



Staatstoezicht op de Mijnen  
Ministerie van Economische Zaken

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De Minister van Economische Zaken  
Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG

**Staatstoezicht op de Mijnen**

**Bezoekadres**

Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag

**Postadres**

Postbus 24037  
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)

F 070 379 8455 (algemeen)

sodm@minez.nl

www.sodm.nl

Datum 10 maart 2016  
Betreft methodiek van zoutwinning in een caveerne  
met een deken van lichte olie (oliedak)

T 070 379 8494

**Ons kenmerk**

16039918

**Uw kenmerk**

**Bijlage(n)**

1

Conform uw toezegging aan de kamer per brief van 4 maart 2016, met kenmerk DGETM-EO/16034680, informeer ik u hierbij over de methodiek van zoutwinning in diepe zoutcavernes met een deken van lichte olie (oliedak).

In de bijlage treft u een notitie van SodM hierover aan. Deze beschrijft op hoofdlijnen de methodiek van zoutloging zoals deze door Frisia Zout B.V. in haar diepe zoutcavernes wordt toegepast en die ook voor de cavernes onder de Waddenzee gebruikt zal gaan worden. Daarnaast wordt ingegaan op de risico's geassocieerd met het oplossen van de wanden van de zoutcaverne en het risico op sinkhole vorming bij deze wijze van winning. Vervolgens beschrijft de notitie het gebruik van dieselolie en milieuvriendelijke alternatieven. Ten slotte wordt kort aandacht besteed aan de wettelijke procedures voor opslag van stoffen in zoutcavernes.

SodM komt tot de slotsom dat het gebruik van een dunne laag dieselolie ter beheersing van de ontwikkeling van de diepe zoutcavernes van Frisia Zout B.V. op een verantwoorde manier kan plaatsvinden en de voorkeur geniet boven het gebruik van een lichter medium zoals een gas.

(w.g.)



Staatstoezicht op de Mijnen  
Ministerie van Economische Zaken

## Methode van zoutwinning in een caverne met een deken van lichte olie (oliedak)

Maart 2016

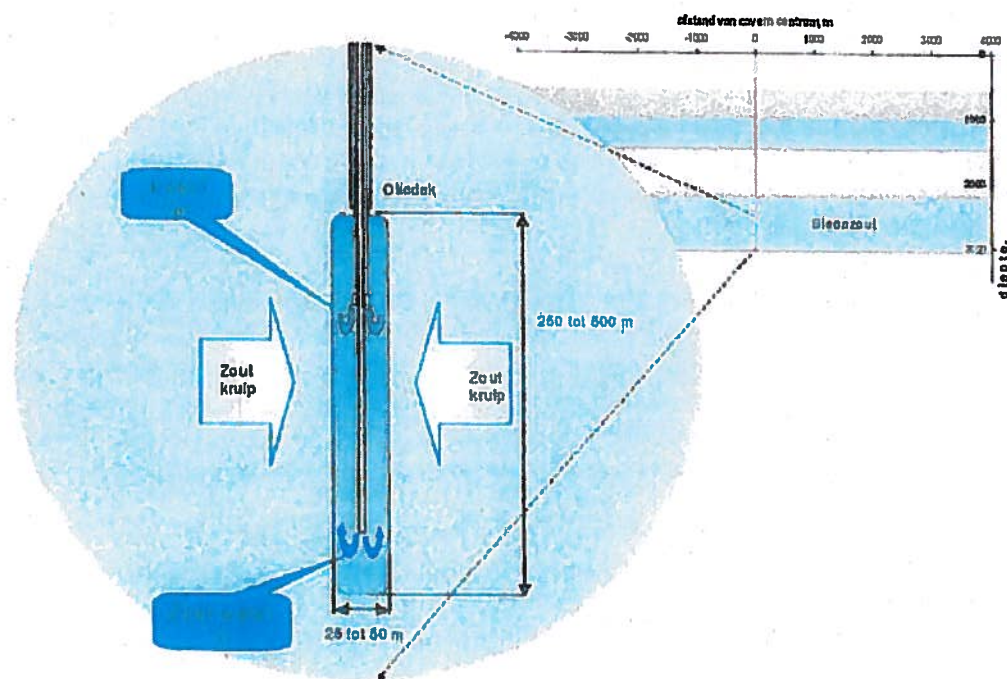


# Methode van zoutlogging in de diepe cavernes van Frisia

## Oplosmijnbouw

Zoutwinning door oplosmijnbouw, zoals door Frisia wordt toegepast, is erop gericht om op beheerste en veilige wijze zout te winnen. Bij oplosmijnbouw wordt via een boorput zoetwater in de zoutlaag (bijvoorbeeld Zechstein 2 of Stassfurt) gepompt. Het aanwezige zout lost op in het water, waardoor een met zout verzadigde zoutoplossing (de zogenaamde pekkel) ontstaat en een met deze pekkel gevulde holte (de caveerne).

De ontwikkeling van de caveerne vindt in verschillende fasen plaats. In de eerste fase wordt een holte gemaakt met een zo groot mogelijke doorsnede. Deze doorsnede zal typisch 50 tot 75 m bedragen. Dit onderste deel van de caveerne (de zogenaamde sump) is bedoeld om niet-oplosbare bestanddelen uit de opgeloste zoutlaag te bergen. In de volgende productiefasen wordt de diepte van de binnenste buis waardoor geproduceerd wordt gewijzigd waardoor de caveerne zich tijdelijk ook in de hoogte ontwikkelt. Deze aanpassingen vinden plaats totdat voldoende caveernehogte en caveervolume zijn gecreëerd voor langdurige zoutwinning bekend als 'steady state mining' (figuur 1).



'Steady state mining' houdt in dat de caveerne zich in een dynamisch stabiele toestand bevindt, waarin de oplosnelheid van het zout ongeveer gelijk is aan de toestroom van zout (zoutkruip). Het caveervolume blijft dan gedurende de zoutwinning vrijwel constant. De zoutkruip vertaalt zich zonder noemenswaardige vertraging in bodemdaling aan bovengrond (maaiveld of zeebodem).

Het beschermende oliedak is zichtbaar aan de bovenzijde

Figuur 1. Bijlage 5 uit het winningsplan Havenmond waarin het proces van 'steady state mining' wordt gevisualiseerd.

## Zoutwinning in een caveerne met deken van lichte olie (oliedak)

Door de relatief hoge temperatuur en druk op de diepte waarop de zoutwinning bij Frisia plaatsvindt (2,5 tot 3 km) vindt kruip van het zout naar de caveerne plaats. Het zout bij de wanden van de caveerne lost op terwijl tegelijkertijd nieuw zout naar de caveerne toe kruipt. Na 2-3 jaar is de oplosbaarheid van het zout vrijwel gelijk geworden aan de toestroom van zout. Het caveernevolume neemt dan ondanks de zoutwinning niet meer toe en de caveerne bevindt zich in een dynamisch stabiele toestand ('steady state'). De zoutkruip vertaalt zich vrijwel zonder vertraging in bodemdaling aan bovengrond.

Het onoplosbare materiaal verzamelt zich onderin de caveerne. Hierdoor is het noodzakelijk dat de winning over tijd naar boven verlegd wordt. Aan het einde van de winningfase komt de bovenzijde van de caveerne in de nabijheid van een carnalliethoudende<sup>1</sup> zoutlaag (er resteert een afstand van enkele tientallen meters tussen het cavernedak en de carnalliethoudende laag). Deze zoutlaag mag niet in contact komen met de pekelgevulde caveerne, omdat dit de samenstelling van de pekel zodanig verandert, dat zij niet meer geschikt is voor het huidige proces in de fabriek van Frisia. Daarnaast kan de stabiliteit van de caveerne in gevaar komen. De minimale dikte van de steenzoutlaag tussen de bovenzijde van de caveerne en de carnalliethoudende laag (de zogenaamde dakdikte) is afhankelijk van de geometrie van de caveerne, met name de diameter van het cavernedak.

### Risico op sinkhole vorming

Sinkholes (in het Nederlands ook wel zinkgat of verdwijngat) ontstaan na instorting van het dak van een zoutcaveerne en het verder naar het aardoppervlak toe migreren van de holruimte. Sinkholes kunnen ontstaan bij relatief ondiepe zoutcavernes die zo groot (breed) zijn geworden dat het cavernedak door de grote overspanning niet langer stabiel is. Door de geringe diepte waarop de caveerne ligt en de grote van de holruimte wordt deze niet opgevuld door het puin van het instortende gesteentedak en overliggende lagen en kan de holruimte het aardoppervlak bereiken (figuur 2). Dit geldt met name voor de oude cavernes van Akzo Chemicals B.V. welke zich op een diepte van 400-500 m onder de Twentse bodem bevinden. De kruip van het steenzout op deze geringe diepte is minimaal en zal daardoor ook niet kunnen bijdragen aan het voorkomen van het migreren van de holruimte.

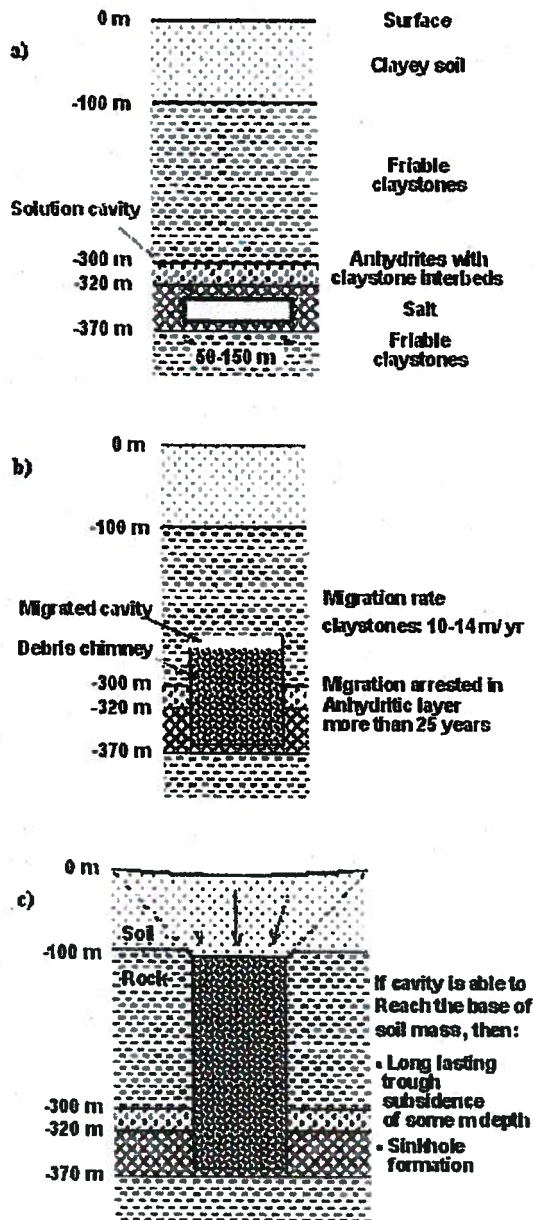
Bij de diepe cavernes, zoals door Frisia onder de Waddenzee gepland zijn, bestaat het overliggende gesteente uit nog enkele honderden meters steenzout met een sterke zoutkruip. Indien het cavernedak in deze situatie (gedeeltelijk) zou instorten zal de kruip van dit zout boven de caveerne de ontstane holruimte sluiten. Dit manifesteert zich in een geleidelijke bodemdaling aan het aardoppervlak welke vergelijkbaar is met de bodemdaling die ook tijdens de winning optreedt. Door de grote diepte en het gedrag van het zout is het zeer onwaarschijnlijk dat een sinkhole in de Wadbodem kan ontstaan..

Sinds de jaren '90 van de vorige eeuw gelden er voor de ondiepe cavernes regels voor de grootte van het cavernedak (de maximale overspanning) en voor het totale volume van de caveerne. Daarmee wordt het risico op instorting van het dak geminimaliseerd en indien een instorting toch plaatsvindt wordt de holruimte snel opgevuld door het puin van het instortende gesteentedak en overliggende gesteentelagen, waardoor deze het aardoppervlak niet kan bereiken.

---

<sup>1</sup> Steenzout laag bestaande uit kalium/magnesiumchloride zouten

Zoutwinning in een caverne met deken van lichte olie (oliedak)



Figuur 2: Verschillende stadia in het ontstaan van een sinkhole aan het aardoppervlak. A) Caverne voor instorten cavernedak. B) Cavernedak is ingestorte en de holruimte migreert richting het aardoppervlak. C) De resterende holruimte heeft de ondiepe sedimenten bereikt en er ontstaat een sinkhole aan het aardoppervlak.

(figuur 1 uit Bekendam & Urai, Pillar deformation-induced surface subsidence in the Hengelo brine field the Netherlands)

## Gebruik dieselolie en alternatieven

### Inzet dieselolie

In Nederland is de gangbare praktijk dat ter beheersing van de ontwikkeling van de hoogte van de caveerne een dunne laag lichte olie als een z.g. mijnbouwhulpstof wordt gebruikt. Deze olielaag (of oliespiegel) bevindt zich, door de lagere dichtheid van de olie ten opzichte van het geïnjecteerde zoete water en de pekkel, nabij het dak van de caveerne en vormt een beschermende laag tussen de pekkel en de bovenkant van de caveerne (het cavernedak). Hiermee wordt de oplossing van het zout (het zogenaamde logen) in zijwaartse richting gedwongen. De vorm van de caveerne wordt beheerst door deze deken van olie, het instroomvolume van zoet water, de hoogte van de instroom en met de vloeistofdruk in de caveerne. De positie (diepte) van de oliespiegel wordt regelmatig gecontroleerd via metingen en drukregistraties aan de putmond. De oliespiegel zorgt er ook in de latere stadia van de zoutwinning voor dat de caveerne niet verder naar boven kan groeien, waardoor de afstand tussen het cavernedak en de carnallietlaag gecontroleerd en in stand gehouden wordt.

### Lange termijn risico van het gebruik van dieselolie

Gedurende het winningsproces wordt de dieselolie stapsgewijs geïnjecteerd. In de beginfase bevat een caveerne in ontwikkeling circa  $140 \text{ m}^3$  olie, in de eindfase mogelijk vele honderden  $\text{m}^3$  ( $450\text{-}1400 \text{ m}^3$ )<sup>2</sup>, afhankelijk van de behoefte aan bescherming van het cavernedak tegen ongewenste uitloging. Na beëindiging van de actieve winning wordt de olie teruggewonnen uit de caveerne en eventueel hergebruikt in andere cavernes. Hierbij kan sprake zijn van een bepaald verlies door insluiting, oplossing en verdamping.

Na afloop van de zoutwinning worden de winningsputten afgesloten door het plaatsen van verschillende cementpluggen in de verbuizing. De kleine hoeveelheid olie die in de caveerne is achtergebleven wordt ingesloten in het zout. Door de doorgaande kruip van het zout zal de olie, samen met de pekkel in de caveerne langzaam in het zout opgenomen worden en via de zeer kleine porieruimten in het zout naar boven migreren. Op hele lange termijn (tienduizenden jaren) kan de olie in de bovenliggende (zout)watervoerende lagen van het Triasandsteen (op een diepte van 2-2,5 km) worden opgenomen. De kans op verdere migratie van de olie naar de ondiepe zoetwatervoerende drinkwaterlagen is verwaarloosbaar klein.

### Alternatieven

Er zijn verschillende mogelijke alternatieven voor de bescherming van het cavernedak. De belangrijkste voorwaarde bij de keuze van de mijnbouwhulpstof is dat deze lichter moet zijn dan pekkel en zoetwater, deze niet mag reageren met het zout en geen corrosie aan de put mag veroorzaken. Stoffen die doorgaans hiervoor ingezet worden zijn (aard)gas (methaan), propaan, butaan, stikstof, perslucht, dieselolie en ruwe olie.

Dieselolie is een lichte olie die vanuit veiligheidsoverwegingen in Nederland van oudsher bij voorkeur wordt toegepast voor het winnen van zout uit de diepe cavernes. Voor de put van de zoutcaveerne geldt dat bij de lithostatische cavernedruk<sup>3</sup>, de druk op de putmond aan het aardoppervlak (het zogenaamde spuitkruis) onder de daarvoor geldende maximale druk moet blijven. Hierdoor kan Frisia voor deze diepe cavernes geen lichter medium zoals een gas gebruiken. Daarnaast zijn gassen

<sup>2</sup> Ter vergelijking: Bij de gasolieopslag onder de Marssteden in Enschede zal gemiddeld  $150.000 \text{ m}^3$  gas/dieselolie per caveerne worden opgeslagen.

<sup>3</sup> De lithostatische druk is de druk die op een bepaald punt in de ondergrond heerst als gevolg van het gewicht van erboven gelegen gesteentemateriaal.

## Zoutwinning in een caverne met deken van lichte olie (oliedak)

vluchtiger en daardoor riskanter in gebruik en niet her te gebruiken. De dieselolie kan op een milieuvriendelijke manier worden hergebruikt bij het logen van nieuwe cavernes.

Internationaal wordt voor het maken van cavernes voor gasopslag wel veel gebruik gemaakt van stikstof om de verontreiniging van het later opgeslagen gas te voorkomen. Deze cavernes liggen echter op een geringere diepte, waardoor de lithostatische druk minder is en de putmond is ontworpen voor de gasdrukken op het spuitkruis tijdens de opslag. Voor het logen van olieopslag cavernes wordt om dezelfde reden vooral de ruwe olie zelf gebruikt.



## Procedure voor opslag van stoffen in zoutcavernes

---

Op het moment dat er sprake zou zijn van plannen om een (of meerdere) caveerne(s) te gaan inzetten als opslagcaverne zal de procedure voor het verkrijgen van vergunningen gestart worden.

### **Milieu-effectrapportage (MER)**

De operator zal allereerst een MER moeten maken waarin alle mogelijk milieueffecten van de opslag zullen moeten worden beschreven. De procedure m.e.r. die hieraan voorafgaat, heeft ten doel het milieubelang een volwaardige plaats te geven in het besluitvormingsproces over activiteiten die mogelijk nadelige gevolgen kunnen hebben voor het milieu. De plicht tot het opstellen van een MER en de eisen waaraan deze moet voldoen is geregeld in het zogenaamde Besluit m.e.r. 1994, laatst gewijzigd 2006. Hierin zijn ondermeer lijsten met activiteiten opgenomen die m.e.r.-plichtig zijn. Hierbij wordt nog onderscheid gemaakt tussen activiteiten die altijd m.e.r.-plichtig zijn en activiteiten waarvan de overheid moet beoordelen of zij voor hun besluitvorming een MER behoeven. Deze laatsten worden 'beoordelingsplichtige' activiteiten genoemd. Opslag in zoutcavernes is volgens het Besluit Milieu-effectrapportage m.e.r.-beoordelingsplichtig (categorieën D.17.2 in verband met "diepboringen" en D.25.3 in verband met "gasopslag").

### **Mijnbouwwet (Mbw)**

Daarnaast is het onder de mijnbouwwet (Mbw) vereist om voor de opslag van stoffen een opslagvergunning aan te vragen bij de minister van Economische Zaken. In een opslagvergunning wordt bepaald voor welke stoffen, voor welk gebied en voor welk tijdvak zij geldt (Mbw artikel 28). De minister beoordeelt de aanvraag op basis van de weigeringsgronden zoals beschreven in artikel 27 van de Mbw. Voor deze beoordeling wint de minister advies in bij TNO-AGE en de mijnraad. Achterliggend onderzoek ter onderbouwing van de aanvraag vormt onderdeel van de aanvraag.

Indien een opslagvergunning is verleend dient de operator voorafgaand aan het opslaan van de stoffen een opslagplan in te dienen waarvoor instemming van de minister vereist is. Onderdeel van dit plan zijn:

- een inventarisatie van de risico's ten aanzien van de verspreiding van de stoffen die in de ondergrond worden opgeslagen, het optreden van chemische processen in de ondergrond en de aantasting van de in de ondergrond aanwezige reservoirs met delfstoffen of de samenstelling van deze delfstoffen;
- een inventarisatie van maatregelen die worden getroffen om deze risico's te voorkomen;
- een risico-analyse omtrent bodembeweging als gevolg van de opslag.

De metingen om de bodembeweging te volgen worden vastgelegd in het meetplan. Monitoring in het kader van de maatregelen om het risico op verspreiding van stoffen te voorkomen worden opgenomen in het monitoringsprogramma.

### **Landelijk afvalbeheerplan (LAP)**

Voor het permanent opslaan van stoffen dient de opslag ook te voldoen aan de voorwaarden in het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP).