

# Winningsplan

## Zoutwinning Haaksbergen Winningsvergunning Isidorushoeve

Origineel:	7 augustus 2013
Wijziging	6 oktober 2022
5.1.2.e	
Kenmerk:	NH-20221006



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1.	Aanvraag	4
1.2.	Economisch en maatschappelijk belang van zoutwinning	4
1.3.	Achtergrond	5
<b>2</b>	<b>Geologie</b>	<b>7</b>
2.1	Structuur van de zoutlaag	7
2.2	Verwachte hoeveelheid te winnen pekel en zout en de samenstelling van het te winnen zout	9
<b>3</b>	<b>Gesteentemechanica</b>	<b>10</b>
3.1	Ontwerp van de caverne	10
3.2	Gesteentemechanische berekeningen van de stabiliteit van de caverne tijdens en na winning	12
<b>4</b>	<b>Mijnbouwwerk</b>	<b>12</b>
4.1	Beschrijving en ligging van het mijnbouwwerk	12
4.2	Aantal putten dat bij winning wordt gebruikt	13
4.3	Volgorde en tijdsbestek van het maken van putten	13
4.4	Ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de putten	14
<b>5</b>	<b>Winning</b>	<b>15</b>
5.1	Aanvang en duur van de winning	15
5.2	Wijze van winning en de daarmee verband houdende activiteiten	15
5.3	Hoeveelheden jaarlijks te winnen delfstoffen	17
5.4	Hoeveelheden stoffen die jaarlijks bij de winning worden geïnjecteerd	17
5.5	Wijze waarop de cavernes na beëindiging van de winning buiten gebruik worden gesteld	18
5.5.1.	Gecontroleerde caverneveldontwikkeling en temperatuurvereffening	21
5.5.2.	Isolatiestrategie en generieke wijze van abandonneren	22
5.5.3.	Nazorgfase	23
5.6	Secundair Gebruik van Zoutcavernes	25
5.6.1	Cavernes	25
5.6.2	Boorputten	26
5.6.3	Benodigde aanpassingen	26
<b>6</b>	<b>Bodembeweging</b>	<b>28</b>
6.1	De verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling	28
6.1.1.	Bodemdalingsvoorspelling: methodologie en resultaten	29
6.1.2.	Bodemdalingseffecten	33
6.2	Maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken	38
6.3	Risicoanalyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning	38
6.4	Mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging	39
6.5	Maatregelen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken	41
<b>7</b>	<b>Effecten voor de omgeving</b>	<b>42</b>
7.1	Risico's voor omwonenden, gebouwen en infrastructuur	42
7.2	Planmatig beheer van bodem en ondergrond	44
7.3	Gevolgen voor milieu en natuur	45
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>46</b>
	<b>Lijst van bijlagen</b>	<b>47</b>
1.	Overzichtskaart van de winningsvergunningen van Nobian in Overijssel en van de geplande mijnbouwwerken	47

2.	Situatiekaart met de geplande leidingen, zoutwinningslocaties en cavernes in de zoutwinning Haaksbergen	47
3.	Opgave gegevens van de geplande putten en cavernes	47
4.	Standaardbuizenserie Haaksbergen putten	47

## 1 Inleiding

### 1.1. Aanvraag

Op grond van artikel 34 van de Mijnbouwwet en de artikelen 24, eerste lid, c tot en met g en l tot en met s, en artikel 25 van het Mijnbouwbesluit moet voor ieder voorkomen in een vergunningsgebied een door de Minister goed te keuren winningsplan ingediend worden.

Het Winningsplan Haaksbergen fase 1 (bestaande uit 12 cavernes) is oorspronkelijk op 23 augustus 2013 ingediend. De Minister van Economische Zaken heeft op 20 augustus 2014 aan dit winningsplan instemming verleend door middel van het besluit met kenmerk DGETM-EM / 14122644. Thans verzoekt Nobian om instemming met een wijziging van het Winningsplan Haaksbergen. De wijziging wordt doorgevoerd met het oog op actualisering van het oorspronkelijke winningsplan. Het gewijzigde winningsplan geldt voor de periode tot 2050 en betreft de ontwikkeling van 8 cavernes met elk een volume van 1 miljoen m<sup>3</sup>. De cavernes worden ontwikkeld in het Zechstein steenzoutvoorkomen in de winningsvergunning Isidorushoeve, welke in 2012 is verleend door middel van de beschikking met kenmerk DGETM-EM 12044124. De eerste werken zullen naar verwachting in 2022-2023 aangelegd worden.

Parallel aan de wijziging van dit winningsplan zal ook een omgevingsvergunning in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) worden aangevraagd voor de nieuwe inrichting Zoutwinning Haaksbergen. Deze aanvraag wordt onderbouwd met een milieueffectrapportage (MER).

In hoofdstuk 2 wordt de geologie van het zoutvoorkomen en de schatting van de hoeveelheid en kwaliteit van de zoutreserves beschreven. In hoofdstuk 3 wordt het ontwerp van het caverneveld en de onderbouwing van de stabiliteit beschreven. Hoofdstuk 4 bevat een beschrijving van het aan te leggen mijnbouwwerk.

Hoofdstuk 5 bevat een beschrijving van de voorziene winning, de wijze waarop het caverneveld wordt afgesloten (paragraaf 5.5) en mogelijkheden voor hergebruik van de cavernes voor ondergrondse opslag (paragraaf 5.6). In hoofdstuk 6 wordt de verwachte bodembeweging beschreven, inclusief de maatregelen om bodembeweging te beperken. Ook worden de effecten van de verwachte bodemdaling beschreven en de maatregelen om schade te voorkomen. In hoofdstuk 7 worden de effecten van de winning op de omgeving beschreven.

In hoofdstuk 8 zijn de referenties opgenomen waarnaar in de tekst verwezen wordt. Deze referenties zijn als pdf-bestand bijgevoegd. Het plan besluit met bijlagen waarnaar in de tekst verwezen wordt.

### 1.2. Economisch en maatschappelijk belang van zoutwinning

Zout en op zout gebaseerde elektrochemie levert producten en chemicaliën die onmisbaar zijn voor de moderne samenleving en het dagelijks leven. Twee derde van alle chemische productie heeft een relatie met zout en elektrochemie. Onder andere chloor, maar ook andere essentiële chemicaliën die via elektrolyse uit vacuümzout worden geproduceerd, zijn cruciale schakels voor de chemische- en basisindustrie in Nederland en Europa. Nobians producten bedienen zo eindmarkten variërend van bouw, reiniging, aluminium, papier, isolatie- en bouwmaterialen, tot farmaceutica, waterbehandeling, kunststoffen, transport, verf, PVC en batterijen.

Zoutwinning is gebonden aan geologische, economische en politieke randvoorwaarden. Het is economisch niet rendabel om zout over grotere afstanden te transporteren (als het elders in Europa al beschikbaar zou zijn, wat niet het geval is). Daarbij is dit ook vanuit CO<sub>2</sub>-oogpunt onwenselijk. Daarnaast mag chloor in Nederland in het geheel niet meer worden getransporteerd. Als gevolg hiervan zijn in de loop van de afgelopen eeuw in Nederland twee op zout gebaseerde chemieclusters ontstaan: een in Delfzijl en een in Rotterdam (Botlek). Voor de bedrijven in deze beide clusters is het door Nobian ter plekke geproduceerde chloor een onmisbaar en essentieel element in hun productieproces. De chloorfabrieken van Nobian worden belevend door Nobian's zout-productielocaties in Delfzijl en Hengelo.

De Nederlandse zoutwinning hangt hierdoor nauw samen met de bedrijvigheid van deze chemieclusters: zonder continuïteit van zoutwinning in Nederland hebben deze chemieclusters geen toekomst. In totaal heeft de Nederlandse chemiesector een omzet van zo'n EUR 60 miljard, en 45,000 directe banen. Alternatieven zijn niet voorhanden: de rol van chloor in de chemie kan niet door een andere stof vervangen worden en het zuivere zout waaruit (onder meer) chloor wordt geproduceerd is niet zodanig beschikbaar dat de genoemde bedrijven en clusters kunnen uitwijken naar andere leveranciers.

Zout is dus een strategische grondstof en de winning ervan is een nationaal belang. Doordat Nederland binnen de eigen grenzen toegang heeft tot zeer zuiver zout is ons land in staat om zelf in de behoefte van vele essentiële producten te voorzien. Het is strategisch en economisch van belang om controle te hebben op belangrijke productieketens gebaseerd op zout. Dit zorgt voor minder afhankelijkheid van lange internationale productie- en leveringsketens en meer leveringszekerheid op nationaal en Europees niveau. Het is zo een belangrijke pijler onder de Nederlandse welvaart.

Tot slot zal de oplosmijnbouw, zoals Nobian die al ruim een eeuw bedrijft, een cruciale bijdrage gaan leveren aan de energietransitie en zo een belangrijke aanjager worden voor duurzaamheid. Immers, de toekomstige energie-infrastructuur zal behoefte hebben aan opslagcapaciteit van energiedragers (zoals waterstof) om pieken en dalen in het net op te vangen, en te voorkomen dat opgewekte groene energie verloren gaat. Zoutcavernes zijn hiervoor op dit moment de meest geëigende oplossing [TNO 2021]. Op dit moment is er geen concreet plan om in de omgeving Haaksbergen tot energieopslag over te gaan, maar met de wijze waarop de cavernes in het Haaksbergen veld zullen worden aangelegd zal dit voor de toekomst wel technisch mogelijk zijn. Omdat het uitloggen van een caveerne circa zeven jaar kost, creëert de aanleg van het Haaksbergen veld in elk geval deze optie voor de Nederlandse overheid en energiesector met het oog op de energietransitie. Of energieopslag in Haaksbergen in de toekomst wenselijk is, is een politieke vraag die te zijner tijd opnieuw gewogen en besproken zal moeten worden en valt derhalve buiten het bereik van deze vergunningaanvraag.

### 1.3. Achtergrond

Om de continuïteit van de zoutproductie te kunnen waarborgen is het zoeken naar nieuwe wingebieden een continue en noodzakelijke activiteit. In 2005 is door de lange termijn planning voor de zoutwinning in het vergunningsgebied Twente-Rijn aangetoond dat nieuwe uitbreidingen in dat vergunningsgebied steeds meer verspreid en minder efficiënt zouden zijn. Daarom is er gestart met regionale verkenningen met als doel een nieuw gebied voor zoutwinning te vinden in de omgeving van Hengelo.

Deze onderzoeken hebben in 2006 en 2007 plaatsgevonden. De belangrijkste criteria voor de selectie van een nieuw zoutwinningsgebied zijn geweest: 1) zoutreserve, 2) beperkingen aan het maaiveld en 3) de voetafdruk c.q. ruimtebeslag van de zoutwinning. Het gebied

Haaksbergen is uit deze onderzoeken op deze criteria als beste naar voren gekomen, zie hiervoor ook het MER.

Van 2008 tot en met 2010 zijn onderzoeken uitgevoerd op basis van bestaande data. Dit heeft geleid tot de aanvraag van de opsporingsvergunning Zuidoost-Twente, welke is verleend in 2010 door middel van de beschikking met kenmerk ETM/EM / 10038869. Deze onderzoeken hebben waardevolle inschattingen opgeleverd betreffende reserves, ontwerpparameters van de cavernes en de zoutwinning als geheel en mogelijke bodemdaling.

Begin 2011 is de proefboring Isidorushoeve-1 (ISH-01) uitgevoerd, gevolgd door seismisch onderzoek in de zomer van 2011. De resultaten van deze data acquisitie hebben aangetoond dat het zoutvoorkomen van Haaksbergen economisch winbaar is. Dit heeft geleid tot de aanvraag van de winningsvergunning Isidorushoeve, welke in 2012 is verleend.

De nieuwe gegevens zijn in de periode 2011-2012 gebruikt voor uitgebreide vervolgonderzoeken. Deze onderzoeken hebben waardevolle resultaten opgeleverd betreffende reserves, zoutkwaliteit en fysische eigenschappen van het zout. Deze resultaten zijn gebruikt om de modellen en prognoses van 2008-2010 te actualiseren. Op basis hiervan is de winning gepland, voor welke in dit winningsplan instemming gevraagd wordt. De onderzoeksresultaten uit de periode 2011-2012 zijn ook in 2022 nog altijd actueel, omdat de geologie niet is veranderd.

Om (bedrijfs-)economische redenen is indertijd besloten om de nieuwe zoutwinning in Haaksbergen niet onmiddellijk te gaan ontwikkelen maar nog een laatste ontwikkelingsstap in het bestaande vergunningsgebied Twenthe-Rijn uit te voeren. Dit zoutwinningsgebied Ganzebos ligt tussen de zoutfabriek van Nobian in Hengelo en de voorziene ontwikkeling in Haaksbergen. De ontwikkeling in Ganzebos nadert nu zijn voltooiing, waardoor de ontwikkeling in Haaksbergen opnieuw opgestart wordt.

Door de langere aanloopgeschiedenis van de Haaksbergen veldontwikkeling zijn er verschillende caverneveldontwerpen gebruikt voor de onderbouwing van verschillende aspecten van de geplande winning. Voor een overzicht, zie onderstaande tabel 1. Toelichting van veldontwerp variant definities:

Veldontwerp – variant 1:

- gebaseerd op 8 cavernes met een volume van 1mln m<sup>3</sup>, en heeft betrekking op deze aanvraag
  - o Scenario A is gebaseerd op de meest realistische gegevens die nu beschikbaar zijn.
  - o Scenario B is gebaseerd op conservatieve aannames.

Veldontwerp – variant 2:

- gebaseerd op 12 cavernes met een gemiddeld volume van 2,1 mln m<sup>3</sup>.
  - o Scenario A is gebaseerd op de meest realistische gegevens die nu beschikbaar zijn.
  - o Scenario B is gebaseerd op conservatieve aannames.

Binnen dit winningsplan wordt instemming gevraagd met de winning uit 8 cavernes van 1 miljoen m<sup>3</sup>. Doordat in veldontwerp – variant 1 is gerekend met 8 cavernes met een gemaximeerd volume tot 1 miljoen m<sup>3</sup> is, borgt Nobian hiermee dat de effecten van zoutwinning ruim binnen de grenzen van de berekeningen op basis veldontwerp variant 2 zal blijven.

Veldontwerp – variant 2 is de basis geweest voor de analyses en modellering die de onderbouwing vormt voor bodemdalingsvoorspellingen zoals gebruikt in dit Winningsplan en de daarbij behorende aanvraag voor een omgevingsvergunning, inclusief Milieu Effect Rapportage (MER).

	<b>Veldontwerp – variant 1, geldend voor dit winningsplan</b>	<b>Veldontwerp – variant 2</b>
Cavernes	8	12
Volume	Tot 1 miljoen m <sup>3</sup>	Gemiddeld 2,1 miljoen m <sup>3</sup>
Levenscyclus per caveerne	7 jaar productie, 7 jaar stilstand, hard shut-in middels permanente afsluiting	20 jaar productie, 10 jaar stilstand, hard shut-in middels permanente afsluiting
Gebruikt voor	<a href="#">Figuur 11</a> en alle hoofdstukken van dit winningsplan, behalve de effecten bodemdaling op gebouwen, infrastructuur en waterhuishouding in paragraaf 6.1.2 en 6.4 waarvoor een referentie-variant voor is gedefinieerd, zoals beschreven in paragraaf 6.1	Bodemdalingsvoorspelling, paragraaf 6.1.1, 6.1.2 A, inclusief <a href="#">Tabel 1</a> , <a href="#">Figuur 8</a> en <a href="#">Figuur 1</a>

**Tabel 1. Caverneveldontwerpen**

Nobian hanteert het principe dat het de effecten van de zoutwinning doorrekent op basis van de worst-case scenario's, namelijk scenario B. Op deze wijze zorgt Nobian ervoor dat de daadwerkelijk te verwachten effecten, namelijk de basisscenario A, ruim binnen de doorgerekende effecten valt.

## 2 Geologie

### 2.1 Structuur van de zoutlaag

*Artikel 25, lid 1, onderdeel a, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een beschrijving van de structuur van de zoutlaag waaruit gewonnen wordt en de ligging van de zoutlaag ten opzichte van andere aardlagen, met bijbehorende geologische, geofysische en rheomorfologische studies en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses.*

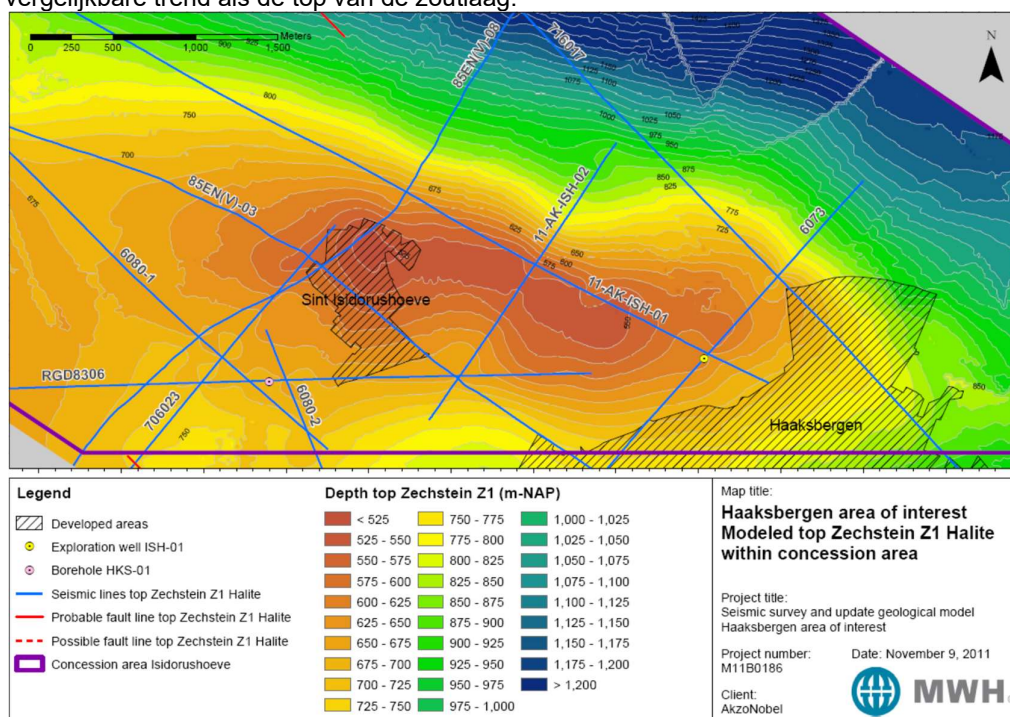
Nobian heeft in de omgeving van Sint Isidorushoeve een zoutvoorkomen waargenomen. Het zoutvoorkomen is een zogenaamd zoutkussen, een gelaagde afzetting die door zouttektoniek in dikte is toegenomen. Het zoutkussen bestaat uit gesteente van Zechstein-ouderdom, tussen 257 en 253 miljoen jaar [MWH 2011]. De winning zal plaatsvinden in de Zechstein Z1 Werra zoutlaag.

De basis van het zoutvoorkomen bestaat uit scheefgestelde breukblokken van Carboongesteente. De grootschalige trend is dat de basis van het Z1 zout dieper ligt richting het noorden en oosten. Onder het zoutkussen zelf ligt de basis tamelijk vlak op een

diepte van 800 tot 950 meter, naar het noorden en oosten neemt de diepte van de basis toe.

De top van het zoutvoorkomen bestaat uit een rug van twee kilometer lang en 500 meter breed die vanaf Sint Isidorushoeve naar het oosten loopt. Deze rug ligt op een diepte van 500 tot 550 meter. Vanaf deze rug loopt de top van het zout in alle richtingen af richting 900 meter diepte over een afstand van één kilometer in het noorden en twee kilometer in het zuiden (Figuur 2).

Vanwege de vlakke basis en de concave top vertoont de dikte van het zoutvoorkomen een vergelijkbare trend als de top van de zoutlaag.



Figuur 2. Diepte top-zout in het Haaksbergen zoutvoorkomen

De structuur van de zoutlaag is in 2008 voor het eerst gemodelleerd op basis van bestaande data uit seismische metingen en proefboringen. Deze bestaande data zijn in de jaren 1950-1985 vergaard om de mogelijkheden voor olie- en gaswinning te verkennen. Begin 2011 heeft Nobian een proefboring uitgevoerd, boring Isidorushoeve-1. In de zomer van 2011 heeft Nobian seismisch verkenningsonderzoek laten uitvoeren, gericht op de zoutlaag. Dit zijn de lijnen 11-AK-ISH-01 en 11-AK-ISH-02 (Figuur 2). Vervolgens is eind 2011 een geologisch model gemaakt [MWH 2011], waarin deze nieuwe gegevens zijn meegenomen.

Bij het maken van het oude model waren er geen gegevens van het gebied ten oosten van Sint Isidorushoeve beschikbaar. Het seismische verkenningsonderzoek heeft hier nieuwe gegevens opgeleverd. Het gevolg hiervan is dat de onzekerheid betreffende de diepte van Top Z1 Zout is teruggebracht van 550 +/- 50 meter tot 520 meter +/- 10 meter. De gegevensdichtheid in het gebied met de grootste gemodelleerde zoutdikte is toegenomen van circa 30 datapunten per vierkante km tot circa 50 datapunten per vierkante km [MWH 2011]. Dit geeft een hoge betrouwbaarheid van de verkregen data. Het in 2011 opgestelde geologisch model is in 2022 nog steeds actueel.



## 2.2 Verwachte hoeveelheid te winnen pekelen en zout en de samenstelling van het te winnen zout

*Artikel 25, lid 1, onderdeel b, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een opgave van de verwachte hoeveelheid te winnen pekelen en zout en de samenstelling van het zout.*

Er wordt instemming gevraagd voor de wijziging van Winningsplan Haaksbergen voor de winning van zout. Per jaar produceert Nobian in Hengelo circa 2,5 miljoen ton zout. Binnen dit plan gaat Nobian uit van 8 cavernes van 1 miljoen kubieke meter in totaal 14,5 miljoen ton zout winnen. Dit is gelijk aan 47 miljoen kubieke meter pekelen bij een concentratie van 312 gram per liter.

Van de kernmonsters van proefboring Isidorushoeve 1 (ISH-01) is door middel van laboratoriumproeven de verwachte samenstelling van de ruwe pekelen bepaald. Deze wordt weergegeven in [Tabel 2](#). De verwachte samenstelling is zeer vergelijkbaar met de samenstelling van de ruwe pekelen uit het huidige Twenthe-Rijn vergunningsgebied.

NaCl			g/l	312
Calcium	meq/l	74	mg/l	1483
Sulfaat	meq/l	74	mg/l	3554
Kalium	meq/l	<0,5	mg/l	<20
Magnesium	meq/l	0,7	mg/l	8,5

**Tabel 2. Verwachte samenstelling ruwe pekelen Haaksbergen**

### 3 Gesteentemechanica

#### 3.1 Ontwerp van de caveerne

*Artikel 25, lid 1, onderdeel c, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een beschrijving van de ligging en de vorm van de holruimte (caverne) tijdens en na de winning.*

In 2010 is in samenwerking met IfG Leipzig en KBB Underground Technologies een eerste ontwerp van de gesteente mechanische omhullende en het caverneveld in Haaksbergen gemaakt [IfG 2010]. In 2012 is het ontwerp van het caverneveld verbeterd om bodemdaling verder te beperken [IfG 2012b]. Voor de zoutwinning in Haaksbergen hanteert Nobian de ontwerpparameters voor het gesteente mechanische omhullende, volgens caverne ontwerpparameters in veldontwerp - variant 2, zoals weergegeven in [Tabel 3 – Ontwerpparameters individuele cavernes Haaksbergen](#). Veldontwerp – variant 1 is gebaseerd op hetzelfde ontwerp, maar dan met een vaste maximale hoogte van 125 meter. Binnen deze grenzen zullen 8 cavernes van 1 miljoen m<sup>3</sup> worden ontwikkeld.

Parameter	Waarde - caverne ontwerpparameters in veldontwerp - variant 1, geldend voor dit winningsplan	Waarde – caverne ontwerpparameters in veldontwerp - variant 2
Cavernediameter	Maximaal 125 m	Maximaal 125 m
Hoogte sump	35 m	35 m
Hoogte cilindrisch deel van caverne	125 m	Variabel, afhankelijk van lokale zoutdikte. Variërend tussen 125 en 314 meter
Hoogte koepel van caverne	62,5 m	62,5 m
Dikte laterale pijler	Minimaal 175 m	Minimaal 175 m
Dikte dakpijler (boven top koepel)	Minimaal 70 m	Minimaal 70 m
Dikte bodempijler (onder bodem sump)	10 m	10 m
Onderlinge afstand tussen caverne-assen	300 m	300 m
Configuratie	Hexagonaal in rijen van twee cavernes (elke caverne heeft 4 burens)	Hexagonaal in rijen van twee cavernes (elke caverne heeft 4 burens)

**Tabel 3. Ontwerpparameters individuele cavernes Haaksbergen. Het verschil tussen variant 1 en variant 2 is de vaste maximale hoogte van 125 meter in variant 1.**

Op basis van de veldontwerp – variant 2 ontwerpparameters is gebleken dat dit al tot een veilige winning zou leiden [IfG 2010, IfG 2012b].

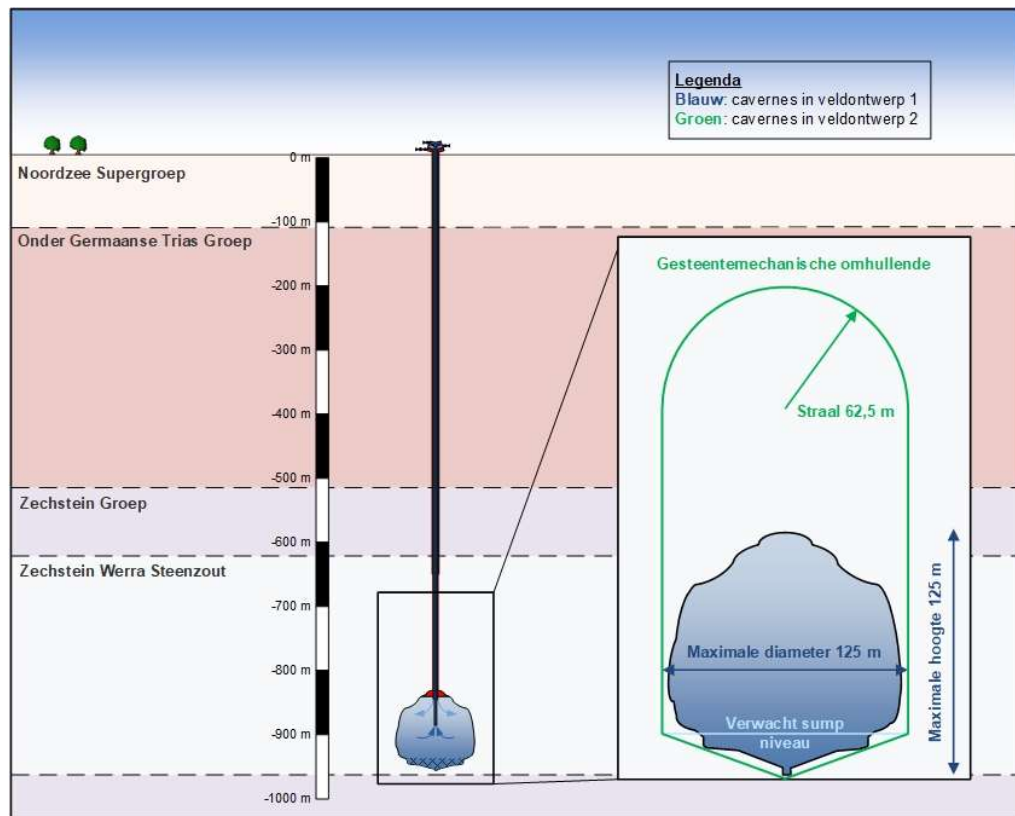
Nobian heeft er echter voor gekozen om de caverne hoogte te beperken tot 125 meter waardoor er ruim binnen de gestelde veilig gesteente omhullende contouren gewonnen zal worden, volgens caverne ontwerpparameters in veldontwerp - variant 1, zoals weergegeven in [Tabel 3 – Ontwerpparameters individuele cavernes Haaksbergen](#).

De cavernediameter is vergelijkbaar met die van bestaande cavernes in de winningsvergunningen Adolf van Nassau III/Uitbreiding Adolf van Nassau III en Twenthe-Rijn. Om bodemdaling te minimaliseren wordt de caverne diameter beperkt tot 125 m met een laterale zoutpijler van 175 m. Bij deze diameter en pijler afmeting is doelmatige winning

van het zout nog steeds goed mogelijk terwijl de effecten bodemdaling worden geminimaliseerd.

De hoogte van de sump is gebaseerd op uitloop technische redenen. Het koepelvormige dak ontwerp garandeert de stabiliteit van het cavernedak. De dikte van de dakpijler is aanbevolen door IfG om de stabiliteit van de cavernes te garanderen [IfG 2010]. De bodempijler is ingebouwd om mogelijke invloeden vanuit de onderliggende lagen (Carbon) te voorkomen.

De gesteente mechanische omhullende is schematisch weergegeven in **Figuur 3**. Cavernes zijn nu voorzien binnen een dieptebereik van 621 tot 1125 meter beneden maaiveld met een hoogte van 125 meter bij een volume tot 1 miljoen kubieke meter.



**Figuur 3. Schematische weergave - Gesteentemechanische omhullende Haaksbergen**

### 3.2 Gesteentemechanische berekeningen van de stabiliteit van de caverne tijdens en na winning

*Artikel 25, lid 1, onderdeel d, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een opgave van de gesteentemechanische berekeningen van de stabiliteit van de holruimte (caverne) tijdens en na de winning.*

De stabiliteit van de cavernes en van het caverneveld als geheel wordt verzekerd door de volgende ontwerpparameters (i.c. de gesteente mechanische enveloppe) die gelden voor alle cavernes in het caverneveld:

- Een dakpijler van minimaal 70 meter binnen het Zechstein Z1 zout (in het midden van het zoutkussen is kan dit tot 250m zijn)
- Een bodempijler van 10 meter binnen het Zechstein Z1 zout
- Een veiligheidspijler van minstens 175 meter tussen de wanden van naburige cavernes.

Uit de berekeningen van IfG blijkt dat de stabiliteit en de ondoorlatendheid van de caverne tijdens de winning gegarandeerd zijn als de caverne aan de bovengenoemde voorwaarden voldoet [IfG 2010, IfG 2012b]. Door middel van een gecontroleerd uitloogproces gebaseerd op “good salt mining practises”, wordt gegarandeerd dat de cavernes binnen deze gesteente mechanische enveloppe worden ontwikkeld.

## 4 Mijnbouwwerk

### 4.1 Beschrijving en ligging van het mijnbouwwerk

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

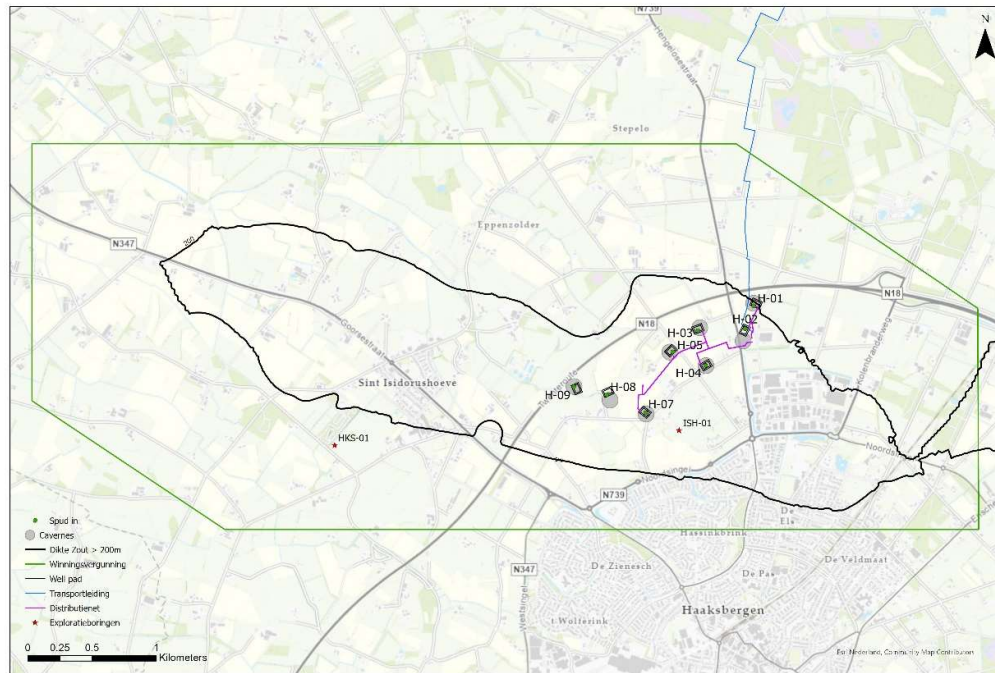
*Artikel 24, lid 1, onderdeel d, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van het mijnbouwwerk en de ligging ervan.*

Het mijnbouwwerk bestaat uit drie delen, zoals uitgebeeld op de overzichtskaart (Bijlage 1)

1. Het pompstation Haaksbergen
2. Het zoutwinningsgebied Haaksbergen (de zoutwinningslocaties met de putten)
3. Hoofdtransportleidingwerk van Beckum naar het pompstation Haaksbergen

Het pompstation Haaksbergen wordt gebouwd op het bedrijventerrein Stepelerveld in Haaksbergen. Het bestaat uit een te bouwen bedrijfsgebouw waarin pekeltransportpompen, boorgatpompen en naverzadigingspompen zullen worden geplaatst. Daarnaast zal er een ontgassertank en een dekenvloeistoftank naast het gebouw staan. Dit geheel maakt onderdeel uit van de omgevingsvergunning voor de inrichting Zoutwinning Haaksbergen.

Dit winningsplan betreft de ontwikkeling van 8 cavernes. De bijbehorende putten zullen vanaf een individuele zoutwinningslocatie uitgevoerd worden. De zoutwinningslocaties worden door middel van veldleidingen met het pompstation verbonden (Figuur 4 – Bijlage 2). De exacte locaties worden in overleg met lokale belanghebbenden definitief gemaakt.



**Figuur 4. Ligging van mijnbouwwerken behorend bij zoutwinning Haaksbergen**

#### 4.2 Aantal putten dat bij winning wordt gebruikt

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel e, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgave van het aantal boorgaten (putten) dat bij de winning wordt gebruikt.*

Dit winningsplan betreft 8 putten. Om de gevraagde productie van de zoutfabriek te kunnen halen, zullen bij de winning alle acht putten tegelijk in bedrijf zijn, naast de nog actieve putten in Ganzebos. De eerste jaren zal een deel van de productie nog uit het vergunningsgebied Twenthe-Rijn komen. De acht putten worden in 2023-2024 aangelegd en zullen naar verwachting produceren van 2023-2032.

#### 4.3 Volgorde en tijdsbestek van het maken van putten

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel f, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgave van de volgorde en het tijdsbestek van het maken van de boorgaten (putten).*

In de bijlage is een overzicht van de geplande boringen te vinden (Bijlage 3). De acht boringen zullen naar verwachting in de periode 2023-2024 worden uitgevoerd. De data zijn indicatief, afwijkingen zijn mogelijk. De exacte volgorde en tijdsbestek van de boringen zal in het jaarlijks in te dienen werkplan in detail beschreven worden.

#### 4.4 Ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de putten

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel g, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgave van de ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de boorgaten (putten).*

In de bijlage wordt de ligging van de putten getoond (Bijlage 2), de blauwe vlakken zijn de zoutwinningslocaties. De boringen zullen worden uitgevoerd met de volgende standaard verbuizing (Tabel 4), waarvan in de bijlage een schets is opgenomen (Bijlage 4).

Verbuizing	Diameter (")	Diepte (m –NAP)	Stratigrafie
Conductor	28/30	20-50	Basis diepste watervoerende laag
Surface casing	18 $\frac{3}{8}$	345-730	50 m boven Top Zechstein
LCC	13 $\frac{3}{8}$	570-950	40 m onder Top Zout 1
Injection tubing	10 $\frac{3}{4}$	<1100	Zechstein Werra
Production tubing	7	<1105	>10 m boven basis Zout 1

**Tabel 4. Standaard verbuizing voor putten in Haaksbergen**

De lengte van de verbuizing varieert, afhankelijk van geologische situatie ter plaatse van de boring. Per put zal in een gedetailleerd boorprogramma de precieze lengte van de verbuizingen worden beschreven.

Voor de injectie- en productieverbuizing zijn de diameters 10 $\frac{3}{4}$ " en 7" gekozen. Dit is voor de geplande winning het optimum tussen boorkosten (die toenemen met de diameter) en energiekosten (die oplopen bij geringere diameters). Bij het putontwerp is rekening gehouden met de mogelijke aanwezigheid van koolwaterstoffen en waterstofsulfide. In het gedetailleerde boorprogramma wordt nader ingegaan op het beheersen van de mogelijke risico's.

## 5 Winning

### 5.1 Aanvang en duur van de winning

*Artikel 35, lid 1, onderdeel b, van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van: het aanvangstijdstip en de duur van de winning.*

De zoutwinning Haaksbergen zal beginnen in 2023. Bij een cavernevolumen van 1 miljoen kubieke meter zal elke caverne naar verwachting 7-8 jaar in bedrijf zijn. Naar verwachting gaan de cavernes gefaseerd rond 2030-2032 uit productie.

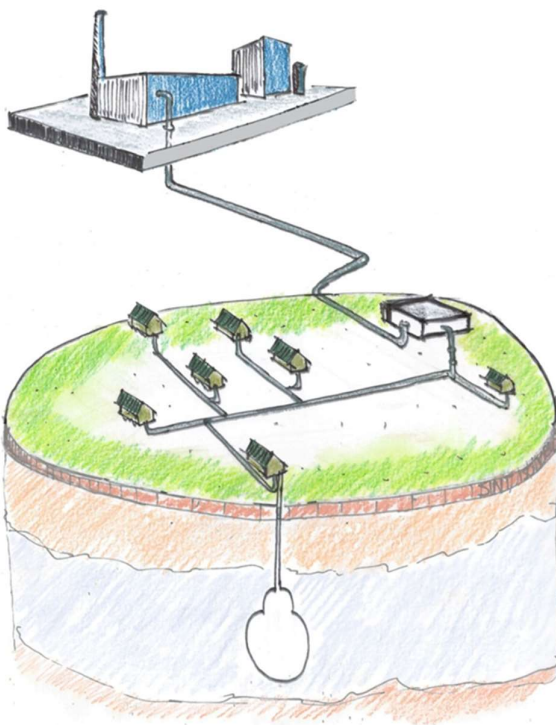
### 5.2 Wijze van winning en de daarmee verband houdende activiteiten

*Artikel 35, lid 1, onderdeel c, van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van: de wijze van winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten.*

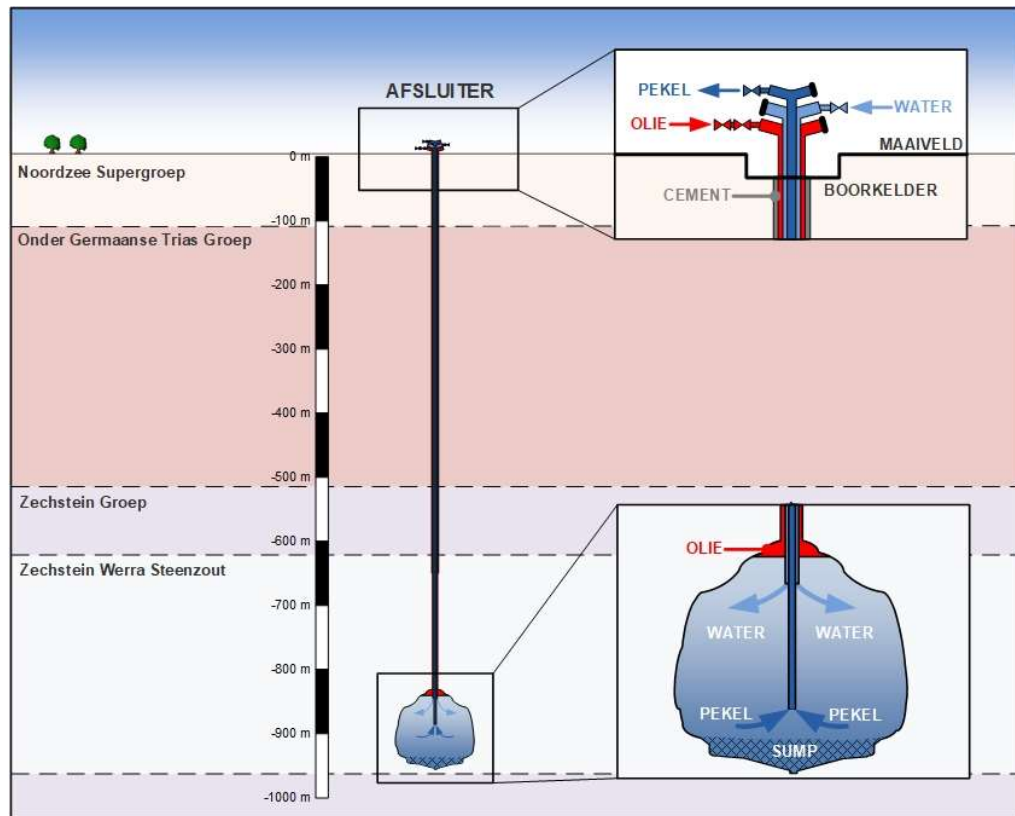
*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel c, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de wijze van de winning.*

Het zout wordt gewonnen door middel van oplosmijnbouw. Hierbij wordt water onder druk in de zoutlaag geïnjecteerd. Na oplossing van het zout wordt de ontstane pekkel door een binnenbuis uit de caverne gedrukt en via horizontale leidingen terug naar de zoutfabriek getransporteerd (voor schematische weergave van het proces, zie [Figuur 5](#)). In de zoutfabriek wordt na zuivering de pekkel ingedampt voor de productie van vacuümzout.



**Figuur 5.** Schematische weergave zoutwinning van caverne tot fabriek (niet op schaal)



**Figuur 6. Schematische weergave zoutwinningsproces in de ondergrond**

Om het oplossen van zout gecontroleerd te laten verlopen, wordt gebruik gemaakt van een dekenvloeistof als mijnbouwhulpstof. De dekenvloeistof drijft als een dunne laag op de ruwe pekelaanwinning, zie [Figuur 6](#). Op deze manier wordt het dak van de caverne beschermd tegen uitloging en ontwikkelt de caverne zich in de breedte. Deze techniek wordt door Nobian sinds circa 50 jaar toegepast en zorgt ervoor dat het dak van de caverne de juiste dikte, en daarmee gesteente mechanisch sterk blijft. Dit voorkomt de zogenaamde "migratie" van cavernes die bij sommige oudere cavernes van vóór het gebruik van dekenvloeistof kan voorkomen. Tot nu toe gebruikte Nobian dieselolie als dekenvloeistof. Om het gezondheids- en milieurisico verder te verlagen heeft Nobian in 2019 een studie gedaan naar alternatieve dekenvloeistoffen. Het meest gunstige alternatief blijkt Hydrotreated Vegetable Oil, een olieproduct van plantaardige oorsprong dat qua gebruikseigenschappen zeer vergelijkbaar is aan diesel, maar dan met minimale gezondheids- en milieurisico's omdat het geen toxische bestanddelen (o.a. zwaveldeeltjes en aromaten) bevat [Royal Haskoning DHV 2019, BG8017IBRP1909041106]. Deze Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) zal bij de winning in Haaksbergen toegepast worden.

Omdat toepassing van HVO als mijnbouwhulpstof niet is geregistreerd onder REACH heeft Nobian een Chemical Safety Report [Nobian 2021] opgesteld dat gebruik van HVO als dekenvloeistof beschrijft. Dit CSR is aangemeld bij ECHA.

De positie (diepte) van de dekenvloeistofspiegel wordt permanent gemeten door middel van differentiële drukken. Door het gecontroleerd instellen en controleren van deze spiegel kan de ontwikkeling van de caverne nauwkeurig gestuurd worden.



### 5.3 Hoeveelheden jaarlijks te winnen delfstoffen

*Artikel 35, lid 1, onderdeel d, van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van: de hoeveelheden jaarlijks te winnen delfstoffen.*

Op dit moment produceert de zoutfabriek jaarlijks circa 2,5 miljoen ton zout. Voor de ontwikkeling van de zoutwinning Haaksbergen is uitgegaan van 2,5 miljoen ton zout per jaar uit het Haaksbergenveld. Dit komt neer op 8,3 miljoen kubieke meter pekkel per jaar bij een concentratie van 312 gram per liter.

In de periode 2023-2024 wordt bij de cavernes in Haaksbergen een begin gemaakt. Er komt dan nog geen aan zout verzadigde pekkel uit. Om een voldoende zoute stroom uit Haaksbergen te krijgen wordt de pekkel via de bestaande Ganzebos-cavernes naar de fabriek geleid. De pekkel uit Haaksbergen wordt op deze manier naverzadigd met zout uit het Ganzebosveld. De daadwerkelijke hoeveelheid tonnen zout die uit Haaksbergen geproduceerd worden, is in deze periode nog beperkt.

In **Tabel 5** is in periodes van zes jaar de voorziene productie uit de geplande cavernes weergegeven.

In de loop van 2024 zal het Haaksbergen caverneveld zelf verzadigde pekkel produceren. In 2024 zal het grootste gedeelte van de productie nog uit het Twenthe-Rijn caverneveld komen. In de jaren 2024-2029 neemt de productie uit Twenthe-Rijn af en wordt deze overgenomen door het Haaksbergen caverneveld. Gemiddeld komt ongeveer de helft van het zout in deze periode uit Twenthe-Rijn en de andere helft uit Haaksbergen. Per 2030 voorziet het Haaksbergen veld volledig in de vraag van de zoutfabriek in Hengelo. De productie uit de in dit winningsplan voorziene cavernes zal vanaf 2030 geleidelijk worden overgenomen door een mogelijke verdere ontwikkeling van het Haaksbergen caverneveld. Tussen 2030 en 2035 zullen de caverne uit dit winningsplan het maximale volume van 1 miljoen kubieke meter bereiken en uit bedrijf gaan.

Periode	2024-2029	2030-2032
Tonnen zout totaal per periode uit de 8 putten	7,8 miljoen	6,6 miljoen
Gemiddeld aantal ton per jaar uit de 8 putten	1,3 miljoen	2,2 miljoen

**Tabel 5. Voorziene productie uit de cavernes in dit winningsplan door de tijd**

### 5.4 Hoeveelheden stoffen die jaarlijks bij de winning worden geïnjecteerd

*Artikel 25, lid 1, onderdeel e, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een opgaaf van de hoeveelheden stoffen die jaarlijks bij de winning worden geïnjecteerd.*

Wanneer de pekkelproductie hoofdzakelijk in Haaksbergen plaatsvindt, zal in 8 cavernes binnen dit winningsplan jaarlijks 7,7 miljoen kubieke meter water worden geïnjecteerd voor de productie van 7,3 miljoen kubieke meter pekkel (dit is gelijk aan 2,5 miljoen ton zout per jaar). Om het uitloggen van het zout te sturen wordt per caverne gebruik gemaakt van voldoende dekenvloeistof om het caverne op de juiste hoogte te houden. De verwachting is dat hiervoor 150 kubieke meter dekenvloeistof per uitloof fase nodig is. Bij de winning in Haaksbergen zal hiervoor HVO (hydrotreated vegetable oil) worden gebruikt. De HVO wordt gedurende de winning geïnjecteerd en zal daarna in de caverne aanwezig zijn. Na beëindiging van de winning zal de dekenvloeistof zoveel als mogelijk, middels de boorput, uit de caverne worden verwijderd.

## 5.5 Wijze waarop de cavernes na beëindiging van de winning buiten gebruik worden gesteld

*Artikel 25, lid 1, onderdeel f, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van zout bevat: een beschrijving van de wijze waarop de holruimte (caverne) na beëindiging van de winning buiten gebruik wordt gesteld.*

In de introductie van deze paragraaf worden eerst de uitgangspunten beschreven die Nobian hanteert voor een veilig nazorgprogramma beschreven, gevolgd door de levenscyclus van een caverneveld. Daarna worden per deelparagraaf de verschillende fases van de levenscyclus na einde productie beschreven, inclusief de wijze waarop Nobian in die fase de veiligheid borgt.

### Uitgangspunten voor een veilig nazorgprogramma

Nobian hanteert als uitgangspunt voor het ontwerp en de ontwikkeling van het caverneveld dat de uiteindelijke veldontwikkeling leidt tot een veilig nazorgprogramma waarbij er geen schade aan de omgeving ontstaat.

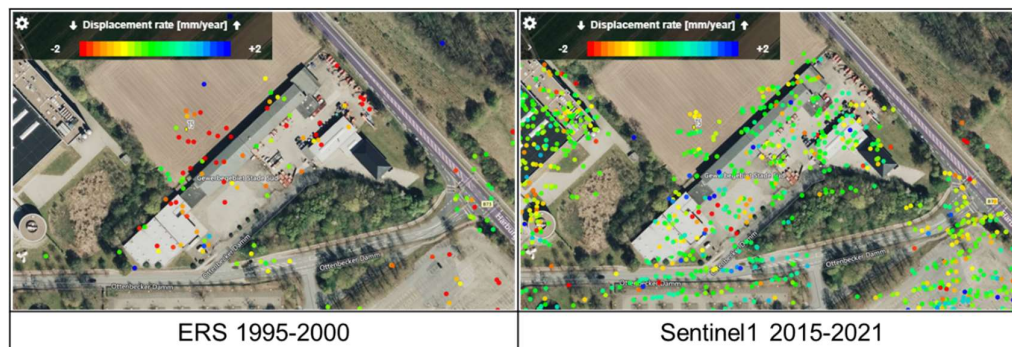
Uitgangspunt in ontwerp en in winning is het caverneveld zo ontwikkelen dat veilige harde insluiting mogelijk is. Harde insluiting houdt in dat in de toegangspunten naar de cavernes een stop (plug) wordt geplaatst, waarboven de put met cement wordt gevuld. De putlocatie aan maaiveld wordt verwijderd en in oorspronkelijke staat hersteld of voor nieuw gebruik geschikt gemaakt. In de caverne zal eerst de druk oplopen tot er een evenwicht ontstaat waarbij de bodemdaling vrijwel tot stilstand komt. Nobian hanteert harde insluiting als uitgangspunt omdat het ruimte biedt voor nieuw gebruik, de putten niet langer onderhouden hoeven te worden, het risico op putlekkage wordt weggenomen en de bodemdaling geminimaliseerd wordt.

In het veldontwerp worden ruime veiligheidsmarges aangehouden, waarbij pijlerdikte en veldontwerp (hexagonaal met vier burens) tot een stabiele situatie leiden. De hoogte van de caverne wordt gemaximeerd op 125 meter waardoor het verschil in drukopbouw gering blijft. Om deze reden worden de 8 cavernes in dit winningsplan ontwikkeld tot een maximaal volume van 1 miljoen kubieke meter en een maximale hoogte van 125 meter. Het putontwerp is geschikt om de cavernedruk, na afsluiting, te weerstaan door het toepassen van de abandonmentcriteria zoals beschreven in de mijnbouwregeling en door gebruik te maken van bewezen technieken, ervaring en expertise binnen het bedrijf en door gebruik van geschikte materialen waaronder API geclassificeerde verbuizingen met voldoende drukklasse en speciaal ontwikkelde cementreceptuur.

Het volume van 1 miljoen m<sup>3</sup> als uitgangspunt voor veilig abandonneerbare cavernes is gebaseerd op de ervaring die Nobian in andere velden heeft met vergelijkbare cavernes in het Zechstein zout. Dit betreft:

- Stade (Duitsland) – de volgende cavernes met volumes boven 1 miljoen m<sup>3</sup> zijn geabandonneerd eind 2005 en begin 2006. Nadien zijn geen nadelige gevolgen aan het maaiveld waargenomen (zie [Figuur 7](#)):
  - caverne T1: 1,35 miljoen m<sup>3</sup> volume en 330 meter hoog, bodem op 780 m-mv.
  - caverne T5: 1,54 miljoen m<sup>3</sup> volume en 560 meter hoog, bodem op 1250 m-mv
  - caverne T6: 1,05 miljoen m<sup>3</sup> volume en 245 meter hoog, bodem op 755 m-mv

- Hvornum (Denemarken) – de volgende caveerne met een volume boven 1 miljoen m<sup>3</sup> is geabandonneerd in 2021:  
caverne HV5: 1,35 miljoen m<sup>3</sup> volume en 184 meter hoog, bodem op 790 m-mv.

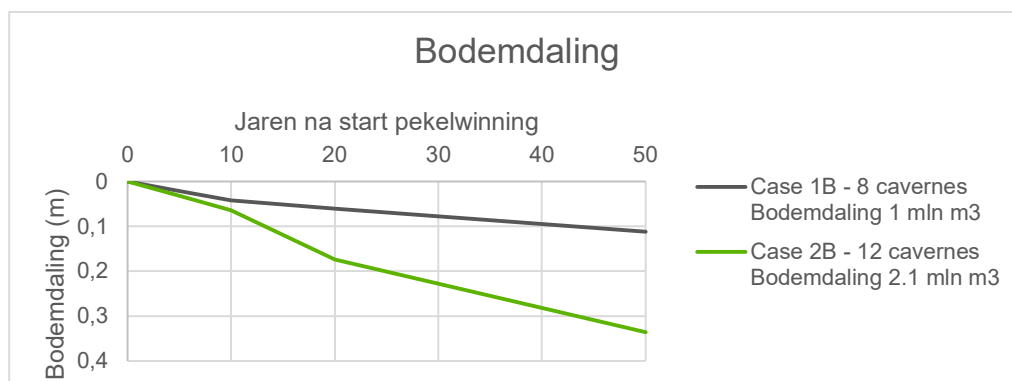


**Figuur 7: Weergave van de bodemdalingssnelheid op basis van INSAR-data gedurende 1995-2000 en 2015-2021 boven caveerne Stade T5 (bron: SkyGeo portal voor Nobian). Dit gebied is gekozen omdat het het centrum van het bodemdalingsgebied was, caveerne T5 ook de grootste caveerne was, en de gebouwen sinds 1995 onveranderd zijn, waardoor de data uit beide periodes goed vergelijkbaar is. Te zien is dat in de periode 1995-2000 bodemdaling plaatsvond met een snelheid van 2 mm/jaar. Destijds was het winningsgebied nog in bedrijf. Waterpasgegevens geven een vergelijkbaar beeld. In de periode 2015-2020 (10-15 jaar na abandonment van de putten) is de bodemdalingssnelheid 0 mm/jaar.**

De maximale hoogte van 125 meter is als uitgangspunt gekozen omdat:

- De hoogte aanmerkelijk geringer is dan die van de bovengenoemde cavernes met 1 miljoen m<sup>3</sup> of meer volume die Nobian al veilig geabandonneerd heeft.
- De bolvorm (gelijke hoogte en diameter van de caveerne) qua gesteentemechanica en abandonneerbaarheid het gunstigst is, omdat het verschil in drukopbouw tussen bodem en dak daarmee het kleinste is. Een abandonment-test op Stassfurt caveerne S102, ook in Zechstein zout met een hoogte van 125 meter, laat zien dat er een veilige evenwichtsdruk ontstaat bij een gradiënt van 0,19 bar/m, dit is 86% van de lithostatische druk (SodM 2020, Cavern Scale Report, blz 87 en verder).

De bodemdalingprognoses zijn gebaseerd op scenario 2B (gemiddeld 2,1 miljoen kubieke meter caveernevolume). Omdat een caveerne in hoogte en volume groeit in functie van de tijd, blijft bij veldontwerp - variant 1 waarop deze aanvraag is gebaseerd (8 cavernes tot maximaal 1 miljoen kubieke meter) de bodemdaling en bijbehorende effecten ruim binnen deze bodemdalingprognoses van veldontwerp – variant 2, zoals weergegeven in zie **Figuur 8**.



**Figuur 8: Weergave van bodemdaling**

Op deze wijze wordt geborgd dat de effecten van de winning altijd binnen de effecten liggen zoals deze zijn vermeld in hoofdstuk 6 & 7.

Ook is er gekeken naar alternatieve wijze van afsluiten, het zogenoemde soft shut-in en het no shut-in methode. Tijdens de soft shut-in methode wordt de pekeldruk gereduceerd door het aflaten van pekkel. Vervolgens neemt de pekeldruk weer toe door de afsluiter dicht te zetten tot deze weer een drukniveau bereikt waarbij de drukaflaat weer wordt toegepast. Hierdoor ontstaat voor de pekeldruk een zaagtandprofiel. Tijdens de no shut-in methode vind er continue pekeluitstroom uit de caverne plaats.

Deze twee methodes hebben echter twee belangrijke nadelen ten opzichte van de, door Nobian gehanteerde, hard shut-in methode. Namelijk, snellere bodemdaling en langer in bedrijf hebben van bovengrondse installaties. Dit is zowel ongewenst voor de omgeving omdat land niet hersteld kan worden naar de oorspronkelijke staat, als ook voor Nobian vanwege de additionele kosten om de installaties in bedrijf te houden, als ook voor de maatschappij, omdat die op termijn een last zou moeten overnemen van een bedrijf dat niet voor de eeuwigheid zal bestaan.

Bij de soft shut-in methode treedt er sneller bodemdaling op zoals is opgenomen in veldontwerp – variant 2 scenario B (2B), dan bij de hard shut-in methode, zoals is opgenomen in veldontwerp – variant 2 scenario A (2A). Dit verschil is een factor 1,6 (KBB 2012, blz 18).

Voor Nobian is de no shut-in methode geen optie omdat dit leidt tot snellere bodemdaling dan bij soft shut-in of hard shut-in (sneller nog dan tijdens productie, dus ten minste een factor 5 sneller dan na hard insluiten). Tevens leidt dit tot het niet kunnen herstellen van het land, en additionele kosten voor het in bedrijf houden van bovengrondse installaties als ook additionele kosten voor de maatschappij, omdat die op termijn een last zou moeten overnemen van een bedrijf dat niet voor de eeuwigheid zal bestaan. Om deze redenen zal Nobian de harde insluitingsmethode toepassen na einde van de productiefase en de temperatuurvereffeningsfase.

### **Levenscyclus en wijze van afsluiting**

De levenscyclus van een caverneveld bestaat uit de volgende fases:

1. Ontwerp en aanleg
2. Productie
3. Temperatuurvereffening
4. Afsluiting
5. Nazorg

Met het Cavern Stability and Integrity Management System (CSIMS) zorgt Nobian ervoor in controle te zijn tijdens deze caverne levenscyclus (Nobian 2022 CSIMS).

Paragraaf 5.5 behandelt de fases 3 tot en met 5 van de levenscyclus van het caverneveld. De fases 1 en 2 worden in de overige delen van dit plan behandeld. Na afloop van de winning gaan de cavernes de fase van temperatuurvereffening in, waarin wordt gewacht tot de temperatuur van de pekkel in de caverne voldoende in evenwicht is gekomen met de temperatuur van het omliggende zoutgesteente. Vervolgens wordt de put afgesloten volgens een vooraf ingediend werkprogramma op basis van een veldspecifieke isolatiestrategie. Daarna zal tijdens de nazorgfase monitoring van bodembeweging plaatsvinden.

### 5.5.1. Gecontroleerde caverneveldontwikkeling en temperatuurvereffening

Nobian hanteert in het CSIMS als uitgangspunt voor het ontwerp en de ontwikkeling van het caverneveld dat de uiteindelijke veldontwikkeling leidt tot een nazorgprogramma waarbij geen schade aan de omgeving ontstaat. Tijdens de aanleg, winning en temperatuurvereffening voert Nobian continue monitoring uit om zeker te stellen dat de winning zich ontwikkelt zoals gepland, zodat hard insluiten van cavernes (fase 4 van de levenscyclus van een caveerne) mogelijk blijft (Nobian 2022 CSIMS).

Tijdens de aanleg (fase 1) wint Nobian daarvoor de volgende gegevens in:

- Boorkernen; vervolg onderzoeken naar deformatie en permeatie gedrag
- Gamma-ray log; karakteriseren van gesteente- en formatielagen.
- Density log; nauwkeurige bepaling van het soortelijke gewicht van alle gesteente lagen en van de lithostatische gradiënt.
- Temperatuur log; in beeld brengen van de gesteentetemperatuur op diepte (geothermische gradiënt)
- Boorgruismonsters van elke tien meter in de overburden en elke twee meter van de zout sectie: karakteriseren van gesteente- en formatielagen.
- Extended leak-off-tests; in-situ testen om de leak-off- en fracture-drukken van het zoutgesteente te beproeven

Tijdens de productiefase (fase 2) meet Nobian de volgende zaken:

- Oplosbaarheid van het zout en eventuele voorkeursoplosrichtingen (door water) van het zoutvoorkomen, door middel van 3D-sonar metingen die, afhankelijk van de ontwikkeling van de cavernes, gemiddeld om de twee jaar worden uitgevoerd.
- Pekelconcentratie, op basis van continue dichtheidsmeting en wekelijkse monsternamen.
- Pekeltemperatuur, deze wordt continu gemeten op vaste punten in het proces en daarnaast op diepte in de caveerne in combinatie met de sonarmeting.
- Bodemdaling, doormiddel van jaarlijkse waterpassing ondersteund met INSAR data die datapunten bevat met intervallen tussen een week en een maand.
- Bodemtrillingen, zowel natuurlijke als gerelateerd aan uitloging, door continue seismische monitoring met een lokaal meetnet.

Tijdens de temperatuurvereffeningsfase (fase 3) meet Nobian de volgende zaken:

- Pekeltemperatuur om te bepalen of er voldoende temperatuurevenwicht bereikt is.
- Drukopbouw in de caveerne (door kruip en opwarming).
- Volume pekels dat moet worden afgelaten op de druk met 1 bar oplaag te krijgen (compressibiliteit).
- Cavernevorm (sonar na einde productie en vervolgens in elk geval binnen vijf jaar en voorafgaand aan hard insluiten).
- Kruipgedrag van het zout door het uitvoeren van testen.
- Permeatiegedrag van het zout en evenwichtsdruk van de caveerne door het uitvoeren van testen.
- Bodemdaling.
- Bodemtrillingen.

Het water dat vanuit Hengelo naar de cavernes wordt gepompt om het zout uit te logen, is relatief warm, ruim 30 graden Celcius. Hierdoor is het temperatuurverschil met het rond de cavernes aanwezige zout (ongeveer 40 graden Celcius) relatief beperkt. Bij een volume van 1 miljoen m<sup>3</sup> verwacht Nobian aan ongeveer zeven jaar temperatuurvereffening voldoende te hebben om op een temperatuurverschil van minder dan 5 graden Celcius te komen. Dit criterium is ontleend aan SodM 2020, Cavern Scale Report (blz 42).

### 5.5.2. Isolatiestrategie en generieke wijze van abandonneren

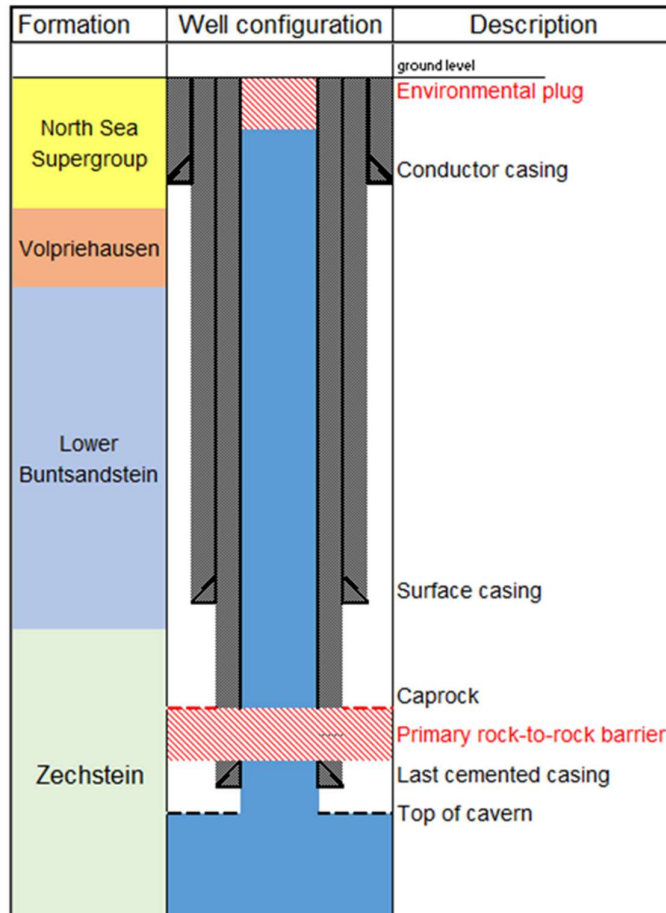
Wanneer bij een caverne de productie is beëindigd, zal een specifiek verwijderingsplan, zoals beschreven in het mijnbouwbesluit en de mijnbouwregeling, worden ingediend voor deze caverne of het (deel) van het caverneveld waar de caverne toe behoort. Hierin wordt de precieze duur van de fase van temperatuurvereffening (fase 3 in de levenscyclus van de caverne) beschreven.

Vervolgens zal Nobian de putten in overeenstemming met de voorschriften uit de mijnbouwwetgeving en industrie-standaarden permanent afsluiten en het gebied herstellen zoals het voor aanleg aangetroffen is (fase 4 in de levenscyclus van de caverne). Uitgangspunt is mogelijke ondergrondse crossflow en vloeistofverontreiniging naar het oppervlak te voorkomen. Hiertoe worden duurzame barrières geplaatst. Dit kan gegarandeerd worden door het toepassen van de abandonmentcriteria zoals beschreven in de mijnbouwregeling.

Een gedetailleerde analyse van de lokale geologie zoals aangetroffen tijdens het boren van de put en analyse van de putkwaliteit na einde productie zal worden gebruikt om de finale plugdieptes te bepalen. De geologische evaluatie omvat waarnemingen en metingen (logs) die zijn uitgevoerd tijdens de booroperatie.

De analyse van de putkwaliteit (cementatie en casing) zal worden gedaan op basis van beschikbare logs en gegevens. Het definitieve plug en abandonment ontwerp en de isolatiestrategie wordt op basis hiervan voorbereid en vervolgens uitgevoerd.

Voor de Haaksbergen putten en cavernes wordt deze generieke lijn specifiek toegespitst op de karakteristieken van het Haaksbergen-veld. Een generieke isolatiestrategie die wordt voorzien voor deze cavernes wordt hieronder geïllustreerd zie [Figuur 9](#).



**Figuur 9: Schematisch overzicht van het abandonment van een Haaksbergen-put**

### 5.5.3. Nazorgfase

Op basis van de huidige kennis acht Nobian aan de uitgangspunten voor een veilig nazorgprogramma te voldoen omdat:

- De cavernes zich rond- of binnen 1000 m onder maaiveld bevinden (shallow caverns volgens KEM-17 [SodM 2020])
- Het cavernevolume begrensd wordt op 1 miljoen kubieke meter (zie voor toelichting de uitgangspunten aan het begin van deze paragraaf)
- De cavernehoogte begrensd wordt op 125 meter (zie voor toelichting de uitgangspunten aan het begin van deze paragraaf).

Dit betekent dat na een temperatuurvereffeningsfase van ongeveer 7 jaar de putten kunnen worden geabandonneerd, waarmee de cavernes hard ingesloten worden.

Om de veiligheid tijdens de nazorgfase te kunnen garanderen, is een analyse uitgevoerd van de risico's die optreden bij cavernes die niet meer in productie zijn. Daarnaast heeft Nobian ook van het soft shut-in scenario de risico's geanalyseerd, dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 7.

### Risico's en ondergrondse processen tijdens de nazorgfase

De volgende risico's, de oorzaken daarvan, de kans van optreden en de mogelijke gevolgen op lange termijn zijn hierbij voor de nazorgfase geïdentificeerd:

- Na harde insluiting (fase 4 van de levenscyclus van een caverne) lekkage van pekels buiten de caverne en het omringende zoutvoorkomen met mogelijke milieuverontreiniging tot gevolg.
- Het na harde insluiting ontstaan van een lekpad naar omliggende cavernes en daardoor een groter of sneller lekpad naar buiten het zoutvoorkomen en/of meer bodemdaling.
- Caverne-instabiliteit, bijvoorbeeld als gevolg van indringen van pekels in het zout na harde insluiting, mogelijk leidend tot bodemdaling.
- Bodemdaling door zoutkruip na harde insluiting.

De oorzaken van het optreden van bovengenoemde risico's liggen in ondergrondse processen die optreden in en rond de cavernes nadat de pekelsproductie is gestopt en de putten permanent zijn afgesloten (geabandonneerd). In het KEM-17 rapport [SodM 2020] wordt vermeld dat het gedrag van een caverne en het omliggende zoutgesteente op de lange termijn wordt bepaald door drie processen:

- I. Opwarming van de pekels, die onafhankelijk is van de cavernedruk, kan leiden tot thermische uitzetting en een verdere verhoging van de pekeldruk in de caverne. Als de vloeistoftemperatuur van de pekels in de caverne vrijwel overeenkomt met de gesteentetemperatuur van het zoutgesteente rond de caverne, kunnen de effecten van thermische uitzetting worden verwaarloosd. Het doel van de temperatuurvereffeningsfase (fase 3 in de levenscyclus van een caverne) is om dit effect voor de nazorgfase te minimaliseren. In de verdere nazorgfase zal het dan nog een kleine rol spelen.
- II. Zoutkruip, wat een afnemende (niet-lineaire) functie is van de cavernedruk en het far-field spanningsveld. De kruipsnelheid neemt toe met de diepte, hoe ondieper de caverne, hoe minder kruip er mag worden verwacht. Het kruipgedrag is een veldspecifieke eigenschap, die nauw samenhangt met onder meer de diepte van het zoutvoorkomen en de korrelgrootteverdeling van het zout.
- III. Pekelpermeatie / hydraulische fracturing kan optreden door de cavernewand of het cavernedak, wat een functie is van toenemende cavernedruk en afhankelijk is van cavernehoogte en cavernediepte. Na afsluiting bouwt de druk in de caverne op, totdat permeatie of fracturing ontstaat. Er ontstaat dan een evenwicht waarbij de drukopbouw door kruip en de drukafname door permeatie/fracturing even groot zijn.

In een ondiepe (shallow, tot circa 1000 meter diepe) caverne is deze evenwichtsdruk aanzienlijk lager dan de lithostatische druk, waardoor het ontstaan van een hydraulische fractuur met bijbehorende risico's onwaarschijnlijk is [SodM 2020].

Het temperatureffect voor de cavernes in Haaksbergen is bekend, zie paragraaf 5.5.1. Het kruipgedrag van het zout in Haaksbergen is al uitvoerig onderzocht door IfG (IfG 2012a). Vanwege de relatief ondiepe ligging, het gehanteerde maximale volume en de gehanteerde maximale hoogte acht Nobian het waarschijnlijk dat permeatie zal optreden als drukaflaatsmechanisme bij een evenwichtsdruk tussen 85% en 100% van de lithostatische druk.



### Validatie veilige afsluiting door het Cavern Closure Consortium (CCC)

Uit het KEM-17 project [SodM 2020] kwam de aanbeveling dat voor een veilige afsluiting en nazorg op drie schaalniveaus naar bovenstaande processen moet worden gekeken:

1. Microschaal (nanometers tot decimeters)
2. Caverneschaal (meters tot decimeters)
3. Zoutvoorkomen-/domeschaal (hectometers tot kilometers)

Nobian heeft deze aanbevelingen opgevolgd door dezelfde experts te benaderen die aan het KEM-17 project hebben gewerkt. Met deze experts heeft Nobian het zogenaamde Cavern Closure Consortium (CCC) gevormd. Naast Nobian bestaat dit consortium uit de bedrijven Microstructures and Pores (MaP) voor het onderzoek op microschaal, Brouard Consulting voor het werk op caverneschaal, SmartTectonics voor het werk op domeschaal en Geostructures voor de integratie en inhoudelijke aansturing. Experimenten worden uitgevoerd door het Institut für Gebirgsmechanik (IfG) en DEEP.KBB verzorgt reviews van conceptrapporten van het CCC. Geologische input wordt ingebracht door Geowulf en DEEP.KBB.

Doel van het werk is om op basis van bestaand materiaal (kernen en cuttings uit proefboring Isidorushoeve 1 in het Haaksbergen gebied) en bestaande gegevens (boorgatlogs) de uitgangspunten voor een veilig en beperkt nazorgprogramma te verifiëren.

Gedurende de nazorgfase zal Nobian in elk geval de bodembeweging nog 30 jaar blijven monitoren door middel van waterpassing en INSAR (bodemdaling) en seismische monitoring (bodemtrillingen).

## 5.6 Secundair Gebruik van Zoutcavernes

*Artikel 36, lid 1, onderdeel b, van de Mijnbouwwet bepaalt dat de Minister de instemming met het winningsplan kan weigeren in het belang van het planmatig gebruik of beheer van (onder meer) mogelijkheden tot het opslaan van stoffen.*

Het ontwerp van het veld en de caveerne is bedoeld voor zoutwinning, maar secundair gebruik van caveerne kan worden overwogen op basis van het volgende:

- Het zoutvoorkomen in Haaksbergen is beperkt in diepte en dikte. Hierdoor wordt het opslagpotentieel beperkt door de hoogte en de diepteligging van de cavernes (beperking van de werkdruk van een opslag). De eigenschappen van het zout zelf of het caveernevolume levert geen beperking op.
- Om de geschiktheid van één of meerdere cavernes voor een type opslag (meestal een gas) te bepalen, moeten de nodige onderzoeken worden uitgevoerd.

In het geval een opslagbedrijf (externe partij) geïnteresseerd is in het gebruik van de cavernes in Haaksbergen, zal deze partij haar beoogde opslagoperatie (werkdruk) moeten aanpassen binnen de ontwerp grenzen die door de diepte en dikte van het zoutvoorkomen in Haaksbergen worden gesteld. Tevens dient door het opslagbedrijf een volledig nieuw vergunningentraject te worden doorlopen ten behoeve van de eventuele opslag. Ook dienen er overeenkomsten met landeigenaren gesloten te worden.

### 5.6.1 Cavernes

8 cavernes met een totaal potentieel opslag volume van 8 mln m<sup>3</sup>, nadat de cavernes zijn uitgelooft tot het ontwerp eind volume.

Laagpakket	Diepte (m-mv)	Drukgradiënt (bar/m)	Druk (bar)
Tertiair	0-100	0,15	15
Trias-Zechstein	100-660	0,23	129
Z1 Haliet	660-700	0,21	8
<i>Totaal</i>			<i>152</i>

**Tabel 6. Laagpakketten met dieptes, drukgradiënten en bijdrage aan lithostatische druk.**

Bij een gemiddelde schoendiepte van de Last Cemented Casing (LCC) op zo'n 700m-mv komt de maximale toelaatbare formatie druk uit circa 150 bar, afhankelijk van de diepteligging van de specifieke caverne.

Met een veiligheidsmarge van 85% komt je vervolgens uit op maximale druk van circa 130 bar. Een minimale druk is nodig om de integriteit van de cavernes te borgen. De aanname van minimale druk is 70 bar (hydrostatische druk bij 700 meter diepte). Dit betekent dat er een werkdruk van 60 bar ontstaat (Tabel 6).

Zodoende ontstaat hierdoor een totaal potentieel opslag volume van 1 miljard m<sup>3</sup>, met 130 bar en 8 miljoen kubieke meter cavernevolumen. Echter, dit kan niet gezien worden als volledig werkvolume. Bij een werkdruk van 60 bar en potentieel opslag volume van 8 miljoen kubieke meter is er dus een opslag capaciteit te realiseren van 480 miljoen m<sup>3</sup>. En daarmee dus ook 520 miljoen m<sup>3</sup> als strategische voorraad. Om dit laatste volume beschikbaar te maken is er wel pekels nodig om de cavernes te vullen.

Het cavernevolumen van 1 miljoen m<sup>3</sup> is een voor opslagcavernes gebruikelijk volume. Ook de cavernevorm is zowel voor pekelsproductie als voor opslag geschikt. Het betreft namelijk een bolvormig (ook wel boogvormig genoemd) dak. Vanuit gesteente mechanica oogpunt is dit een vorm die goed bestand is tegen zware lasten (romeinse brug). Ook voorziet deze vorm in een goed vertrekpunt om bij deze diepteligging tot een zo groot mogelijk werkvolume te hebben.

Uitloging van de caverne met gebruik van HVO leidt waarschijnlijk niet tot een situatie waardoor de caverne niet meer geschikt is voor gasopslag.

### 5.6.2 Boorputten

De configuratie (maatvoering) die gebruikt wordt in Haaksbergen is gelijk aan die van andere opslag cavernes in Nederland. Het materiaal type voor de LCC is deels K55 en deels L80. Uit de casing design load case scenario 'full displacement to gas' en 'green cement pressure test' blijkt dat de casing geschikt lijkt voor de maximale drukken. Er is echter niet in het bijzonder gekeken welke effecten druk fluctuaties op de casing hebben. De koppelingen voor de casings die gebruikt worden in het Haaksbergen zijn geclassificeerd als gasdicht.

Het type cement (klasse g) dat gebruikt wordt tijdens het constructie proces van de 13 3/8" LCC, is niet een type cement die ontworpen is voor druk fluctuaties.

De bodemflens is bestand tegen gasopslagdruk, echter de putmond en het spuitkruis zijn hier niet voor ontworpen.

### 5.6.3 Benodigde aanpassingen

In de basis is het mogelijk om de put geschikt te maken ter behoeve van gasopslag, op de volgende wijze:

- 1) Een type cement gebruiken voor het zouttraject dat bestand is tegen druk fluctuaties (flexstone) zodat in het zouttraject de packer voor de productiebuiskan worden gezet.
- 2) Na uitloging van de caverne de putmond en spuitkruis vervangen voor materialen geschikt voor het eventuele opslagmedium.

- 3) Een extra drukhoudende verbuizing (9 5/8") installeren (met de packer in het zouttraject) nadat de caverne uitgeloozd is met specificaties die dusdanig geschikt zijn voor het opslag medium en drukregime.

## 6 Bodembeweging

### 6.1 De verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling

*Artikel 35, lid 1, onderdeel f van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van 'de bodembeweging ten gevolge van de winning en de maatregelen ter voorkoming van schade door bodembeweging, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat of onder de territoriale zee vanuit een voorkomen dat is gelegen aan de zeezijde van de in de bijlage bij deze wet vastgelegde lijn, tenzij Onze Minister anders heeft bepaald'.*

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel m, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel n, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd.*

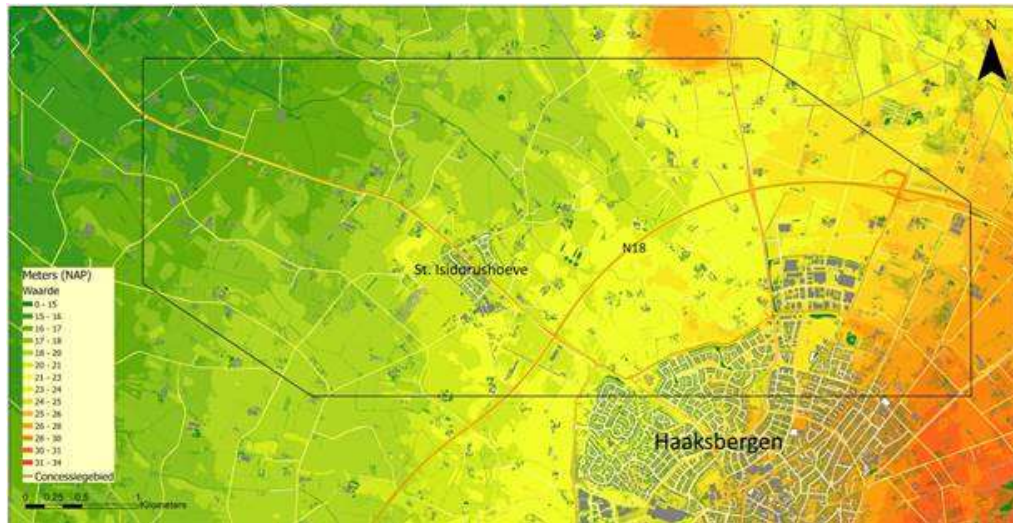
*Artikel 24, lid 1, onderdeel o, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgave van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling in de tijd, als bedoeld in de onderdelen m en n.*

Binnen het voor de bodemdalingsprognoses gehanteerde veldontwerp van 12 cavernes zijn door KBB twee scenario's (2A en 2B) voor bodemdalingsprognose ontwikkeld [KBB 2012]. Er is dus naast het basisscenario (2A) een conservatief (2B) scenario ontwikkeld. Deze zijn weergegeven in paragraaf 6.1.1.

Nobian heeft daarnaast ervoor gekozen om een zeer conservatief referentie-variant op te stellen om lange termijn effecten van de zoutwinning inzichtelijk te maken op gebied van waterhuishouding, infrastructuur en gebouwen [Royal HaskoningDHV 2020 & Royal HaskoningDHV 2021]. Deze referentie-variant wordt enkel toegepast in paragraaf 6.1.2.2.

Nobian heeft er in dit winningsplan voor gekozen om 8 cavernes te ontwikkelen van 1 miljoen kubieke meter. Hierdoor zal de daadwerkelijk bodemdaling en de daaraan gekoppelde effecten ruim binnen de grenzen vallen van de in dit hoofdstuk (6) behandelde prognoses en effecten.

Het gebied ten noordwesten van Haaksbergen is licht glooiend en loopt af naar het noordwesten. Haaksbergen zelf ligt op 28 meter +NAP, richting Hengevelde loopt het gebied af naar 18 meter +NAP. Een verval dus van zo'n 10 meter over ongeveer 5 kilometer (relatieve krommingsratio van 1:500), zoals weergegeven in [Figuur 10](#). Direct ten westen van de N379 bevindt zich een hoger gelegen gedeelte met niveau op NAP+24 m. Hellingen kunnen hier lokaal steiler zijn dan 1:100.



**Figuur 10. Topografische kaart Haaksbergen**

Het bodemdalingsgebied bevindt zich ten noordwesten van Haaksbergen. De maximale bodemdaling bevindt zich in het midden van het caverneveld (uitgaande van het oorspronkelijke veldontwerp met 12 cavernes) met een maximale bodemdaling van 25 cm in scenario 2A (basis) en 34 cm in 2B (uiterste geval). In scenario 2B treedt er in 50 jaar een relatieve krommingsratio op van 1:5000, dit ligt minimaal een factor 10 lager dan wat er van de nature aanwezig is. Als uit de toets blijkt dat de effecten van variant 2 scenario B acceptabel en veilig zijn, dan is variant 1 (met 8 cavernes van 1 miljoen m<sup>3</sup>) altijd veilig.

#### 6.1.1. Bodemdalingsvoorspelling: methodologie en resultaten

De berekening van de bodemdaling is gebaseerd op het model zoals ontwikkeld door "SROKA en SCHOBBER (1982)" en gegeneraliseerd door "EICKEMEIER". Dit specifieke model is geïntegreerd in de algemeen aanvaarde code "SaltSubsid", een software die wordt gedistribueerd door de Solution Mining Research Institution (SMRI).

De ontwikkeling van bodemdaling door zoutwinning in de tijd is een direct gevolg van het kruipgedrag van het zout in de ondergrond. De mate van bodemdaling als gevolg van zoutwinning is afhankelijk van:

- Veldontwerp (de locatie en afstanden tussen de omliggende cavernes, d.w.z. de diameter van de pijlers ten opzichte van de cavernediameter)
- Caverneontwerp en -ontwikkeling (volume gewonnen zout, diepte van winning per uitlooffase en de timing daarvan)
- Convergentiesnelheid van de bodemdaling door zoutkruip (snelheid waarmee het cavernevolumen afneemt). Er wordt aangenomen dat het kruipvermogen enigszins varieert over de Haaksbergen-zoutkussenstructuur.

Bodemdaling door zoutwinning in Haaksbergen wordt veroorzaakt door het drukverschil tussen de caverne en het omringende en bovenliggende gesteente. Zoutkruip veroorzaakt

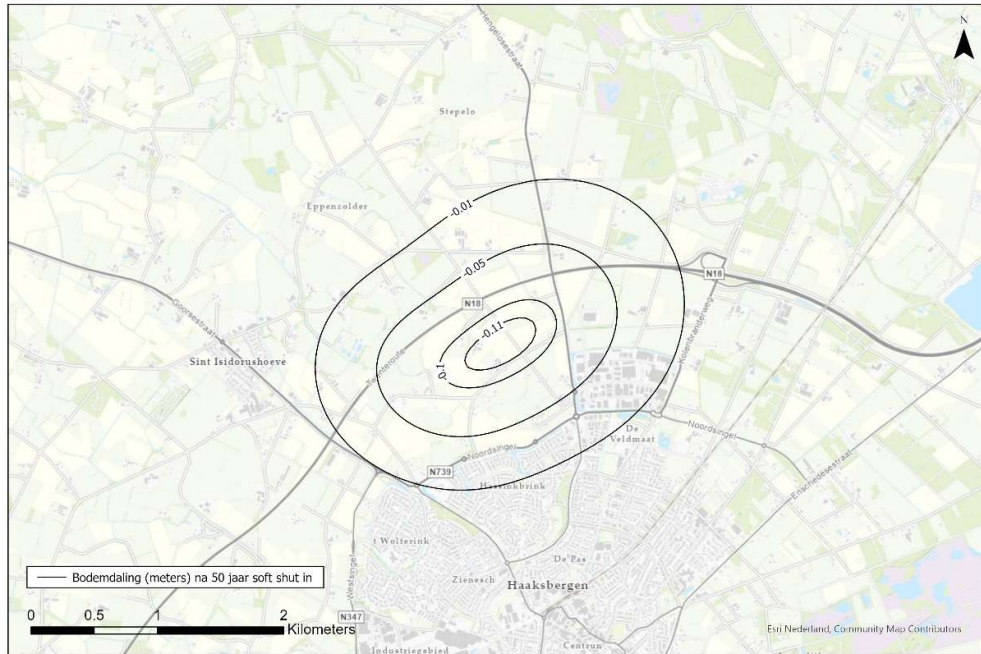
een geleidelijke volumevermindering van de cavernes (ongeveer 0,227% per jaar). De volumevermindering van een caveerne leidt tot bodemdaling in het invloedsgebied van de betreffende caveerne aan het oppervlak.

De principes en kenmerken van bodemdaling voor scenario 2A en scenario 2B, zoals beschreven in Tabel 1, zijn te zien in onderstaande tabel (Tabel 7).

Beschrijving	Veldontwerp - variant 2 Scenario A (2A)	Veldontwerp - variant 2 Scenario B (2B)
	Basisscenario	In het slechtste geval
Aantal cavernes	12	12
Cavernediameter (m)	125	125
Pijlerbreedte (m) (afstand tussen cavernes)	175	175
Input voor kruipsnelheid	Lab test ISH-01 (evaluation well)	Lab test ISH-01 (evaluation well)
Veldconfiguratie	Hexagonaal met 4 burenen	Hexagonaal met 4 burenen
Convergentiesnelheid (%/jaar) (Productiefase)	0,227	0,252
Hard insluiten na productie	Ja	Ja, maar corresponderende cavernedruk is soft shut-in druk van caveerne H-02
Convergentiesnelheid (%/jaar) (Abandonmentfase)	0,032	0,05
Bodemdaling na 20 jaar (m)	0,15	0,17
Bodemdaling na 50 jaar (m)	0,25	0,34

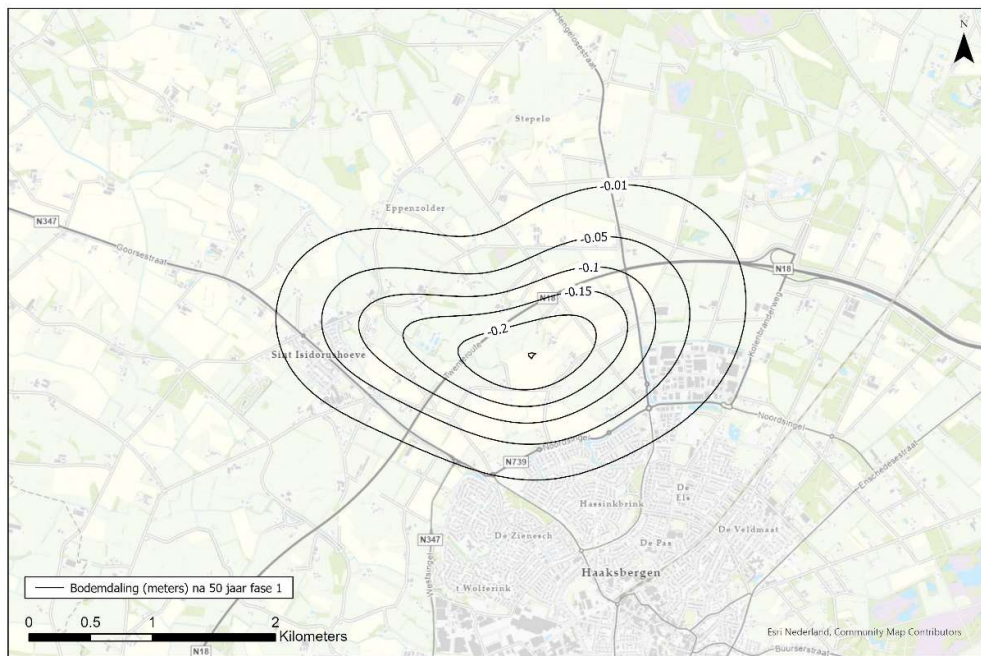
**Tabel 7. Bodemdalingprognose voor veldontwerp met 12 cavernes || Scenario 2A en 2B**

De verwachte bodemdaling contouren voor variant 1B is weergegeven in Figuur 11 en van scenario 2A en scenario 2B is de verwachte bodemdaling weergegeven in respectievelijk Figuur 12 en Figuur 13.

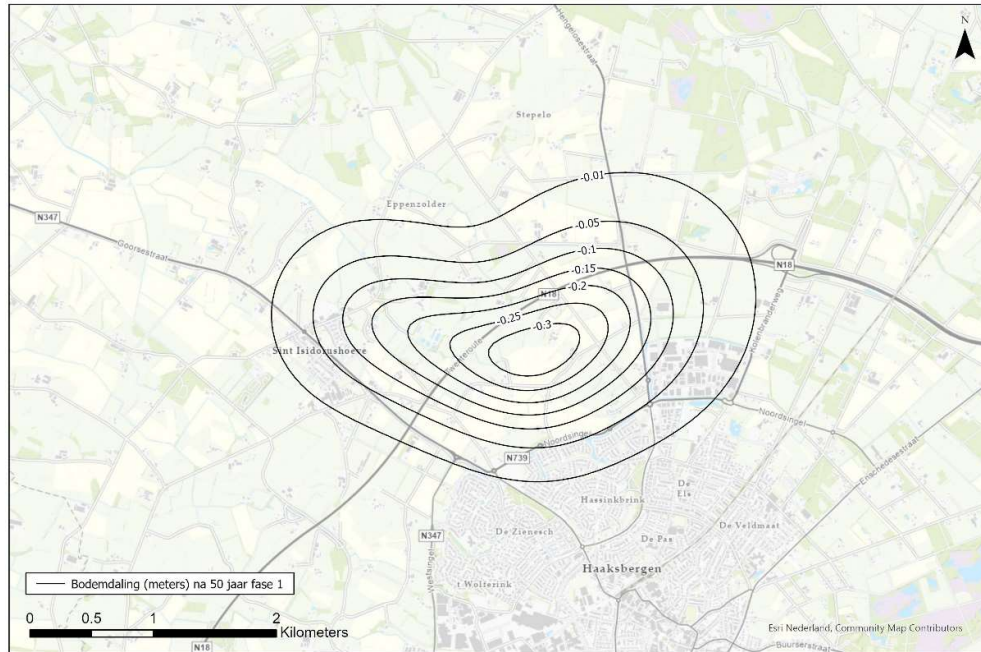


**Figuur 11.: Bodemdalingsprognose in meters || 8 cavernes 50 jaar na aanvang productie || Scenario 1B (in het uiterste geval)**

**Bodemdaling na 50 jaar base case**



**Figuur 12.: Bodemdalingsprognose in meters || 12 cavernes 50 jaar na aanvang productie || Scenario 2A (basisscenario)**

**Bodemdaling na 50 jaar worst case**

**Figuur 13.: Bodemdalingprognose in meters || 12 cavernes 50 jaar na aanvang productie || Scenario 2B (in het uiterste geval)**

Het bodemdalingsgebied bestaat uit de som van de totale volumereductie in de invloedssferen van de afzonderlijke cavernes. Het bodemdalingsprofiel aan het oppervlak hangt dus samen met de ligging en het totale aantal cavernes binnen het zoutwinningsgebied.

De bodemdalingprognose, zoals te zien is in [Figuur 11](#), [Figuur 12](#) en [Figuur 13](#), is gemodelleerd door KBB [KBB 2012].

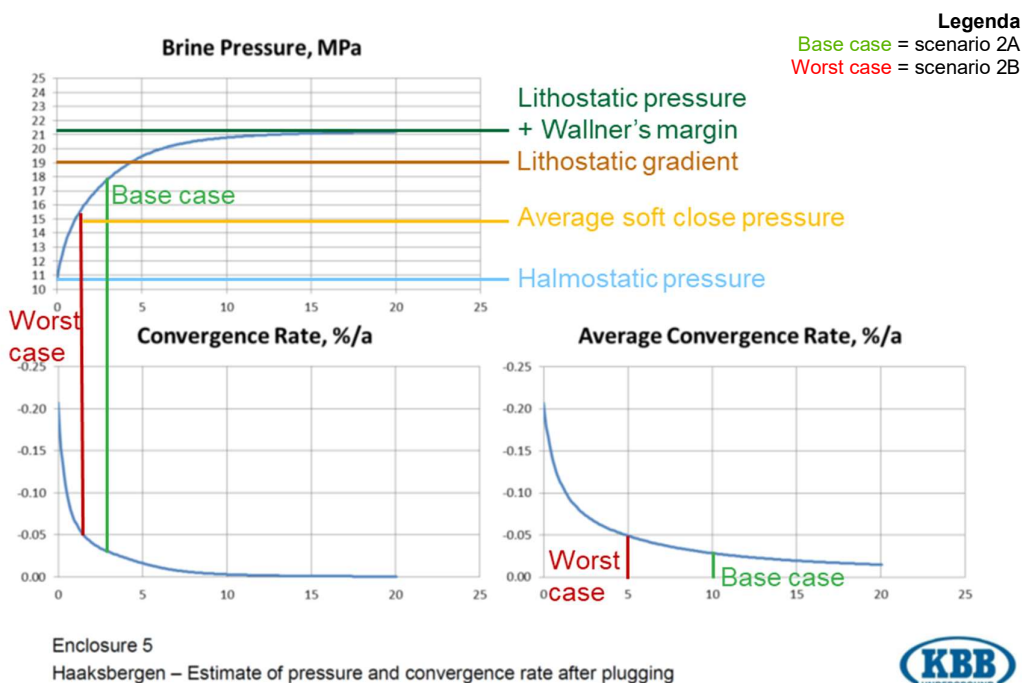
In scenario 2A (basisscenario) bedraagt de maximale uiteindelijke bodemdaling 25 cm in het diepste punt van het bodemdalingsgebied voor het voor dit winningsplan gebruikte veldontwerp (met 12 cavernes, waarvan er 8 nu daadwerkelijk in dit winningsplan worden aangevraagd). De afstand van het diepste punt tot de rand van de kom (mate van verzakking) is ongeveer 2 km. De maximale bodemdalingssnelheid na 10 jaar productie is ongeveer 1,3 cm per jaar in het diepste deel van de kom. Dit is de periode waarin de meeste cavernes tegelijkertijd produceren. Scenario 2A gaat na afsluiting uit van een gemiddeld convergentiepercentage van 0,032% per jaar, een factor zeven geringer dan het convergentiepercentage van de productiefase. De werkelijke gemiddelde convergentie zal naar verwachting vanaf 10 jaar na harde insluiting lager zijn dan de genoemde waarde [KBB 2012]. De prognose is gedaan voor het tijdstip 50 jaar na de start van de productie. De productiefase zal naar verwachting ongeveer 7 jaar per caveerne duren, gevolgd door de temperatuurvereffeningsfase van enkele jaren, de afsluiting en de nazorgfase van de caveerne gedurende 20-30 jaar. De verwachting is dat na stopzetting van de productie de caveerneconvergentie en daarmee de bodemdaling drastisch zal afnemen.

Scenario 2B is gebaseerd op conservatieve aannames en geeft daarmee inzicht in een in het ergste geval te verwachten bodemdaling die kan optreden. De uiteindelijke mate van maximale bodemdaling voor de cavernes uit dit winningsplan varieert in de prognosesenario's van 25 cm tot maximaal 34 cm over 50 jaar. De variatie is ongeveer +/-



10 centimeter (verschil tussen scenario 2A en scenario 2B). Scenario 2B gaat na afsluiting uit van een convergentiepercentage van 0,05% een factor vijf geringer dan het convergentiepercentage van de productiefase in scenario 2B. Deze waarde correspondeert met de convergentiesnelheid bij maximale operationele druk (temperatuurvereffeningsfase) van caveerne H-02, de op één na diepste caveerne (zie Figuur 12). Dit is voor het grootste deel van het veld een conservatieve waarde voor de temperatuurvereffeningsfase voorafgaand aan harde insluiting, omdat H-02 de op één na diepste caveerne is, met daardoor snellere kruip dan gemiddeld voor het hele veld te verwachten valt.

Na harde insluiting ontstaat in de caveerne uiteindelijk een evenwichtsdruk. Hierbij is de drukopbouw door met name zoutkruip gelijk aan de drukaflaat door permeatie dan wel hydraulische fracturing. De convergentiesnelheid die correspondeert met de evenwichtsdruk blijft constant op de lange termijn. Deze evenwichtsdruk ligt bij het voorbeeld uit Figuur 14 naar verwachting tussen 16 en 21 MPa. De convergentiesnelheid van scenario A correspondeert met een evenwichtsdruk van 18 MPa, die van scenario 2B met een evenwichtsdruk van 15,5 MPa. Scenario 2B is dan ook voor de nazorgfase een conservatieve benadering omdat de caverne druk in dit scenario lager ligt dan de te verwachten evenwichtsdruk na harde insluiting en de convergentiesnelheid (en dus ook de bodemdaling) daardoor hoger is dan te verwachten valt na harde insluiting.

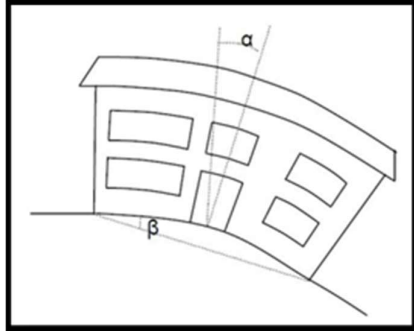


**Figuur 14. Afnemende convergentiesnelheid en corresponderende drukken op basis van caveerne H-02 uit KBB 2012 met daaruit afgeleide constante convergentiesnelheden na sluiting voor de base case (scenario 2A) en worst case (scenario 2B) bodemdalingsscenario's.**

## 6.1.2. Bodemdalingseffecten

### 6.1.2.1 Effecten op grondniveau van bodemvervorming

Met het oog op schade aan gebouwen als gevolg van grondverplaatsing (door bodemdaling) bedraagt de berekende maximale relatieve kromming ( $\beta$  in Figuur 15) 2,10-4 ofwel circa 1:5000 (0,01 meter op 50 meter). Dit is ruim onder de gedefinieerde grenswaarden [RoyalHaskoningDHV 2020].



**Figuur 15.: Skew ( $\alpha$ ) en relatieve kromming ( $\beta$ ).**

Met betrekking tot de vervorming van kabels en leidingen wordt geconcludeerd dat de berekende waarden ruim onder de zogenaamde toelaatbare voegrotaties liggen. Zoals gedefinieerd in de prognose van de horizontale rek zal er bij de voegovergangen geen ontkoppeling/scheiding plaatsvinden. Schade aan huisaansluitingen zal niet optreden omdat de huizen dezelfde daling als de leidingen ondergaan

Vereisten voor de helling van riolen zijn in de orde van 1:200 tot 1:1000, afhankelijk van het funderingstype. De berekende maximale scheefstand is ongeveer 1:2000, wat aanzienlijk kleiner is dan de eisen voor helling en niet merkbaar is voor de omgeving. De zoutwinning zal dus geen nadelige invloed hebben op de werking van de riolering.

De bodemdaling strekt zich geleidelijk uit over een lengte van van circa 4 km in beide richting, met circa 2 km van de kom tot de rand waar de bodemdaling kleiner is dan 1 cm. Deze taluds zijn als gevolg van de bodemvervorming vergelijkbaar met of kleiner dan de natuurlijke peilverschillen in het gebied. Waarbij de van nature aanwezig relatieve krommingsratio van 1:500, zoals beschreven in paragraaf 6.1.1, vele malen kleiner is dan de relatieve krommingsratio die optreedt door zoutwinning (zo'n 1:5000 in 50 jaar)

De voorspelde daling heeft geen invloed hebben op het wegbeheer. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat het risico op schade aan gebouwen als gevolg van zoutwinning onwaarschijnlijk wordt geacht.

#### 6.1.2.2 Werking van het watersysteem

De hydrologische effecten van de bodemdaling zijn bepaald met behulp van een grondwatermodel van Waterschap Vechtstromen (waarin Waterschap Regge en Dinkel is opgenomen). In deze studie [RoyalHaskoningDHV 2021] zijn de hydrologische effecten en de afgeleide effecten bepaald voor het referentie-variant, met als uitgangspunt de bodemdaling 50 jaar na aanvang productie. Het grondwatermodel is geverifieerd met behulp van peilbuizen.

Voor de situatie na 50 jaar zijn de effecten op de MLG (Maatgevend Laagste Grondwaterstand) in de orde van grootte van maximaal 0,25 meter en positief voor de landbouw. De effecten op de GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) zijn gering (maximaal 0,15 meter) en leiden op sommige percelen tot een toename van de landbouwschade van 5% tot 15%. Bij extreme regenval is op sommige plaatsen is een toename van overstromingen te verwachten. Er is geen effect te verwachten voor de bebouwing in het gebied en er is geen risico op zetting. De basisafvoer neemt in een aantal stromen toe tot maximaal 145 m<sup>3</sup>/dag. Omdat de waterlopen zijn ontworpen voor afwatering bij hoogwatersituaties, zal een verhoging van de basisafwatering niet tot problemen leiden.

Door de daling van de helling met 0,03% over een traject van 1500 meter in het benedenstroomse deel binnen het bodemdalingsgebied zal bij hoogwater het peil stijgen. Dit kan leiden tot grotere overstromingsgebieden. Een hoger beekpeil bij hoogwater leidt echter na 50 jaar niet tot meer overlast voor gebouwen.

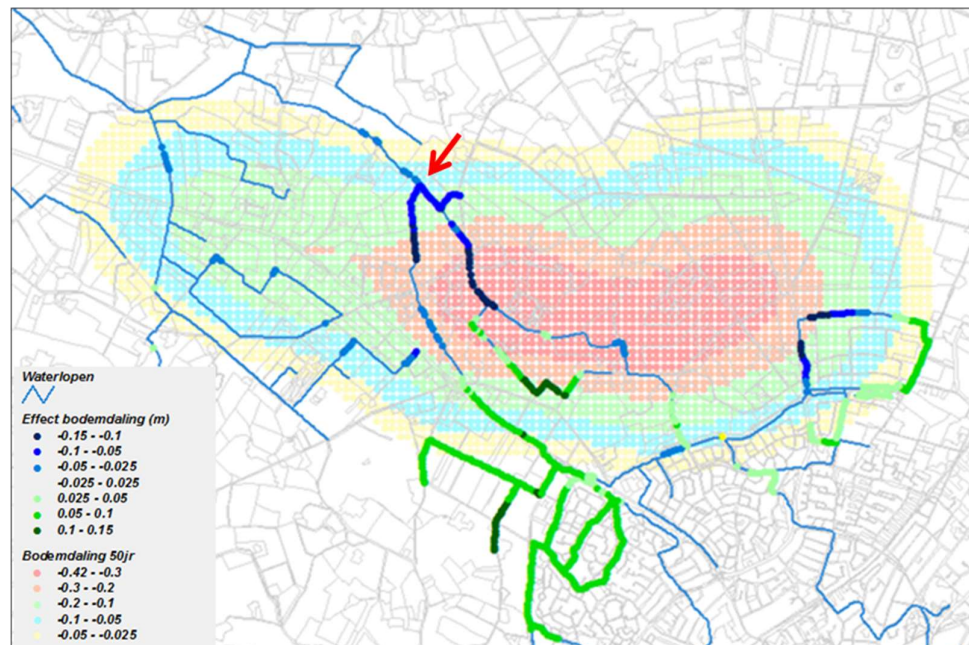
Bij het ontwikkelen van plannen voor de herinrichting van de Bolscherbeek is een modelstudie uitgevoerd door HKV (PR2279.20, maart 2012), waarin is gekeken naar de effecten bij hoogwater. Van de door HKV berekende maatgevende situaties is voor het MER één situatie nader doorgerekend.

Om de effecten van de bodemdaling te onderzoeken zijn berekeningen uitgevoerd met het Sobek oppervlaktewatermodel (geleverd door het Waterschap). Met het Waterschap is afgesproken om in een herontwikkelde beek het 50-jarige verzakkingseffect op het beekpeil vast te stellen.

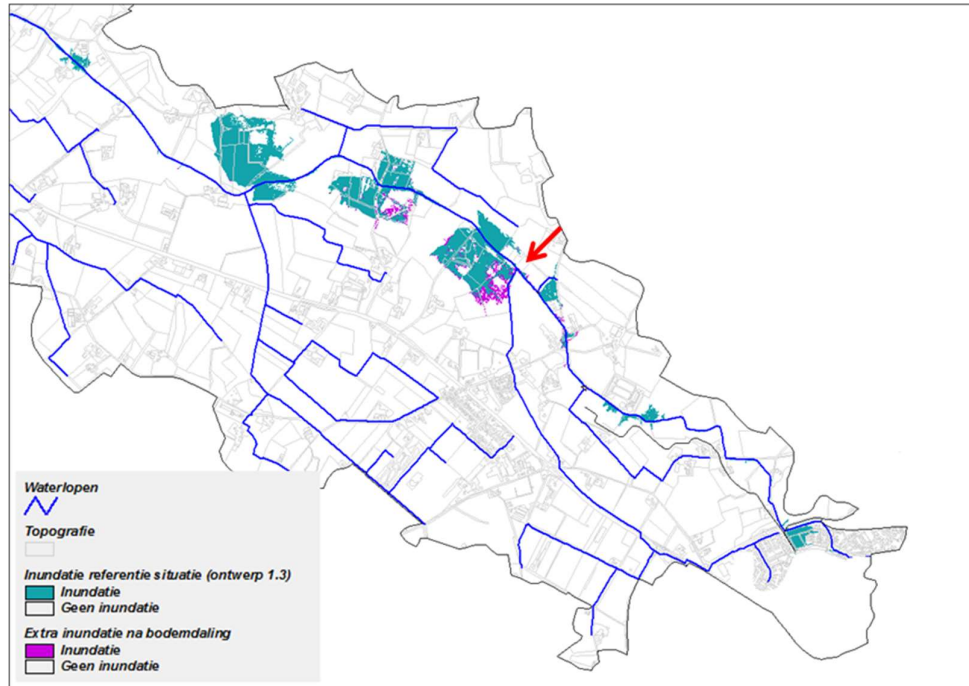
**Figuur 16** toont het effect op het beekpeil als gevolg van de bodemdaling na 50 jaar in een T100-situatie (een situatie die eens in de 100 jaar voorkomt) ten opzichte van de situatie na herinrichting van de beek. Een relatieve peilstijging wordt aangegeven door een blauwe band op de waterlopen. In de groene vakken daalt het waterpeil meer dan de bodem.

De berekende peilstijging bedraagt maximaal 0,15 meter in de zone met de grootste bodemdaling. Net ten zuiden van de rode pijl in **Figuur 16** ligt de berekende stijging tussen 0,05 en 0,1 meter. Ten noorden van de rode pijl is de stijging minder dan 0,05 m.

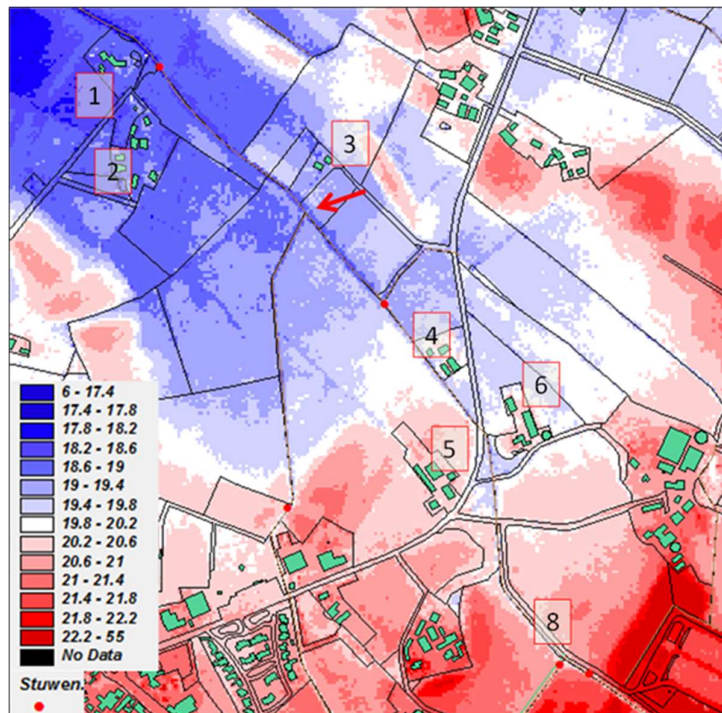
Het berekende niveau is vervolgens gebruikt om de overstromingsgebieden te bepalen die eens in de 100 jaar kunnen ontstaan, zowel voor de referentiesituatie (op basis van het door de HKV aangeleverde peil) als voor de situatie na 50 jaar bodemdaling (**Figuur 17**).



**Figuur 16.:** Berekend effect, gebaseerd op de referentie-variant, op het beekpeil als gevolg van bodemdaling na 50 jaar.



Figuur 17.: Berekende overstromingszones, gebaseerd op de referentie-variant.



Figuur 18.: Verloop van maaiveld en bebouwing in de huidige situatie, in stappen van 0,4 meter, gebaseerd op de referentie-variant.

De verwachte gevolgen van peilstijging rond de berekende inundatiezones zijn onderzocht. **Figuur 18** toont het verloop van het maaiveld met de gebouwen.

- De inundatie is berekend achter de noordelijke stuw in **Figuur 18**. Daar wordt door de bodemdaling een kleine peilstijging berekend. In de referentiesituatie zijn de gebouwen bij (2) gedeeltelijk omsloten door de inundatie. Als gevolg van de bodemdaling is voor slechts enkele modeloppervlakken (5 x 5 meter) extra wateroverlast berekend. De gebouwen op (3) liggen net op de grens van het inundatiegebied en er is geen extra overstromingsrisico als gevolg van de bodemdaling.
- Er is geen inundatie berekend direct stroomafwaarts van de stuw, ook niet na bodemdaling. Hier neemt het risico voor de gebouwen bij (1) niet toe.
- De kavels ten noorden en zuiden van de bebouwing bij (4) overstromen in de referentiesituatie. Door de bodemdaling wordt het inundatiegebied iets groter. De bebouwing bij (4), (5) en (6) is echter relatief hooggelegen, zodat er geen extra overstromingsrisico is.
- Tussen (5) en (6) bevindt zich een smalle, diepe inundatiezone. Van hier naar het zuiden wordt de grootste waterstandstijging berekend als gevolg van de bodemdaling (0,1 – 0,15 meter). Omdat de inundatiezone diep is, heeft de stijging van het waterpeil slechts een geringe invloed op de grootte van de zone.
- Verder naar het zuiden, bij (8), wordt de beek relatief diep ingesneden. Er is geen overstroming berekend, ook niet na bodemdaling.

Samenvattend wordt gesteld dat ten noorden van de rode pijl een kleine stijging van het beekpeil wordt berekend door bodemdaling. De omvang van de inundatiezones neemt hier iets toe. Er is geen extra risico voor de bebouwing. Door bodemdaling is het berekende beekpeil ten zuiden van de rode pijl hoger dan in de referentiesituatie. Door het verloop van het maaiveld kunnen de inundatiezones hier echter niet veel groter worden. De bebouwing is relatief hoog gelegen, zodat er geen overstromingsgevaar is als gevolg van de bodemdaling.

### 6.1.3 Verzachtende en/of Compenserende Maatregelen

Effecten op de grondwaterstand (GHG) en daarmee nadelige effecten op landbouw en gebouwen kunnen zo nodig hydrologisch eenvoudig worden opgevangen door een stuwpeil te verlagen, de perceelsslots plaatselijk te verdiepen of de ontwatering plaatselijk op de percelen te intensiveren. Dit zal leiden tot een wat hogere basisafvoer in de stromen. Omdat de waterlopen zijn ontworpen voor afwatering bij hoogwatersituaties, zal een verhoging van de basisafwatering geen problemen opleveren.

## 6.2 Maatregelen om bodembeweging te voorkomen of te beperken

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel r, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.*

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de preventie van bodemdaling door zoutwinning. Om bodemdaling op de lange termijn te voorkomen of te beperken kiest Nobian voor een gefaseerde veldontwikkeling. Voorafgaand aan de start van de zoutwinning zal er een nulmeting met betrekking tot bodemdaling worden uitgevoerd. Gedurende het uitloggen van de 8 cavernes zal de bodemdaling nauwkeurig worden gemeten volgens een in te dienen meetplan.

Het nu gehanteerde veldontwerp – variant 1 gaat uit van 8 cavernes met een volume van 1 miljoen kubieke meter. Dit is ongeveer eenderde van het te ontwikkelen cavernevolume in veldontwerp – variant 2. De bodemdaling zal dan ook ongeveer eenderde zijn dan de prognoses die gebaseerd zijn op veldontwerp - variant 2B (zie paragraaf 6.1.1).

## 6.3 Risicoanalyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel p, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een risicoanalyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning.*

Bodemtrillingen als gevolg van delfstoffenwinning kunnen ontstaan als er aan drie geologische/ gesteentemechanische voorwaarden wordt voldaan:

- 1) Door het wegnemen van de delfstof uit de ondergrond is er een spanningsverschil ontstaan tussen twee blokken of lagen gesteente.
- 2) Dit drukverschil loopt op tot boven een gesteentespecifieke drempelwaarde voor het ontstaan van beweging ter plaatse in de ondergrond.
- 3) Er is een discrete (zwakkere) zone in het gesteente waarlangs de beweging plaats kan vinden, een breukzone.

Wanneer het reservoirgesteente een relatief hoge drempelwaarde voor beweging heeft, zal de beweging (wanneer deze optreedt) schoksgewijs en duidelijk voelbaar zijn. Bij een lage drempelwaarde zal sprake zijn van een geleidelijke aanpassing/vereffening van de spanning.

Bij zoutwinning ontstaat een drukverschil tussen de caveerne (holle ruimte gevuld met pek) en het zoutgesteente. Aan de eerste voorwaarde wordt dus voldaan. Zoutgesteente gedraagt zich echter anders dan zandsteen of dolomiet waaruit olie en gas gewonnen wordt. Zoutgesteente heeft, in tegenstelling tot zandsteen of dolomiet, een lage drempelwaarde om te kunnen bewegen. De beweging binnen zoutgesteente vindt plaats in de vorm van zoutkruip, beweging binnen een kristalrooster van een zoutkristal en langs het grensvlak van twee of meer zoutkristallen.

Door dit voor zoutgesteenten specifieke gedrag, vindt beweging in een zoutgesteente geleidelijk en verspreid plaats. Hierdoor ontstaan er geen discrete zwakte- of breukzones waar een forse drempelwaarde in drukverschil moet worden overschreden om tot een schoksgewijze en voelbare beweging te komen. Het risico op het voorkomen van voelbare

bodemtrillingen als gevolg van de geplande zoutwinning wordt dan ook verwaarloosbaar klein geacht.

Overigens bevinden zich boven en onder de zoutlaag in Haaksbergen van nature aanwezige kleine breuken in de gesteentelagen. Tevens bevinden zich in het zout soms lagen of stukken gesteente met een andere samenstelling. Deze kleine breuken en andere gesteenten in het zout kunnen wel microtrillingen veroorzaken. Deze trillingen zijn niet voelbaar en veroorzaken geen schade. Het meten van deze trillingen levert wel nuttige informatie over de opbouw en het gedrag van de ondergrond op. Om deze reden heeft Nobian besloten om een microseismisch meetnetwerk te installeren.

Dit meetnetwerk zal continu de trillingen in de ondergrond monitoren. Het wordt ruim voor aanvang van de zoutwinning geïnstalleerd, zodat ook een beeld ontstaat van de natuurlijke bodemtrillingen die zonder de aanwezigheid van zoutwinning in het gebied plaatsvinden. Daarnaast kan een toename van microtrillingen op een bepaalde locatie in of nabij het caverneveld een teken zijn dat er iets verandert in het gedrag van de ondergrondse lagen op die locatie. Door het continu meten van de microtrillingen kan dan onderzoek worden gedaan naar de oorzaak van deze verandering en indien nodig daarop reageren. De meetgegevens van dit microseismisch meetnetwerk worden op real-time basis doorgegeven aan het KNMI en per kwartaal op de website van Nobian gepubliceerd. Tevens zal er gehandeld worden via een vooraf opgesteld meet- en regelprotocol, waarbij beheersmaatregelen (bijv. extra metingen) uitgevoerd zullen worden indien er (een serie) trillingen plaatsvinden van een bepaalde magnitude en oorzaaktype.

Niet voelbare microtrillingen zijn wel te verwachten en zullen door het microseismisch meetnet worden waargenomen. Echter, op geen van de plaatsen waar Nobian zout wint, is ooit sprake geweest van trillingschade. De conclusie is dat schade door bodemtrillingen als gevolg van zoutwinning uiterst onwaarschijnlijk is.

#### 6.4 Mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel q, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.*

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de mogelijke negatieve effecten van de bodemdaling door zoutwinning, die ondanks de preventieve maatregelen uit paragraaf 6.2 toch naar verwachting zal ontstaan. Deze verwachte bodemdaling wordt beschreven in de paragraaf 6.1. De effecten zoals ze feitelijk voorspeld worden, worden beschreven in deze paragraaf. De mitigerende maatregelen om voorziene mogelijke schade in aard en omvang terug te dringen, worden beschreven in paragraaf 6.7.

De mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging is voorzichtigheidshalve bepaald op grond van de referentie-variant voor bodemdaling (paragraaf 6.1.2). De mogelijke schade is bepaald voor de bodemdaling over twintig jaar. Dit zijn de effecten van de zoutproductie zoals voorzien in dit winningsplan.

Daarnaast is de mogelijke schade bepaald voor de bodemdaling over vijftig jaar. Dit moment geldt als het einde van de veldontwikkeling, waarin de cavernes uit dit winningsplan vrijwel al hun uiteindelijke bodemdaling veroorzaakt hebben.

De mogelijke schade na vijftig jaar is bepaald door middel van de referentie-variant voor bodemdaling als gevolg van zoutkruip, waarin ook een scenario voor mogelijk toekomstige uitbreidingen van de zoutwinning is meegenomen. Dit geeft een eerlijke doorkijk naar de totale effecten van de winning op het gehele zoutwinningsgebied.

Het doel van deze aanpak is om aan te tonen dat de effecten van de bodemdaling ook bij de referentie-variant beheersbaar zijn. De mogelijke omvang en verwachte aard van de schade zijn bepaald voor de volgende zaken:

- Bebouwing (woningen, bedrijfsgebouwen)
- Infrastructuur (wegen, leidingen en kabels)
- Oppervlakte water
- Grondwater

De mogelijke schade aan bebouwing, en infrastructuur is getoetst aan uit de literatuur bekende schadecriteria. Er wordt op deze gebieden geen schade verwacht vijftig jaar na aanvang productie bij de referentie-variant (Royal HaskoningDHV 2020, BH5570TPRP2010090939). Dit betekent dat de ontwikkeling zoals beschreven in dit winningsplan geen schade zal veroorzaken aan gebouwen en infrastructuur.

De referentie-variant veroorzaakt meetbare effecten op het oppervlaktewater. Deze effecten zijn een toename van de afvoer van de beken en een geringe afname van het verhang met 0,03% na vijftig jaar. Omdat de beken zijn ingericht op afvoer tijdens hoogwatersituaties, leidt de toename van de basisafvoer niet tot schade.

Tijdens een T-100 neerslaggebeurtenis (regen in een intensiteit met de kans om één keer per honderd jaar voor te komen) zullen als gevolg van de bodemdaling enkele delen van percelen inunderen (Royal HaskoningDHV 2021, BH5570WATRP2103231402). Omdat het onbebouwde percelen zijn, valt dit binnen het door het waterschap geaccepteerde risicokader voor inundatie in het gebied.

De referentie-variant veroorzaakt ook verandering in de grondwaterstanden. Deze veranderingen zijn bepaald met behulp van het grondwatermodel van Waterschap Regge en Dinkel. De mogelijke schade aan natuur en bebouwing als gevolg van veranderende grondwaterstanden is getoetst ten opzichte van geldende normen. De mogelijke schade aan landbouwgewassen is bepaald met Waternood, een instrument voor landbouwschadeberekeringen.

De hogere grondwaterstanden leiden niet tot effecten op bebouwing omdat ze vooral optreden in onbebouwd gebied. Ook zullen de veranderende grondwaterstanden niet leiden tot schade aan natuur, aangezien er in de omgeving van het voorziene dalingsgebied geen natuurgebieden liggen.

In de winter kan vernatting schade aan enkele landbouwpercelen veroorzaken. De toename van de natschade kan in sommige van die percelen oplopen tot 15% over vijftig jaar. In de zomer leidt de verhoogde grondwaterstand juist tot afname van de verdroging.



## 6.5 Maatregelen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken

*Artikel 35, lid 1, onderdeel f, van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van: de bodembeweging ten gevolge van de winning en de maatregelen ter voorkoming van schade door bodembeweging, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat of onder de territoriale zee vanuit een voorkomen dat is gelegen aan de zeezijde van de in de bijlage bij deze wet vastgelegde lijn, tenzij Onze Minister anders heeft bepaald.*

*Artikel 25, lid 2, van het Mijnbouwbesluit verklaart dat: Artikel 24 eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s, en Artikel 24, tweede lid, van het Mijnbouwbesluit van overeenkomstige toepassing zijn voor de winning van zout.*

*Artikel 24, lid 1, onderdeel s, van het Mijnbouwbesluit verlangt dat het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet, voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.*

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de mitigerende maatregelen waarmee de voorziene mogelijke schade, zoals beschreven in paragraaf 6.6, in aard en omvang verminderd zal worden, waar mogelijk voordat deze schade op kan treden.

Om de bodemdaling en mogelijke schade te meten, zal Nobian in het zoutwinningsgebied een meetnet inrichten voor het monitoren van bodemdaling door middel van waterpassing. Voor aanvang van de winning zal een nulmeting worden uitgevoerd. Vervolgens worden er volgens het meetplan herhalingsmetingen uitgevoerd. De resultaten hiervan zullen worden vergeleken met de prognoses.

Aanvullend aan de waterpassingen heeft Nobian ook historische INSAR gegevens ingewonnen voor het gebied Haaksbergen. Daarmee wordt de natuurlijke bodembeweging in het gebied bepaald voor aanvang van de zoutwinning. Tijdens de zoutwinning worden actuele INSAR gegevens ingewonnen om de bodembeweging in de periode tussen de waterpassingen te kunnen volgen. Door de bodembeweging met twee verschillende methoden te monitoren wordt ook de betrouwbaarheid vergroot. Op deze manier is tijdig te bepalen of de bodemdaling schade zou kunnen veroorzaken.

Met Waterschap Vechtstromen (waterhuishouding) en Rijkswaterstaat (N18) is afgesproken dat er gezamenlijk zal worden gekeken naar de inrichting van het meetnet voor bodemdaling, zodat de bodemdaling en de effecten ervan op de waterhuishouding en de belangrijkste infrastructuur goed gemonitord kunnen worden.

## 7 Effecten voor de omgeving

### 7.1 Risico's voor omwonenden, gebouwen en infrastructuur

*Artikel 35, lid 1, onderdeel g, van de Mijnbouwwet verlangt dat het winningsplan ten minste een beschrijving bevat van: de risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling.*

*Artikel 36, lid 1, onderdeel a, van de Mijnbouwwet bepaalt dat de Minister de instemming met het winningsplan kan weigeren indien het in het winningsplan aangeduide gebied door Onze Minister niet geschikt wordt geacht voor de in het winningsplan vermelde activiteit om reden van het belang van de veiligheid voor omwonenden of het voorkomen van schade aan gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan.*

Externe effecten en mogelijke risico's tijdens het boren zullen in de aanvraag van de omgevingsvergunning van de boringen worden meegenomen.

Zoals in hoofdstuk 6 aangegeven zal bodembeweging (daling of trillingen) als gevolg van de zoutwinning in Haaksbergen geen veiligheidsrisico veroorzaken voor omwonenden of schade veroorzaken aan gebouwen of infrastructuur. Hoe de risico's er per belanghebbende of groep van belanghebbenden gedefinieerd, geclassificeerd en waar nodig geminimaliseerd worden, is verder uitgewerkt in het Template risicosturing voor Zoutwinningsveld Haaksbergen (Vreugdenhil Milieuexpert 2021, zie ook [Tabel 8](#), [Figuur 19](#) en [Figuur 20](#)).

Risico	Nummer
Lekkage uit een caveerne	1.1, 4.1
Lekkage in een put	1.2, 4.1
Lozing verontreinigd hemelwater	1.3, 1.4
Lekkage in het leidingnet	1.5, 4.2, 5.1, 7.1, 12.1, 14.1, 23.2
Lekkage in pompstation	1.6
Lekkage opslag blanketvloeistof	1.7
Bedreiging kwetsbare receptor	1.8, 4.3
Sinkhole voorafgaand aan afsluiting caveerne	1.9, 4.4, 5.5, 11.1, 14.3, 15.1, 20.1, 21.1, 24.2, 27.3
Bodemdaling buiten voorspelde contouren	1.10, 4.5, 5.6, 11.2, 15.2, 19.1, 20.2, 21.2, 24.3, 27.4, 30.3
Negatieve publieke opinie	1.11, 4.6, 5.4, 6.1, 7.2, 8.1, 14.2, 16.2, 18.1, 27.2, 30.2, 31.2
Ontstaan verbinding tussen cavernes	1.12
Sinkhole na afsluiting caveerne	1.13, 4.7, 11.1, 14.3, 15.1, 20.1, 21.1, 27.3
Lekkage uit caveerne na afsluiting	1.14, 4.8
Bedreiging licence to operate Nobian	2.1, 2.2
Introductie preferente stroombaan WKO	5.2
Introductie preferente stroombaan geothermie	5.3
Verontreiniging waterwinningen	8.1, 16.1, 17.1, 25.1, 28.1
Verontreiniging natuurgebied	9.1, 22.1, 23.1
Verontreiniging landbouw- /eigen grond	10.1, 13.1, 26.1, 27.1, 29.1, 30.1
Verontreiniging leefomgeving St Isidorushoeve	24.1
Politieke discussie	31.1, 31.2

**Tabel 8. Risico's geordend per thema (Vreugdenhil Milieuexpert 2021)**

De risico's benoemd in Tabel 8 zijn gegroepeerd per thema. Omdat ze voor verschillende belanghebben zijn bepaald, kunnen risico's met hetzelfde thema verschillende kans\*effectscores hebben in onderstaande figuren.

4 x 3 Risicomatrix		Gevolg		
		1	2	3
Kans	3		1.11 4.6 5.4 27.2 30.2	
	2	1.6 1.7	1.3 1.4 1.5 1.10 3.1 4.2 5.1 5.6 6.1 10.1 11.2 14.1 14.2 18.1 20.2 21.2 24.3 26.1 29.1 31.2	2.1 2.2 4.5 15.2 19.1 24.1 27.4 30.3 31.1 31.3
	1	4.3	1.2 1.8 4.1 7.1 7.2 8.2 9.1 14.3 23.1 23.2 25.1 27.1 28.1 30.1	1.1 1.9 4.4 5.5 11.1 15.1 16.2 20.1 21.1 24.2 27.3 30.3
	0			

**Figuur 19.: Risicomatrix met de classificatie van de ongemitigeerde risico's (Vreugdenhil Milieuexpert 2021)**

4 x 3 Risicomatrix		Gevolg		
		1	2	3
Kans	3			
	2			
	1	1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.11 4.1 4.2 4.3 4.6 5.1 5.4 6.1 7.1 7.2 8.2 9.1 10.1 14.1 14.2 16.2 18.1 19.1 20.2 21.2 23.1 23.2 24.3 25.1 26.1 27.2 28.1 29.1 30.2 30.3	1.10 2.1 2.2 3.1 4.5 5.6 11.2 15.2 24.1 27.1 27.4 30.1 31.1 31.2 31.3	
	0			

**Figuur 20.: Risicomatrix met de classificatie van de risico's na toepassen van de voorziene beheersmaatregelen (Vreugdenhil Milieuexpert 2021)**

Tijdens de winning zijn de externe risico's beperkt door de hoge drukleidingen ondergronds aan te leggen en de putten af te scherm met locatiebeveiliging. De integriteit van de pijpleidingen wordt gecontroleerd en onderhouden overeenkomstig het Pipeline Integrity Management System (PIMS) van Nobian. De integriteit van de putten wordt op vergelijkbare wijze gecontroleerd en onderhouden volgens het Well Integrity Management System (WIMS) van Nobian. De ontwikkeling van de cavernes wordt eveneens gecontroleerd uitgevoerd volgens het Cavern Stability and Integrity Management System (CSIMS). Hiermee worden de cavernes gedurende hun gehele levenscyclus stabiel en integer gehouden. Door deze zorgsystemen gezamenlijk worden de risico's voor omwonenden, gebouwen en infrastructuur zo veel mogelijk geminimaliseerd (Vreugdenhil Milieuexpert 2021, zie de risicomatrix met de risicoclassificatie na toepassen van de beheersmaatregelen).

Daarnaast heeft Nobian diverse bedrijfsprotocollen in werking die een beschrijving geven van te nemen acties indien er een calamiteit optreedt (overzicht calamiteiten protocollen Nobian)

## 7.2 Planmatig beheer van bodem en ondergrond

*Artikel 36, lid 1, onderdeel b, van de Mijnbouwwet bepaalt dat de Minister de instemming met het winningsplan kan weigeren in het belang van het planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen.*

Het oorspronkelijke veldontwerp van 12 cavernes is omwille van bovengrondse inpassing aangepast naar 8 cavernes. Het huidige veldontwerp voldoet nog steeds aan het criterium van planmatig beheer, omdat het een aaneengesloten ontwikkeling betreft volgens dezelfde ontwerpfilosofie die ook voor het oude ontwerp gold (hexagonaal grid met maximaal vier burens).

In het gebied van de winningsvergunning Isidorushoeve vindt geen ander type delfstoffenwinning plaats. Exploratie naar aardgas en steenkool in het verleden heeft weinig opgeleverd. Ook voor geothermie lijken andere gebieden kansrijker. Ook vindt in het gebied geen drinkwaterwinning plaats en bevindt zich geen grondwaterbeschermingsgebied in de nabijheid van de geplande zoutwinning.

Met het gebruiken van Haaksbergen cavernes voor retourstromen van de zoutfabriek is geen rekening gehouden. De kalkslurry uit de zoutfabriek, die vrij komt bij het pekeldzuiveringsproces zal middels de bestaande werkwijze in bestaande cavernes geborgen worden. De concentraatspui uit de fabriek wordt vanwege de relatief korte afstanden tussen de fabriek en het caverneveld Twenthe-Rijn eveneens in het Twenthe-Rijn caverneveld verwerkt.

Vanuit het belang van planmatig beheer is rekening gehouden met de mogelijkheid van opslag van energie in de vorm van gassen in toekomstige zoutcavernes in het ontwerp van het caverneveld, met name in de onderlinge afstanden tussen de cavernes. Echter, Nobian heeft zelf niet de intentie om hergebruik te ontwikkelen. Na afloop van de voorziene zoutwinning zal Nobian de putten en cavernes afsluiten. Overigens heeft energieopslag ook nadelen. Zo kan er per caverne in de regel minder zout gewonnen worden en zullen bij ontwikkelingen voor energieopslag ook sneller nieuwe uitbreidingen van het Haaksbergen caverneveld nodig zijn. Wanneer er vraag naar een dergelijke opslag in Haaksbergen zou ontstaan zullen deze afwegingen moeten worden gemaakt in de voor opslag benodigde vergunning trajecten.

### 7.3 Gevolgen voor milieu en natuur

*Artikel 36, lid 1, onderdeel c en d, van de Mijnbouwwet bepalen dat de Minister de instemming met het winningsplan kan weigeren indien nadelige gevolgen voor het milieu ontstaan, of indien nadelige gevolgen voor de natuur worden veroorzaakt.*

Nadelige gevolgen voor het milieu kunnen met name ontstaan wanneer pekkel of dekenvloestof uitstroomt uit de installatie. Om te voorkomen dat dit gebeurt, hanteert Nobian een Pipeline Integrity Management System (PIMS) en een Well Integrity Management System (WIMS) om de integriteit van de leidingen respectievelijk de putten te bewaken en in stand te houden (Vreugdenhil Milieuexpert 2021). Tevens worden bodembeschermende voorzieningen aangebracht bij de constructie van de zoutwinningslocaties waarmee een verwaarloosbaar bodemrisico wordt gerealiseerd.

Daarnaast heeft Nobian onderzoek gedaan naar milieuvriendelijkere alternatieven voor het gebruik van diesel als dekenvloestof. Als beste alternatief is hierbij Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) naar voren gekomen. Deze stof is qua eigenschappen en functionaliteit vergelijkbaar aan diesel, maar dan zonder schadelijke componenten voor het milieu (Vreugdenhil Milieuexpert 2021).

In het gebied waar de bodemdaling als gevolg van de zoutwinning invloed zou kunnen hebben op de waterhuishouding, komen geen beschermd natuurgebieden voor (Royal HaskoningDHV 2021). Schade aan natuur als gevolg van veranderingen in de waterhuishouding zijn daardoor niet te verwachten. Effecten op de natuur als gevolg van de aanlegwerkzaamheden worden in detail beschreven in de milieueffectrapportage en de WABO-vergunningaanvraag.

## 8 Referenties

TNO 2021. R11125 dd 22-06-2021, Ondergrondse Energieopslag in Nederland 2030 – 2050

IfG 2010. Rock Mechanical Investigations and Dimensioning for the new AkzoNobel NaCl-Brine Production Field Haaksbergen. Order No. (IfG) B IfG 39/2009. Leipzig, 30 juni 2010.

IfG 2012a. Rock Mechanical Laboratory Investigations on Rock Salt from the AkzoNobel well ISH-01. Order No. (IfG) IfG 43/2011. Leipzig, 18 juli 2012.

IfG 2012b. Haaksbergen – update of cavern convergence prediction. Project No. (IfG) 43/2011. Leipzig, 14 augustus 2012.

KBB 2012. Development of a new Brine Cavern Field for Hengelo Salt Plant – Update of the Subsidence Prediction according to the Production Planning 2012. KBB UT Project No. 5304-880591-D. Hannover, 11 september 2012.

MWH 2011. Seismic survey and geological model update of the Haaksbergen area of interest. MWH B.V., projectnummer M11B0186. Arnhem, 18 november 2011. Publieksversie.

Nobian 2021. Chemical Safety Report for Hydrotreated Vegetable Oil (HVO), EC Number: 618-882-6, CAS Number: 928771-01-1, Registrant's Identity: Nobian Salt B.V., Hengelo.

Nobian 2022. Overzicht calamiteiten protocollen. Nobian 2022, Hengelo.

Nobian 2022 CSIMS. Cavern Stability and Integrity Management System. Nobian 2022, Amersfoort.

Royal HaskoningDHV 2019. Beoordeling afdekmaterialen zoutwinning Nobian, Locatie specifieke afweging alternatieven voor het gebruik van diesel, rapport BG8017IBRP1909041106, 4 september 2019.

Royal HaskoningDHV 2020. Effecten van bodemvervorming door zoutwinning te Haaksbergen, rapport BH5570TPRP2010090939, 9 oktober 2020.

Royal HaskoningDHV 2021. Hydrologische effecten door bodemdaling, Zoutwinning Haaksbergen, rapport BH5570WATRP2103231402, 22 maart 2021.

SodM 2020. KEM-17 Over-pressured salt solution mining caverns and possible leakage mechanisms. SodM, Brouard Consulting, MaP Microstructures and Pores, Smart Tectonics, KEM-17, Den Haag, 11 februari 2020.

Vreugdenhil Milieuexpert 2021. Template risicosturing voor Zoutwinningsveld Haaksbergen. Rosmalen, 18 augustus 2021.

### Lijst van bijlagen

1. Overzichtsk kaart van de winningsvergunningen van Nobian in Overijssel en van de geplande mijnbouw werken
2. Situatie kaart met de geplande leidingen, zoutwinningslocaties en cavernes in de zoutwinning Haaksbergen
3. Opgave gegevens van de geplande putten en cavernes
4. Standaard buizenserie Haaksbergen putten