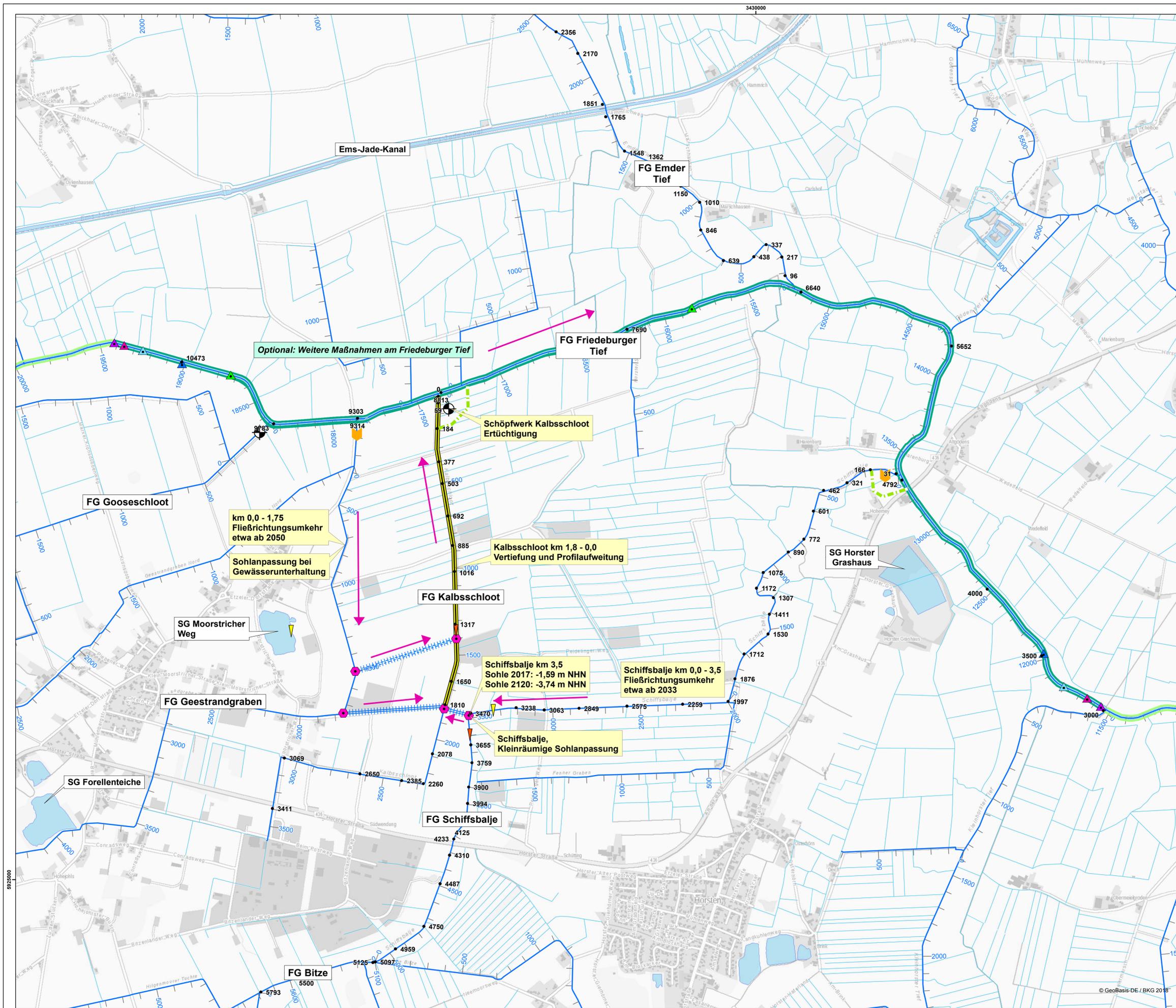


Abbildung B.8: Isokatabasen (2317).

Anlage 3:

Lageplan Vorzugsvariante: Maßnahmenplanung und Monitoring

(aus Auswirkungsanalyse DMT, November 2018)



Legende

- Stillgewässer [SG]
- Fließgewässer [FG], Kilometrierung n. NLWKN
- Drainagegräben
- Fließrichtung
- Kilometrierung aus hydraulischem Modell

Maßnahmen

- ⊕ Schöpfwerk Bestand und Planung
- Anschluss Gerinne
- Absperrdamm
- ▤ Überleitungsgerinne
- ▥ alternatives Überleitungsgerinne
- Gewässereintiefung
- Auf- und Abstiegsanlage

Verwallung

- Gewässerstrecke mit Senkungen 2016-2120 $\geq 0,10$ m
- Gewässerstrecke mit Senkungen 2016-2120 $< 0,10$ m

Abgeschätzt:

- ▲ 2030 - Grenze Verwallung
- ▲ 2050 - Grenze Verwallung
- ▲ 2070 - Grenze Verwallung
- ▲ 2090 - Grenze Verwallung
- ▲ 2110 - Grenze Verwallung

Monitoring Oberflächengewässer

zusätzliche Pegel:

- ▼ Schreibpegel
- ▼ Lattenpegel

STORAG ETZEL GmbH
Beim Postweg 2
26446 Friedeburg

Auswirkungsanalyse
Kavernenspeicher ETZEL

DMT
H&M **LIPE**
WASSERTECHNIK GMBH

DMT GmbH & Co. KG
Geo Engineering & Exploration
Hydrogeologie & Wassermanagement
Am Technologiepark 1, 45307 Essen
Tel.: 0201 / 172 - 1862, Fax: 0201 / 172 - 1891
e-mail: geo@dm-tg.com, Internet: www.dmt-group.com
Unternehmensgruppe TDV Nord

Projekt: Kavernenspeicher Etzel der STORAG ETZEL GmbH
Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen

Vorzugsvariante: Maßnahmenplanung und Monitoring

Beauftragter	gezeichnet	geprüft	Beauftragungs-Nummer	Maßstab	Arbeitsblätter
DMT	08.2019	08.2019	GEES-2016-00558	1:10.000	7