

Afval in zoutcavernes

Twée afwegingskaders



Afval in zoutcavernes

Twee afwegingskaders

Dit rapport is geschreven door:
Bettina Kampman, Koen van Dam,
Isabel Nieuwenhuijse en Meis Uijtewaal

Delft, CE Delft, oktober 2025

Publicatienummer: 25.240236.136

Opdrachtgever:
Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn
verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de
projectleider Bettina Kampman (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	4
	Afwegingskader 1 'Inherent veilig maken zoutcavernes'	4
	Afwegingskader 2 'Injectie productieafval'	5
	Lijst van afkortingen	6
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond en aanleiding	7
	1.2 Doel en onderzoeksvragen	8
	1.3 Afbakening	8
	1.4 Leeswijzer	8
2	Achtergrond	9
	2.1 Leidraad CMP, indieningsvereisten en afwegingskaders	9
	2.2 Voorgaande versies: LAP en CMP	10
	2.3 Wettelijk kader	12
	2.4 Casuïstiek: zoutwinning in Nederland.	13
	2.5 Termen en definities	13
3	Afwegingskader 1: caverne inherent veilig maken	17
	3.1 Informatiebehoefte bevoegd gezag	19
	3.2 Randvoorwaarden	20
	De caverne heeft een opvulplicht of een opvulnoodzaak	20
	3.3 Afwegingskader	23
	3.4 Aspecten voor de afweging van het vullen van een instabiele caverne	28
4	Afwegingskader 2: injectie productieafval	33
	4.2 Informatiebehoefte	35
	4.3 Randvoorwaarden	36
	4.4 Afwegingskader	38
	Literatuur	44
A	Probleembeschrijving	45
B	Wettelijk kader	48

C	Stappenplan caverne inherent veilig maken	58
D	Stappenplan injectie productieafval	60

Samenvatting

Injectie van afvalstoffen in de ondergrond is in principe niet toegestaan. Er zijn echter enkele uitzonderingen, waaronder voor twee specifieke situaties bij ondergrondse zoutcavernes. Voor deze twee uitzonderingen worden in het Circulair Materialenplan (CMP) twee afwegingskaders opgenomen, waarmee getoetst kan worden of injectie al dan niet onder voorwaarden is toegestaan. Op verzoek van het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) heeft CE Delft deze afwegingskaders opgesteld. In dit document worden ze geïntroduceerd.

De twee kaders gaan over de volgende situaties:

1. **Inherent veilig maken zoutcavernes:** wanneer zoutcavernes potentieel instabiel en/of niet-inherent veilig zijn, kunnen ze worden opgevuld om ze wel inherent veilig te maken.
2. **Injectie productieafval:** bij zoutwinning uit de cavernes ontstaan (grotendeels) bodemeigen afvalstoffen die kunnen worden geïnjecteerd in de zoutcaverne.

In beide gevallen moet op basis van het relevante afwegingskader worden bepaald of de injectie van een afvalstof is toegestaan.

Beide afwegingskaders worden hierna samengevat.

Afwegingskader 1 ‘Inherent veilig maken zoutcavernes’

De basis van het afwegingskader voor het inherent veilig maken van zoutcavernes is een afweging tussen het opvullen met een afvalstof of met een primaire grondstof. Het kader bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Informatiebehoefte van het bevoegd gezag:
 - beschrijving locatie;
 - beschrijving van de afvalstromen.
2. Randvoorwaarden voor het toestaan van injectie van afvalstromen:
 - de caverne heeft een opvulplicht of een opvulnoodzaak;
 - kalkslurry is onvoldoende beschikbaar;
 - het gebruik van de beoogde primaire grondstof moet realistisch zijn;
 - de beoogde primaire grondstof moet zorgen voor een inherent veilige caverne.

3. Afweging: vergelijking van twee opties, beoordeeld op milieu-impact¹, operationele en langetermijnrisico's en kosten:
 - Optie 1: Opvullen van de caveerne met een primaire grondstof en verwerking van de beoogde afvalstof via de minimumstandaard.
 - Optie 2: Opvullen van de caveerne met de beoogde afvalstof en het vermijden van de winning of productie van de primaire grondstof.

Afwegingskader 2 'Injectie productieafval'

Het afwegingskader voor injectie van productieafval moet worden gevolgd om aan te tonen dat injectie van productieafval uit de zoutwinning in lege zoutcavernes milieu-hygiënisch aanvaardbaar is. Hierbij worden onder andere kosten meegenomen. Het kader bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Informatiebehoefte van het bevoegd gezag:
 - beschrijving van de afvalstromen;
 - beschrijving van de ondergrondvreemde stoffen;
 - toetsing aan een eventuele minimumstandaard.
2. Randvoorwaarden voor het toestaan van injectie van productieafval:
 - de caveerne is geschikt voor injectie van productieafval;
 - de afvalstof is compatibel met de caveerne;
 - de injectie zorgt voor permanente verwijdering van het productieafval.
3. Afweging: vergelijking van drie verwerkingsopties, beoordeeld op kosten, milieu-impact¹, operationele en langetermijnrisico's.

Dit rapport beschrijft verschillende benaderingen voor de afweging. Een definitieve set weegfactoren maakt echter geen onderdeel uit van het afwegingskader. Per vergunningstraject wordt door het bevoegd gezag een afweging gemaakt.

¹ De impact op het milieu wordt beoordeeld met een levenscyclusanalyse (LCA). In een LCA wordt de milieu-impact berekend op 18 milieu-impactcategorieën, zoals klimaatimpact, uitstoot van fijnstof, vermesting, landgebruik en watergebruik.

Lijst van afkortingen

Afkortingen	
SodM	Staatstoezicht op de mijnen
KGG	Ministerie van klimaat en groene groei
CMP	Circulair materialenplan
LAP	Landelijk afvalplan
I&W	Ministerie van infrastructuur en waterstaat
Bssa	Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen
EURAL	Europese afvalstoffenlijst

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

In principe is injectie van afvalstoffen in de ondergrond niet toegestaan. Voor zoutcavernes zijn er twee situaties waarbij een uitzondering op deze hoofdregel kan worden gemaakt. Het ministerie van Klimaat en Groene Groei (hierna: KGG of het ministerie) heeft aan CE Delft gevraagd om voor deze twee uitzonderingen in het kader van het Circulair Materialenplan (CMP) twee afwegingskaders op te stellen voor injectie van (afval)stoffen in zoutcavernes. De twee kaders gaan over de volgende twee situaties:

1. Inherent veilig maken cavernes: wanneer zoutcavernes potentieel instabiel en/of niet-inherent veilig zijn, kunnen deze worden opgevuld om ze inherent veilig te maken.
2. Injectie productieafval: bij de winning van zout uit de cavernes ontstaan (grotendeels) bodemeigen afvalstoffen, die kunnen worden geïnjecteerd in de zoutcaverne.

In beide gevallen moet het voor de situatie relevante afwegingskader worden gevolgd om te bepalen of de injectie van een afvalstof toelaatbaar is. De afwegingskaders worden in dit document beschreven. Andere situaties (zoals opslag van CO₂ of andere gassen in zoutcavernes) vallen buiten dit document.

Situatie 1: Inherent veilig maken zoutcavernes

Door de zoutindustrie in Nederland zijn in de diepe ondergrond in Groningen, Friesland en Overijssel zoutcavernes gecreëerd. Een beperkt aantal van deze zoutcavernes blijkt potentieel instabiel en/of niet-inherent veilig. Dit betekent dat ze op termijn in potentie instabiel kunnen worden (ze zijn op dit moment stabiel) (SodM, 2025). Dat kan tot extra bodemdaling leiden en in het ergste geval kunnen zinkgaten ontstaan – in het verleden is dit al eens gebeurd. Deze cavernes kunnen inherent veilig worden gemaakt door ze op te vullen met bijvoorbeeld kalkslurry, een afvalstof die bij de zoutproductie ontstaat. Deze situatie geldt momenteel met name voor een aantal cavernes van Fase II van caverneveld Twenthe-Rijn. Daarnaast zijn er in Groningen cavernes die voor abandonneren mogelijk moeten worden opgevuld, zodat deze inherent veilig kunnen worden geabandonneerd. Dit zou mogelijk ook kunnen met kalkslurry (dit wordt op moment van schrijven nog onderzocht). Deze kalkslurry is grotendeels bodemeigen en heeft daarom de voorkeur om als opvulmateriaal te gebruiken. Echter, het is niet zeker dat er altijd voldoende van deze slurry beschikbaar is om op de gewenste momenten en snelheid de cavernes waar het om gaat op te vullen. In dat geval kunnen andere (afval)stromen nodig zijn. Dit document

beschrijft het afwegingskader dat moet worden gevolgd wanneer een afvalstof anders dan kalkslurry moet worden gebruikt om (deels) cavernes op te vullen.

Situatie 2: Injectie productieafval

Bij de winning en productie van zout uit zoutcavernes komen afvalstoffen vrij. Deze zijn (grotendeels) bodemeigen. Momenteel worden deze verwerkt door ze te injecteren in de zoutcavernes. Voor nieuwe vergunningen moet het in dit document beschreven afwegingskader worden gevolgd om aan te tonen dat deze verwerkingsroute milieuhygiënisch aanvaardbaar is, waarbij onder meer de kosten worden meegenomen.

1.2 Doel en onderzoeksvragen

Het doel van dit afwegingskader is om de onderdelen te beschrijven die het bevoegd gezag moet afwegen om te besluiten of een bepaalde (afval)stroom mag worden geïnjecteerd in een:

- zoutcaverne die inherent veilig moet worden gemaakt;
- stabiele zoutcaverne (alleen voor afvalstoffen die vrijkomen bij de winning of productie van zout uit zoutcavernes, met als doel de verwerking van de afvalstof).

1.3 Afbakening

Dit afwegingskader kijkt naar de afvalaspecten van de te gebruiken stroom voor het vullen van zoutcavernes als onderdeel van de leidraad Afvalinjectie bij de winning van zout, die ook de indieningsvereisten beschrijft en waaraan een vergunningsaanvraag moet voldoen.

1.4 Leeswijzer

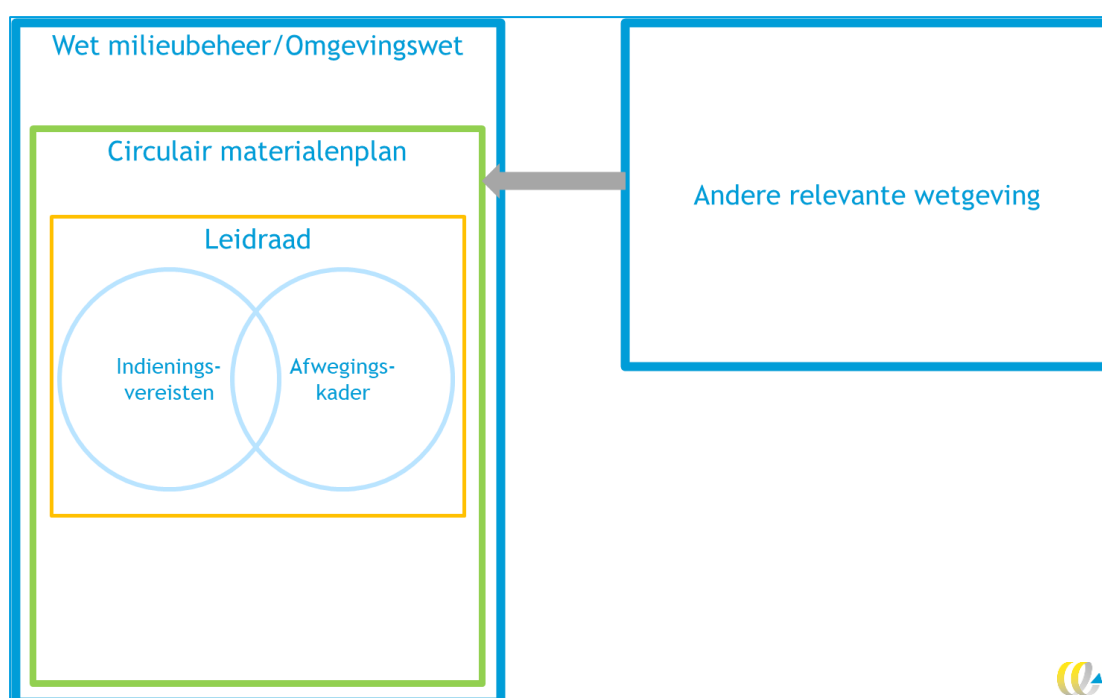
In Hoofdstuk 2 wordt de achtergrond van dit document beschreven, onder andere de context, het wettelijke kader, casuïstiek en termen en definities.

Daarna worden de twee afwegingskaders beschreven. Hoofdstuk 3 betreft het afwegingskader voor gebruik van afvalstoffen in zoutcavernes die inherent veilig moeten worden gemaakt. Hoofdstuk 4 betreft het afwegingskader om te bepalen of het de voorkeur heeft om afvalstoffen uit de winning en productie van zout te injecteren in een zoutcaverne.

2 Achtergrond

Dit hoofdstuk beschrijft de context waarin de afwegingskaders voor het opvullen van zoutcavernes met (afval)stromen zich bevinden, zie Figuur 1.

Figuur 1 – Context afwegingskader opvullen zoutcavernes



2.1 Leidraad CMP, indieningsvereisten en afwegingskaders

De leidraad Afvalinjectie bij de winning van zout is onderdeel van het Circulair Materialenplan (CMP). Deze leidraad bestaat uit twee afwegingskaders voor het injecteren van (afval)stromen in zoutcavernes. De afwegingskaders zijn opgesteld door CE Delft (in het huidige document). Daarnaast bevat de leidraad indieningsvereisten, opgesteld door het ministerie van KGG. De indieningsvereisten zijn o.a. nodig voor SodM om het ministerie te adviseren over de vergunningsaanvraag voor de injectie van (afval)stromen in zoutcavernes. Ze dekken daarmee deels ook de randvoorwaarden af die in de afwegingskaders genoemd worden.

2.2 Voorgaande versies: LAP en CMP

Hierna worden in twee tekstkaders de meest relevante tekst uit LAP3 weergegeven over injectie van afvalstoffen in zoutcavernes, voor de twee situaties waarover het huidige document gaat.

Tekstkader 1 – Tekst uit LAP3 over Inherent veilig maken zoutcaverne

Inherent veilig maken zoutcaverne in LAP3

B.12.13.3 Nuttige toepassing van afval in de diepe ondergrond

Afvalstoffen kunnen - indien milieuhygiënisch verantwoord, hetgeen uit de vergunningaanvraag en het milieu-effectrapport moet blijken - nuttig worden toegepast in de diepe ondergrond, bijvoorbeeld wanneer oude mijnschachten of zoutcavernes wegens instortingsgevaar of stabiliteitsproblematiek met afvalstoffen worden gestabiliseerd. De instabiliteit maakt het vullen van holtes immers noodzakelijk en door afvalstoffen te gebruiken, worden primaire grondstoffen gespaard. Er is geen sprake van nuttige toepassing als de opvplicht (vastgelegd door het bevoegd gezag) of opvulplicht (aangetoond ten genoegen van het bevoegd gezag door de initiatiefnemer) niet kan worden vastgesteld. In dat geval is sprake van verwijdering van afvalstoffen en dus van storten.

Bij nuttige toepassing dienen de afvalstoffen dus ter vervanging van materialen die anders voor het stabiliseren zouden zijn of zouden moeten worden gebruikt. Het element van de vervanging van andere materialen houdt ook in dat de gebruikte afvalstoffen geschikt moeten zijn voor de desbetreffende functie. Afvalstoffen die daarvoor ongeschikt zijn, kunnen namelijk niet als vervanging dienen voor geschikte andere materialen.

B.12.13.4 Stabiliseren van zoutcavernes

De stabiliteitsproblematiek bij Nederlandse zoutcavernes speelt voor zover de huidige kennis strekt bij ongeveer 40 van de 270 cavernes. Deze oude cavernes, gesitueerd in Twente, voldoen niet aan de huidige richtlijnen voor stabiliteit (dikte van het zoutdak) en inherente veiligheid (maximale cavernehoogte) en zijn daarom potentieel instabiel en niet inherent veilig. De overige 230 zoutcavernes zijn stabiel en/of inherent veilig. Het bergen van afvalstoffen in deze stabiele cavernes kan daarom nooit als een nuttige toepassing worden aangemerkt en wordt altijd beschouwd als storten.

Alhoewel het gebruik van afvalstoffen voor stabilisering van instabiele zoutcavernes als een nuttige toepassing wordt gekarakteriseerd, moet in het oog worden gehouden dat er op dit moment beperkt maatschappelijk draagvlak is voor het toepassen van afvalstoffen in de diepe ondergrond. De eventuele gevolgen van instabiele cavernes (bodemdalingen, gaten, sinkholes) worden daarentegen maatschappelijk ook niet aanvaardbaar geacht. Er moet dus altijd een zorgvuldige belangenafweging worden gemaakt om voldoende draagvlak te kunnen creëren. Met name het huidige of toekomstige ruimtegebruik van de bovengrond zal een belangrijke rol spelen in deze afweging. Economische schade of materiële schade aan de gebouwde omgeving is van een andere orde dan een schade in een agrarische omgeving.

Uitgangspunten

- In alle gevallen zal aantoonbaar moeten zijn dat de hoeveelheid kalkslurry zoals deze bij de zoutwinning en -productie vrijkomt en voor de stabilisering kan worden gebruikt, onvoldoende is om de stabilisering binnen de gewenste tijdsperiode tot stand te brengen.
- In geval sprake is van een potentieel instabiele en niet inherent veilige caveerne en een kapitaalintensief gebruik van de bovengrond, zal het gebruik van afvalstoffen zoals hiervoor aangegeven als nuttige toepassing kunnen worden beschouwd.
- In geval sprake is van het preventief opvullen van een caveerne die als stabiel en/of inherent veilig is aangemerkt, moet het in de caveerne brengen van afvalstoffen worden beschouwd als storten. Gelet op het moratorium is dit niet toegestaan. In een dergelijk geval ligt het ook meer voor de hand de eigenaar van het bovengronds gelegen land een schadevergoeding te bieden of, bijvoorbeeld, over te gaan tot de aankoop van het stuk land, dan wel het ongewenste effect te aanvaarden.

Voor het stabiliseren van instabiele cavernes in Nederland is tot op heden, geheel in lijn met het LAP-beleid voor het beheer van afvalstoffen, gebruikgemaakt van de afvalstoffen die vrijkomen bij de zoutwinning en zoutproductie en overwegend (ter plekke) uit de ondergrond afkomstig zijn. De beschikbaarheid van deze afvalstoffen is echter beperkt. Zeker wanneer meerdere cavernes tegelijkertijd moeten worden gestabiliseerd, zal de inzet van andere materialen moeten worden overwogen. Dit kan de inzet zijn van afvalstoffen die niet (ter plekke) uit de ondergrond afkomstig zijn. Er moet dan wel worden voldaan aan de geformuleerde uitgangspunten. Dit LAP geeft echter de ruimte om een pilotproject uit te voeren, waarbij de uitgangspunten niet gelden (zie hierna). Het CMP geeft deze ruimte niet.

Voor het gebruik van afvalstoffen om instabiele cavernes inherent veilig te maken, moet het BSSA worden aangepast. Op dit moment is het op grond van artikel 3 van het besluit verboden om afvalstoffen waarvoor een stortverbod geldt, nuttig toe te passen (in een zoutcaverne).

Bron: (Ministerie van I&W, 2021).

De belangrijkste verandering ten opzichte van de bovengeschetste situatie is dat uit recent onderzoek blijkt dat ook opvulling nodig lijkt om cavernes veilig te kunnen afsluiten. Het afwegingskader in dit document geldt tevens voor het opvullen van een caveerne ten behoeve van het veilig afsluiten (abandonneren).

Tekstkader 2- Tekst uit LAP3 over Injectie afvalstromen zoutproductie in cavernes

Injectieafvalstromen zoutproductie in cavernes in LAP3*B.12.13.10 Injectieactiviteiten bij de winning van zouten*

Bij de winning van zouten worden afvalstoffen geïnjecteerd in de diepe ondergrond. Het beleid in de afgelopen planperiode ten aanzien van de injectie van afvalstoffen in zoutcavernes heeft zich gericht op het consolideren van reeds bestaande injectieactiviteiten. Daardoor is ook de injectie van afvalstoffen die ontstaan in de productieprocessen waarin zouten worden ingezet (anders dan de winning en productie van het zout uit de pekel) toegestaan. Gevolg hiervan is dat er sprake is van een grotere diversiteit van afvalstoffen, waarin vaker (sporen van) bodemvreemde stoffen aanwezig zijn.

In tegenstelling tot in de olie- en gasindustrie is voor de zoutindustrie geen specifiek instrument beschikbaar om een milieuhygiënische toets te kunnen uitvoeren, op basis waarvan men een verantwoorde afweging kan maken of materialen met bodemvreemde elementen niet beter bovengronds verwerkt kunnen worden.

De vergunningaanvrager moet door een onderzoek aantonen dat terugvoeren milieuhygiënisch gezien de voorkeur heeft, dan wel dat de kosten voor de alternatieven van terugvoeren niet in verhouding staan tot de milieuhygiënische voordelen. Het bevoegd gezag moet zelfstandig beoordelen of het door de vergunninghouder uitgevoerde onderzoek adequaat is geweest. In de afgelopen planperiode is consensus tussen bevoegde gezagen, ministerie van I&W en bedrijven bereikt over het feit dat enkel een mLCA uitvoeren niet als een toereikend onderzoek kan worden aangemerkt.

In een aantal specifieke situaties ontstaan bij de winning of de productie van zouten nevenproducten als gips, kalk of kalksteen. Dergelijke producten worden al jaren teruggevoerd. Dit terugvoeren kan ook in de huidige planperiode worden gecontinueerd.

Bron: (Ministerie van I&W, 2021).

In het CMP zijn de meeste teksten uit LAP3 overgenomen, en daarnaast is gesteld dat een vergelijkbare leidraad als bij olie- en gaswinning ook voor de twee situaties bij zoutcavernes moet worden opgesteld. De afwegingskaders in dit document vallen onder bovenstaande leidraad.

2.3 Wettelijk kader

Het CMP komt voort uit de Wet milieubeheer, maar moet ook rekening houden met andere wetgeving. In Bijlage B zijn relevante artikelen uit verschillende wetten die van toepassing zijn op het injecteren van stromen in zoutcavernes en/of het winnen van zout uit de (diepe) ondergrond (waardoor zoutcavernes worden gecreëerd). Het gaat om de Mijnbouwwet, de Mijnbouwregeling, het Mijnbouwbesluit, de Omgevingswet, de Europese afvalstoffenlijst (EURAL) en het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (Bssa).

Op basis van de Mijnbouwwet is er een winningsvergunning van de minister vereist voor het mogen winnen van delfstoffen (waaronder zout). Het winnen van delfstoffen moet geschieden overeenkomstig een winningsplan, waarmee de minister heeft ingestemd. Het winningsplan voor de winning van zout bevat o.a.:

- Een opgave van de verwachte hoeveelheid te winnen pekelen en zout,
- Een beschrijving van de ligging en de vorm van de holruimte tijdens en na de winning,
- Gesteentemechanische berekeningen van de stabiliteit van de holruimte tijdens en na de winning,
- Een opgave van de stoffen en hoeveelheden jaarlijks bij de winning worden geïnjecteerd,
- Een beschrijving van de wijze waarop de holruimte na beëindiging van de winning buiten gebruik wordt gesteld.

Overige eisen volgen uit de Mijnbouwwet- en regelgeving.

2.4 Casuïstiek: zoutwinning in Nederland.

Er wordt in Nederland steenzout en magnesiumzout gewonnen. In Nederland zijn drie bedrijven die op vier locaties steenzout (natriumchloride) winnen: in Twente bij Hengelo (Nobian), in Groningen bij Heiligerlee en Zuidwending (Nobian), en onder de Waddenzee bij Harlingen (Frisia). Bij Veendam (Nedmag) wordt magnesiumzout gewonnen. Het zout wordt overal gewonnen door het oplossen van het zout in water, ook wel oplosmijnbouw genoemd (SodM, 2021). De vorm en grootte van de cavernes zijn verschillend op de verschillende locaties; dat komt onder andere door:

- het type zout;
- de diepte van de winning;
- een andere geologie van de ondergrond;
- verschillende winningsstrategieën.

Als voorbeeld: magnesiumzout, en het zout op de diepte waarop in Friesland gewonnen wordt (~3.000 m) stroomt zo snel dat de cavernes daar relatief klein zijn voor de hoeveelheid gewonnen zout. Dit komt omdat het zout actief de holruimte in stroomt. Bij minder diepe winningslocaties zoals in Twente (~400 m) is het zout breekbaarder en gedraagt het zich daarom anders.

2.5 Termen en definities

Rondom de winning van zout uit cavernes wordt een grote hoeveelheid termen gebruikt. Deze worden ook in dit document gebruikt. De belangrijkste definiëren we hier.

Migreren

Een zoutcaverne is gevuld met pekkel. Wanneer het (zout)dak van een caverne instort, kan dit leiden tot het instorten van opeenvolgende lagen in de ondergrond. De holte verplaatst zich dan langzaam naar boven (opwaartse migratie van de caverne). Afhankelijk van de hoogte, vorm, diepte en lokale geologie van de caverne, kan dit proces doorgaan tot aan het maaiveld en leiden tot een meetbare 'kom' in het landschap of in extreme gevallen tot een zinkgat (een 'sinkhole') of zichtbare trog.

Bulken

Het losse gesteente van een instortende caverne neemt meer ruimte in dan het gesteente waaruit het gevormd is. Dit proces wordt ook wel bulken² genoemd en verkleint het open cavernevolumen terwijl deze naar boven migreert. Als een caverne tijdens de migratie volledig gevuld wordt met los gesteente voordat de lossere toplagen worden bereikt, is deze inherent veilig. Bij inherent veilige cavernes is er nog wel steeds een toename in bodemdaling te verwachten ten opzichte van de originele prognose.

Zinkgat ('sinkhole')

Een zinkgat is een gat aan het maaiveld. Een zinkgat kan ontstaan wanneer een zoutcaverne migreert tot aan het maaiveld. Dit gat kan een cilinder- of trechtervormig gat zijn, maar ook een gladde, soms zichtbare 'kom' in het landschap. In dat geval wordt gesproken van een trog (Royal HaskoningDHV, 2013).

Stabiele caverne

Een stabiele caverne is een caverne waarbij door de vorm of de ligging van deze caverne in verhouding tot de lokale geologie het dragend vermogen van het dak voldoende is om te voorkomen dat deze caverne op termijn gaat migreren.

Instabiele caverne

Een instabiele caverne is een caverne waarbij door de vorm of de ligging van deze caverne in verhouding tot de lokale geologie het dragend vermogen van het dak niet voldoende is gebleken, waardoor de caverne aan het migreren is.

Potentieel instabiele caverne

Een potentieel instabiele caverne is een caverne waarbij door de vorm of de ligging van deze caverne in verhouding tot de lokale geologie het dragend vermogen van het dak niet voldoet aan de huidige stand der techniek, en dat de *mogelijkheid* bestaat dat deze cavernes op termijn instorten en omhoog gaan bewegen (migreren). Deze term wordt met name voor cavernes in het Twente-Rijengebied gebruikt.

² Vergelijk bijvoorbeeld een massief blok van Lego met het volume dat de losse steentjes daarvan zouden innemen. Tussen de losse steentjes zit immers extra ruimte.

Inherent veilig

Een inherent veilige caveerne kan mogelijk instabiel worden, migreren en bodembeweging veroorzaken, maar kan nooit een zinkgat of trog veroorzaken doordat het migreren tijdig uitdooft. Deze term wordt specifiek gebruikt voor cavernes in het Twenthe-Rijngebied. In dit document wordt onder een inherent veilige caveerne tevens verstaan een caveerne die veilig afgesloten (geabandonneerd) kan worden zonder noodzaak om deze voorafgaand daaraan op te vullen.

Mitigerende maatregel

Een mitigerende maatregel bij een potentieel instabiele en/of niet inherent veilige zoutcaveerne is een maatregel die ervoor zorgt dat de zoutcaveerne inherent veilig wordt. De zoutcaveerne kan nog steeds instabiel worden en migreren. Het mitigeren van een (potentieel) instabiele zoutcaveerne verkleint of voorkomt bovengrondse effecten.

Inherent veilig maken

Het inherent veilig maken van een caveerne is een van de opties die mogelijk is bij een (potentieel) instabiele zoutcaveerne. Het maakt de caveerne niet stabiel, maar door het opvullen van de caveerne wordt ervoor gezorgd dat de cavernemigratie eerder uitdooft dan zonder deze mitigerende maatregel.

In dit document wordt onder inherent veilig maken tevens het opvullen van een caveerne verstaan, indien dat opvullen noodzakelijk is om de caveerne veilig af te sluiten (abandonneren).

Primaire grondstof

Een primaire grondstof is een stof die nieuw in de economie is gebracht en nog niet eerder is gebruikt of verwerkt in een product. Het is daarmee vooral onderscheidend van afval of een secundaire grondstof, die afkomstig is uit hergebruik of recycling van eerder gebruikte producten of grondstoffen.

Bodemeigen stoffen

Voor bodemeigen stoffen is geen sluitende definitie te geven. Het betreft stoffen die in dezelfde vorm in de grond voorkomen. Bij zoutwinning is een belangrijke scheidslijn het gebruik van kalkslurry. Deze slurry is een neerslag van calcium, dat bodemeigen is, met carbonaat, dat niet bodemeigen is. De nieuw ontstane stof, calciumcarbonaat/kalk, is daarmee slechts deels bodemeigen.

De relevantie van de term bodemeigen is dat dit niet zorgt voor een verandering, en daarmee een onvoorzien risico, in de diepe ondergrond.

Kalkslurry

De stroom die ontstaat bij de reinigungsstap, waarbij door toevoeging van carbonaat (CO_3^{2-}) de verontreinigingen calcium (Ca^{2+}) uit het zout zijn verwijderd, doordat dit als kalk neerslaat. Deze kan ook calciumsulfaat bevatten (Gips).

(Mijnbouw)hulpstoffen

(Mijnbouw)hulpstoffen zijn stoffen die zijn toegevoegd ten bate van de winning of opwerking (van het zout).

Opvulnoodzaak

De operator die een caverne bezit, is verantwoordelijk voor de langdurige veiligheid hiervan. Op basis van eigen onderzoeken en afwegingen kan de operator aantonen aan het bevoegd gezag dat de caverne potentieel instabiel en/of niet inherent veilig is, of niet veilig kan worden afgesloten. Daarmee geven zij aan dat de caverne een opvulnoodzaak heeft.

Opvulplicht

Het is mogelijk dat het bevoegd gezag een operator een opvulplicht oplegt voor een caverne. Deze moet dan naar genoegen van bevoegd gezag worden opgevuld totdat deze niet langer potentieel instabiel en/of niet-inherent veilig is. Ook kan een opvulplicht worden opgelegd om een caverne veilig af te sluiten. Vaak zal een opvulnoodzaak leiden tot een opvulplicht.

3 Afwegingskader 1: caverne inherent veilig maken

Dit is het afwegingskader voor het inherent veilig maken van een zoutcaverne met opvulplicht of opvulnoodzaak. De afweging die wordt gemaakt is of het gebruik van een afvalstof voor het opvullen van de caverne even goed of beter is in vergelijking met het gebruik van een primaire grondstof voor het opvullen van de caverne.

Het afwegingskader bestaat uit drie onderwerpen: de caverne, een primaire grondstof en een afvalstof. De primaire grondstof kan gebruikt worden (optie 1) of de afvalstof kan gebruikt worden (optie 2):

	Primaire grondstof	Afvalstof
Optie 1	Wordt gebruikt voor het opvullen van de caverne	Wordt verwerkt volgens de minimumstandaard
Optie 2	Wordt niet gewonnen/geproduceerd	Wordt gebruikt om de caverne mee te vullen

Met het afwegingskader kan het bevoegd gezag besluiten of de afvalstof gebruikt mag worden om de caverne op te vullen om deze inherent veilig te maken. Zo niet, dan is de afvalstof niet geschikt voor het opvullen van de caverne. In dat geval moet de primaire grondstof worden gebruikt als opvulling of kan een andere afvalstof worden voorgesteld, waarmee dit afwegingskader opnieuw wordt doorlopen.

Het injecteren van afvalstoffen in een zoutcaverne mag alleen als dit een nuttige toepassing is (Afwegingskader 1: caverne inherent veilig maken), of als het gaat om het terugbrengen van afvalstoffen naar de plek waar ze vandaan komen (Afwegingskader 2 injectie productieafval). In Tekstkader 3 staat wat het CMP hierover stelt. Als het afwegingskader een positief resultaat geeft, is aangetoond dat aan de twee voorwaarden voor nuttige toepassing van de afvalstof wordt voldaan: de afvalstof zorgt voor het inherent veilig maken van een potentieel instabiele en/of niet-inherent veilige caverne én voorkomt

het gebruik van primaire grondstoffen³ die anders hiervoor zouden zijn gebruikt. Alleen dan mag de afvalstof worden gebruikt om de caverne mee op te vullen.

Tekstkader 3 - CMP: afvalstof als nuttige toepassing

CMP: afvalstof als nuttige toepassing

In Paragraaf 3.3 van het document 'Storten in een circulaire economie' van het CMP staat onderstaande tekst over het onderscheid tussen storten en nuttige toepassing van een afvalstof.

'De volgende twee criteria spelen een rol bij de vraag of sprake is van nuttige toepassing:

- a. Het belangrijkste doel van de aanbieder van de afvalstof is bepalend. Wanneer de aanbieder van het materiaal vooral van het materiaal af wil, is in ieder geval sprake van storten, ook wanneer het materiaal vervolgens toch nog een nuttige functie vervult.*
- b. Er is alleen sprake van nuttige toepassing wanneer daardoor primaire materialen worden uitgespaard die anders voor de betreffende toepassing zouden zijn gebruikt.*

Voor het toetsen aan criterium b zijn 2 zaken van belang, namelijk:

- b1. Zou het werk bij gebrek aan geschikte afvalstoffen met primair materiaal zijn aangelegd?*
- b2. Worden niet meer afvalstoffen gebruikt dan civieltechnisch noodzakelijk is? (Ministerie van I&W, 2025b) (Zie onder meer het arrest van het Europese Hof van 27 februari 2002 C-6/00 overweging 71 (Het hof van justitie, 2002): Een handeling met afvalstoffen kan worden aangemerkt als nuttige toepassing indien het belangrijkste doel ervan inhoudt dat de afvalstoffen een nuttige functie kunnen vervullen doordat zij in de plaats komen van andere materialen die voor deze functie hadden moeten worden gebruikt).*

Beide vragen moeten zekerheid geven dat er inderdaad sprake is van het vervangen van primair materiaal. Alleen wanneer beide vragen met 'ja' worden beantwoord, is sprake van nuttige toepassing. In de andere gevallen is sprake van storten en niet van nuttige toepassing. Vraag b1 moet niet worden verward met de vraag of de afvalstof in de betreffende toepassing een nuttige functie vervult. Betreft het toepassingen die nooit zouden zijn aangelegd wanneer dat met primaire bouwstoffen had moeten gebeuren, dan creëert alleen het aanbod van het materiaal de vraag naar de toepassing. In die gevallen vervangen de afvalstoffen – hoe nuttig de toepassing ook kan zijn – geen primair materiaal dat anders voor de betreffende toepassing zou zijn gebruikt. Dat laatste is een essentiële voorwaarde om te kunnen spreken van nuttige toepassing.'

In paragraaf 3.3.6 (Bergen in de diepe ondergrond) van hetzelfde document wordt specifiek ingegaan op de situatie waarin ondergrondse mijnen of cavernes worden gestabiliseerd met afvalstoffen. Hier geeft het CMP het volgende aan:

In jurisprudentie van het Hof staat dat 'het gebruik van afvalstoffen voor de vervaardiging van mortels die gebruikt worden in ondergrondse mijnen om instorten tegen te gaan, onder voorwaarden kan worden

³ Het CMP spreekt over een afweging tussen afvalstof en primair materiaal. Primair materiaal kan hier breder geïnterpreteerd worden als 'alle stoffen die geen afvalstof zijn'.

aangemerkt als een handeling van nuttige toepassing'. De afvalstoffen moeten de primaire grondstoffen vervangen die anders gebruikt zouden zijn, én er moet sprake zijn van een opvulplicht of opvulnoodzaak. Deze voorwaarde van vervangen van primaire materialen geldt ook voor het gebruik van afvalstoffen als vulstof in zoutcavernes.

Hier zien we opnieuw de eerdergenoemde criteria a en b terug. Het vaststellen van een opvulplicht of – noodzaak is hierbij een manier om zeker te zijn dat bij gebrek aan geschikt afval de betreffende ondergrondse ruimte inderdaad met primair materiaal zou zijn gevuld. Indien niet kan worden aangetoond dat er een opvulplicht of opvulnoodzaak is, is sprake van storten. In dat geval zijn onder mee de acceptatievoorwaarden voor ondergrondse stortplaatsen uit het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (Bssa) relevant.'

Bron: (Ministerie van I&W, 2025b).

3.1 Informatiebehoefte bevoegd gezag

Voor een goede overweging van de situatie heeft het bevoegd gezag informatie nodig. In dit onderdeel worden twee belangrijke informatiebehoeftes beschreven.

3.1.1 Beschrijving locatie

Het bevoegd gezag heeft een beschrijving nodig van de locatie. Bij de risicoafweging heeft het gebied boven de caveerne invloed op de resulterende risico's. Bodembeweging en zinkgaten hebben een grotere impact op de bovengrond, afhankelijk van of dit gebeurt in een gebied met of zonder bebouwing, infrastructuur en dergelijke. Hierbij moet ook het toekomstig ruimtegebruik (voor zover bekend) worden meegenomen, omdat de opslag permanent is.

Van de locatie moet voor het hele gebied dat risico loopt door de potentieel instabiele en/of niet-inherent veilige het huidige en toekomstige ruimtegebruik worden beschreven.

3.1.2 Beschrijving stromen

Het afwegingskader betreft het gebruik van een stroom om een potentieel instabiele en/of niet-inherent veilige zoutcaverne op te vullen. Het is mogelijk dat de stroom voorafgaand aan injectie nog wordt behandeld, waardoor de samenstelling en classificatie verandert. Het behandelen van dit afval vereist een omgevingsvergunning.

Het moet voor de vergunningverlening en daarmee ook voor het toezicht altijd duidelijk zijn welke stromen in de diepe ondergrond gebracht worden en wat de herkomst van deze stromen is. Hierom moeten alle stromen die uiteindelijk worden geïnjecteerd, of die gebruikt worden of vrijkomen bij de eventuele voorbehandeling, worden beschreven. Het gaat hier om (minimaal) de volgende kenmerken:

- herkomst van de stroom, zowel wat betreft proces als locatie;
- hoeveelheid;

- samenstelling;
- Eural-codering;
- gevaarlijk of niet-gevaarlijk afval;
- ondergrondse of niet;
- toegevoegde chemicaliën (mijnbouwhulpstoffen)⁴.

Er moet worden beschreven hoe de stroom reageert met reeds in de caverne aanwezige stoffen (zoals pekels of kalkslurry). Hierbij moeten ook de bovenliggende lagen worden meegenomen, waar de stroom mee in contact zou komen op het moment dat de caverne in zou storten.

Er moet voor alle te injecteren stoffen worden aangetoond dat deze de integriteit van de caverne en de bovenliggende lagen niet aantasten.

Verschillende ZZS zijn zeer lage concentraties al gevaarlijk voor mens en milieu. Voor ZZS geldt een informatieplicht.

Bovengrondse verwerking van afvalstromen zorgt niet per se voor het verwijderen van ZZS uit het milieu. Als voorbeeld: bij het zuiveren van een afvalstroom met zware metalen worden de zware metalen verwijderd uit het water, maar moeten ze alsnog ergens gestort worden. Zuivering zorgt dus niet voor verwijdering. ZZS heeft wel een minimalisatieplicht. Door de ZZS (terug) in de diepe ondergrond te brengen, *kan* het milieu hier baat bij hebben.

3.2 Randvoorwaarden

Het afwegingskader wordt voorafgegaan door een aantal randvoorwaarden. De randvoorwaarden zijn de minimumvereisten waaraan moet worden voldaan om een caverne te vullen met een afvalstof. De randvoorwaarden hebben daarmee prioriteit boven het afwegingskader. Aan alle randvoorwaarden moet worden voldaan.

De randvoorwaarden geven een aantal eisen om te zorgen dat er realistische alternatieven worden vergeleken. Hierom moeten de onderzochte stromen zorgen voor een inherent veilige caverne, om te voorkomen dat er een onbedoelde stortroute wordt gecreëerd.

De caverne heeft een opvulplicht of een opvulnoodzaak

Een afvalstof kan alleen een nuttige toepassing hebben in het inherent veilig maken van een potentieel instabiele of niet-inherent veilige caverne. Voorafgaand aan het

⁴ Geef toelichting op het doel, de wijze en de hoeveelheid gebruik, om het doel te realiseren en tegelijk negatieve (milieu)effecten te beperken, gebaseerd op best beschikbare techniek (BBT).

afwegingskader moet aangetoond zijn dat de caveerne een opvulplicht of opvulnoodzaak heeft.

De operator van de caveerne moet naar genoegen van het bevoegd gezag aantonen dat deze een opvulnoodzaak heeft. Uit de inventarisatie van de risico's van de caveerne moet worden aangetoond dat de caveerne instabiel en/of niet-inherent veilig is of dat er signalen zijn dat de stabiliteit afneemt.

De criteria van deze opvulnoodzaak zijn specifiek voor de locatie en omstandigheden van de zoutcaverne. Het is voor nu niet mogelijk om hier een sluitende lijst van criteria voor aan te geven.

Het is ook mogelijk dat het bevoegd gezag een opvulplicht heeft opgelegd.

Er is onvoldoende kalkslurry beschikbaar

Kalkslurry is een afvalproduct uit de zoutproductie, dat grotendeels bestaat uit calcium-carbonaatneerslag in water..

In principe is kalkslurry de voorkeursstroom om een caveerne met opvulplicht/opvulnoodzaak inherent veilig te maken, omdat het grotendeels bodemeigen is. Echter, het kan zo zijn dat er een moment komt dat er urgent cavernes moeten worden opgevuld en dat daarvoor te weinig kalkslurry beschikbaar is. In dat geval moet(en) de caveerne(s) worden opgevuld met een andere stof. Als een afvalstof wordt overwogen om dit te doen, moet dit afwegingskader worden gevolgd.

Als er voldoende kalkslurry beschikbaar is, dat wil zeggen, als niet alle beschikbare kalkslurry al wordt ingezet voor het opvullen van cavernes met een opvulplicht/opvulnoodzaak, dan heeft het de voorkeur om die hiervoor in te zetten en niet een andere niet-bodemeigen afvalstof.

3.2.1 Randvoorwaarden primaire grondstof

Het gebruik van de beoogde primaire grondstof moet realistisch zijn

Uit Tekstkader 3 blijkt dat een afvalstof alleen een nuttige toepassing kan hebben als de afvalstof het gebruik van een primaire grondstof voorkomt. De primaire grondstof waartegen het gebruik van de afvalstof wordt afgewogen, moet zodanig worden gekozen dat het realistisch is dat deze gebruikt zal worden om een caveerne inherent veilig te maken. Daarmee moet de beoogde primaire grondstof dus ook zorgen voor een inherent veilige caveerne, naar genoegen van het bevoegd gezag.

Het criterium: *“Zou het werk bij gebrek aan geschikte afvalstoffen met primair materiaal zijn aangelegd?”* is moeilijk toepasbaar, aangezien elke caveerne in principe inherent veilig wordt aangelegd, maar dat in de praktijk in sommige gevallen en door nieuwe inzichten

niet altijd blijkt te zijn. Het criterium moet daarom worden gelezen als: “Zou de caverne bij gebrek aan geschikte afvalstoffen met primair materiaal moeten worden opgevuld?” Met andere woorden: is er een opvulnoodzaak?

3.2.2 Randvoorwaarden afvalstof

De beoogde afvalstof moet zorgen voor een inherent veilige caverne

De aanvrager moet aantonen dat het gebruik van de afvalstof zorgt voor een inherent veilige caverne, naar genoegen van het bevoegd gezag.

De beoogde afvalstof heeft een minimumstandaard ‘andere nuttige toepassing’ of ‘verwijdering’

Het CMP definieert voor een groot aantal afvalstoffen een minimumstandaard voor verwerking ervan. De minimumstandaard is hierbij voor de betreffende afvalstof een invulling van de afvalhiërarchie zoals gedefinieerd in de Kaderrichtlijn afvalstoffen (Kra; Richtlijn 2008/98/EG (EU, 2008)), zie Figuur 2. Minimumstandaarden passen binnen de categorieën van deze hiërarchie. Een afvalstof mag niet worden verwerkt met een methode die in een lagere categorie van deze hiërarchie valt. Het nuttig toepassen van een afvalstof voor het opvullen van een potentieel instabiele/niet-inherent veilige zoutcaverne valt onder de categorie ‘andere nuttige toepassing’. De inzet in zoutcavernes kan voor een specifieke afvalstof daarom alleen worden toegestaan voor afvalstoffen met minimumstandaarden die vallen in de categorie ‘andere nuttige toepassing’ (zoals bijvoorbeeld verbranding met energierecuperatie of opvulling) of ‘verwijdering’ (zoals verbranding of stort).

Figuur 2 – Afvalhiërarchie Kaderrichtlijn afvalstoffen



Bron: Ontwerp Circulair Materialenplan voor inspraak, januari 2025 (Ministerie van I&W, lopend).

Hierbij gelden twee specifieke situaties, die hierna worden besproken.

1. Situatie 1: Er is geen minimumstandaard

Voor sommige afvalstoffen is geen minimumstandaard gedefinieerd in het CMP. Indien een vergunningsaanvrager een dergelijke afvalstof wil gebruiken voor het opvullen van een potentieel instabiele en/of niet inherent veilige zoutcaverne, kan voor deze stof het afwegingskader doorlopen worden. De stap waarin toetsing aan de minimumstandaard wordt voorgeschreven is in dit geval irrelevant en kan worden overgeslagen.

2. Situatie 2: Injectie voldoet niet aan de minimumstandaard

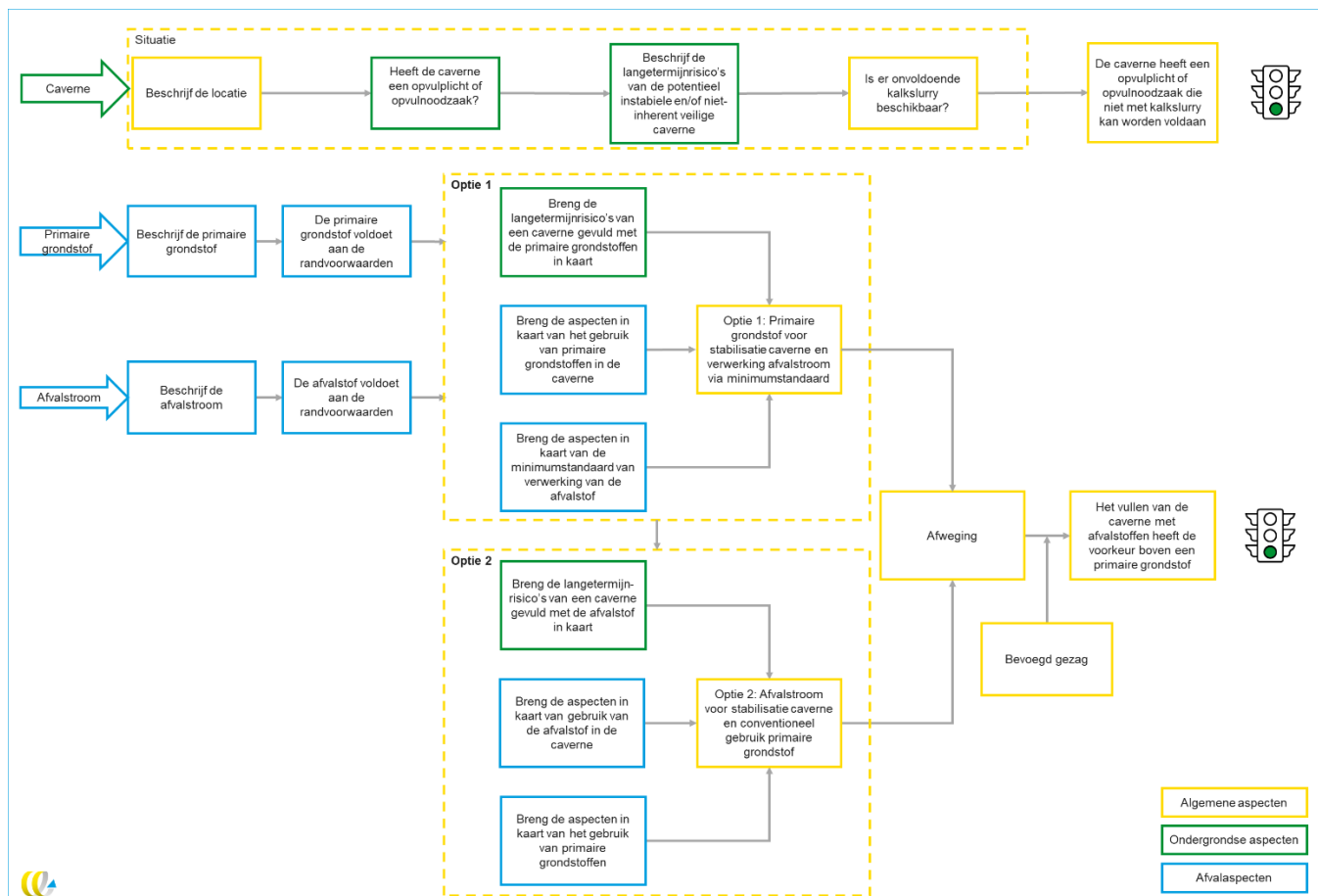
Als injectie van de afvalstof niet aan de minimumstandaard voldoet, dient het hoofdstuk 'Afwijken' van het CMP te worden gevolgd (Ministerie van I&W, lopend).

3.3 Afwegingskader

Dit afwegingskader moet worden gevolgd wanneer de caverne potentieel instabiel of niet-inherent veilig is én een vergunningsaanvrager de caverne met een afvalstof wil opvullen, omdat snelle opvulling met kalkslurry niet mogelijk is. In het afwegingskader wordt het inherent veilig maken van de caverne door opvullen met een primaire grondstof vergeleken met het opvullen van de caverne met een afvalstof. Zo wordt gecontroleerd of het gebruik van de afvalstof voldoet aan de voorwaarden voor nuttige toepassing zoals gesteld in het CMP (zie ook Tekstkader 3).

Paragraaf 3.3.1 beschrijft hoe de verschillende opties beoordeeld kunnen worden. Vervolgens worden de afweging en de te onderzoeken aspecten van de verschillende opties beschreven.

Figuur 3– Schematische weergave van het afwegingskader voor het gebruik van afvalstoffen om een zoutcaverne inherent veilig te maken. Voor een grotere versie, zie Bijlage C.



3.3.1 De beoordeling van de afweging

In het afwegingskader worden verschillende opties tegen elkaar afgewogen door verschillende aspecten ervan te onderzoeken en op basis daarvan te beoordelen welke de voorkeursoptie is. Het is een keuze hoe zwaar ieder van deze aspecten meeweegt in de afweging. Een definitieve set weegfactoren om de verschillende aspecten met elkaar te wegen is echter geen onderdeel van het afwegingskader, maar moet per vergunnings-traject worden vormgegeven door het bevoegd gezag en haar adviseurs. Deze keuze komt voort uit een aantal overwegingen:

- hoe zwaar ieder aspect wordt meegewogen, is aan het bevoegd gezag, dat hierin ook het eigen beleid naar voren moet kunnen laten komen;
- in verschillende initiatieven kunnen aspecten zich verschillend verhouden en dit is moeilijk in standaardfactoren te vangen;
- bij weging gaat altijd informatie verloren en het helder en duidelijk maken van (alle) feiten is juist een van de belangrijke doelen van de methodiek.

Wel wordt hier geschetst hoe met de weging van de verschillende aspecten kan worden omgegaan. Er zijn in grote lijnen drie mogelijkheden; deze moeten als voorkeursvolgorde gelezen worden:

1. Weging is niet nodig, omdat alle aspecten dezelfde kant op wijzen, waardoor een van de opties duidelijk de voorkeur heeft boven de andere.
2. Weging is nodig en het bevoegd gezag doet dit aan de hand van normen en weging van milieukosten.
3. Weging is nodig en het bevoegd gezag doet dit op basis van zwaartepunten in eigen beleid.

In deze mogelijkheden zit een hiërarchie, waarbij steeds minder vastgestelde normen worden gebruikt in de weging. De voorkeur gaat er daarmee naar uit om de vergunning zoveel mogelijk te verlenen op basis van bestaande normen. Hierna is beschreven hoe de verschillende mogelijkheden moeten worden uitgevoerd.

Eerste optie: weging niet nodig

Als de kosten, de milieuaspecten en de operationele risico's allemaal beter scoren voor een bepaalde optie, dan hoeven deze punten niet onderling gewogen te worden en kan deze variant vergund worden.

Tweede optie: weging is nodig en het bevoegd gezag doet dit aan de hand van normen en weging van milieukosten

Het is mogelijk dat de milieuaspecten en de kostenaspecten een verschillende voorkeursvariant opleveren. In dat geval kunnen de milieueffecten worden omgerekend tot milieukosten, zoals beschreven in Tekstkader 4. Op basis hiervan kan het bevoegd gezag, met gebruik van algemeen geaccepteerde normen en een weging van milieukosten, een beslissing maken.

Tekstkader 4 – Toelichting berekening milieukosten

Berekening milieukosten

Een weging tussen de milieueffecten en de kosten gaat pas spelen op het moment dat het kostenaspect in een andere richting wijst dan de andere onderdelen van de afweging.

Het is mogelijk om de milieueffecten om te rekenen naar milieukosten, die vervolgens kunnen worden vergeleken met het (economische) kostenaspect om de afweging te maken. Hierbij wordt vaak een voorkeur gegeven aan de optie met de laagste totale kosten (ook wel maatschappelijke kosten genoemd). Vanuit een mLCA is het mogelijk om de milieukosten (CE Delft, 2023a) van elke verwerkingsroute te berekenen en uit te drukken in euro's. Dit kan gedaan worden door de resultaten uit de mLCA-analyse (berekend met de Recipe-methode) te vermenigvuldigen met de milieukosten op midpointniveau uit het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023a). De milieukosten van alle verschillende impactcategorieën kunnen vervolgens bij elkaar

opgeteld worden tot één waarde in euro's. Door vervolgens de milieukosten en de (economische) kosten bij elkaar op te tellen, kan de route met de laagste maatschappelijke kosten worden gekozen.

Derde optie: afweging is nodig en het bevoegd gezag maakt de afweging op basis van zwaartepunten in eigen beleid

Het is mogelijk dat de milieuaspecten, operationele risico's en de kostenaspecten een verschillende voorkeursvariant opleveren. Het bevoegd gezag kan zelf zwaartepunten leggen volgens eigen bestaand beleid, in plaats van de weging op basis van normen, en weging met behulp van milieukosten te doen (Optie 2). Mogelijke zwaartepunten zouden kunnen zijn:

- een van de aspecten, zoals milieu of kosten, speelt een doorslaggevende rol;
- voorzorgprincipe speelt doorslaggevende rol (opvullen met een afvalstof mag alleen als risico's voldoende bekend en acceptabel zijn).

3.3.2 Afweging: Caverne opvullen met primaire grondstof versus opvullen met een afvalstof

In de afweging wordt de volgende vraag beantwoord:

Wordt het gebruik van een beoogde afvalstof voor het opvullen van een caverne met opvulnoodzaak of opvulplicht positief beoordeeld in vergelijking met het gebruik van een primaire grondstof voor opvulling?

Om deze vraag te beantwoorden worden de volgende twee opties met elkaar vergeleken:

1. De primaire grondstof wordt gebruikt om de caverne op te vullen en de afvalstof wordt via de minimumstandaard zoals gedefinieerd in het CMP⁵ verwerkt.
2. De afvalstof wordt gebruikt om de caverne op te vullen en de primaire grondstof hoeft niet te worden gewonnen/geproduceerd.

De vergelijking vindt plaats door de volgende vier aspecten van de twee opties in kaart te brengen en (indien nodig) te wegen:

- de milieueffecten;
- de operationele risico's;
- de langetermijnrisico's;
- de kosten.

In Paragraaf 3.4 worden deze aspecten verder toegelicht.

⁵ Als die er is. Zie randvoorwaarde 'De beoogde afvalstof heeft een minimumstandaard 'andere nuttige toepassing' of 'verwijdering' in Paragraaf 3.2, wat te doen als er geen minimumstandaard is gedefinieerd voor de beoogde afvalstof.

Optie 1: Gebruik van een primaire grondstof om de caverne inherent veilig te maken en verwerking beoogde afvalstof via minimumstandaard

De eerste optie is om een primaire grondstof te gebruiken om de caverne inherent veilig te maken. In dat geval wordt de primaire grondstof geïnjecteerd en wordt de beoogde afvalstof verwerkt volgens de minimumstandaard⁶.

Tabel 1 geeft weer hoe de aspecten in deze opties moeten worden onderzocht.

In Paragraaf 3.4 worden deze aspecten nog verder uitgewerkt en worden hierover enkele regels voorgeschreven.

Voor de milieueffecten wordt een mLCA voorgeschreven. Volgens het CMP is het niet nodig om een mLCA te doen van een afvalstof die wordt ingezet op een manier die binnen de minimumstandaard past of waarvoor geen minimumstandaard geldt. Echter, omdat hier het gebruik van een afvalstof wordt vergeleken met het gebruik van een primaire grondstof, wordt het in dit geval wel voorgeschreven.

Tabel 1 – De verschillende aspecten die moeten worden onderzocht voor het vullen van de caverne met een primaire grondstof en het verwerken van de afvalstof volgens de minimumstandaard

Optie 1	Primaire grondstof voor opvullen caverne	Afvalstof wordt verwerkt volgens de minimumstandaard ⁷
Kosten	De kosten van de primaire grondstof en de kosten om deze in de caverne te krijgen.	De kosten voor het verwerken van de afvalstof zijn gelijk aan de kosten die in rekening worden gebracht bij de partij die zich van de stroom ontdoet.
Milieueffecten	Een mLCA voor het gebruik van deze grondstof en een analyse van de ZZS die vrijkomen.	Een mLCA van de verwerking van de afvalstof volgens de minimumstandaard. ⁶
Operationele risico's	Beschrijving van de operationele (milieu-, veiligheids- en ondergrondse) risico's van het gebruik van de primaire grondstof om de caverne te vullen.	Beschrijving van de operationele (milieu-, veiligheids- en ondergrondse) risico's van het verwerken van de afvalstof volgens de minimumstandaard.
Langetermijnrisico's	Beschrijving van de langetermijnrisico's van de caverne, die nu is opgevuld.	Beschrijving van de langetermijnrisico's van de verwerking van de afvalstof volgens de minimumstandaard.

⁶ Het CMP schrijft voor dat een mLCA moet worden uitgevoerd als niet duidelijk is of een voorgenomen afvalverwerkingsvorm even hoogwaardig of hoogwaardiger is dan de minimumstandaard. In dit geval worden niet twee verwerkingsmethodes van dezelfde afvalstroom vergeleken, maar twee stromen (een primaire grondstof en een afvalstof) waarmee een caverne opgevuld kan worden. Daarmee wijkt deze situatie dus af van de situatie uit het CMP. Een mLCA wordt voorgeschreven, omdat deze methode de milieueffecten over meerdere levenscycli meeneemt.

⁷ Als die er is. Zie randvoorwaarde 'De beoogde afvalstof heeft een minimumstandaard 'andere nuttige toepassing' of 'verwijdering' in Paragraaf 3.2 wat te doen als er geen minimumstandaard is gedefinieerd voor de beoogde afvalstof.

Optie 2: Gebruik van beoogde afvalstof om de caverne inherent veilig te maken en niet produceren van de primaire grondstof

In de tweede optie wordt de beoogde afvalstof gebruikt om de caverne inherent veilig te maken. In deze situatie hoeft de primaire grondstof niet te worden gewonnen/geproduceerd. Voor het niet winnen en produceren van een grondstof zijn waarden voor alle aspecten nul. Dit is dus voornamelijk om de vergelijking compleet te maken.

Tabel 2 geeft weer hoe de aspecten in kaart moeten worden gebracht om mee te kunnen nemen in de afweging.

Tabel 2– De verschillende aspecten die moeten worden onderzocht voor het vullen van de caverne met een afvalstof en het conventioneel gebruik van de primaire grondstof

Optie 2	Primaire grondstof wordt niet gewonnen/geproduceerd	De afvalstof wordt gebruikt om de caverne op te vullen
Kosten	De kosten van het niet winnen/produceren van de primaire grondstof worden op 0 gesteld.	De kosten voor het verwerken van de afvalstof zijn gelijk aan de kosten van het verwerken en injecteren van de afvalstof. Voor het afval zelf wordt een nulprijs gehanteerd.
Milieueffecten	De milieueffecten van het niet winnen/produceren van de primaire grondstof worden op 0 gesteld.	Een mLCA van de injectie van de afvalstof ⁶ en een risicoanalyse van de verspreiding van ZZS.
Operationele risico's	N.v.t.	De operationele (milieu-, veiligheids- en ondergrondse) risico's van het injecteren van de afvalstof.
Langetermijnrisico's	N.v.t.	Beschrijf de langetermijnrisico's van de injectie van de afvalstof.

3.4 Aspecten voor de afweging van het vullen van een instabiele caverne

De caverne, de primaire grondstof en de afvalstof moeten gescoord worden op basis van verschillende aspecten. Deze aspecten worden hier uitgelegd. De aspecten zijn de kosten, de milieueffecten, de operationele risico's en de langetermijnrisico's.

3.4.1 Kosten

De kosten van de verschillende verwerkingsroutes worden berekend volgens de Werkwijzer Nationale Kosten (CE Delft, 2023b). De belangrijkste posten zijn:

- de rentevoet wordt bepaald op basis van de discontovoet voor mkba's (Ministerie van Financiën, 2020);
- de afschrijving wordt berekend middels de annuïteitenmethodiek;
- vaste jaarlijkse operationele kosten (personeel, onderhoud, verzekeringen) 3-5% van de investeringen;

- kostprijs voor utiliteiten conform DACE-prijzenboekje;
- beschikbaarheid van de installatie 98% (tenzij aantoonbaar anders);
- de totale kosten worden weergegeven op basis van de *looptijd van het project*.

De kosten voor het afnemen van het afval door de operator zijn niet belangrijk in de vergelijking tussen de verschillende verwerkingsroutes. Om die reden worden de kosten (of mogelijke baten) van het afval zelf niet meegenomen.

Om de vergelijking op sommige punten te vereenvoudigen, gelden de volgende regels om de kosten te bepalen:

Het niet winnen/produceren van een primaire grondstof heeft geen kosten

Als de beoogde afvalstof als opvulmiddel wordt gebruikt, hoeft de primaire grondstof die wordt beschouwd in het afwegingskader hier niet voor te worden gewonnen/geproduceerd. De kosten hiervan zijn dus 0. Bij het gebruik van de primaire grondstof om de caverne te vullen, moet de prijs wel worden meegenomen.

De kosten van het verwerken van afval volgens de minimumstandaard zijn gelijk aan de operationele kosten; het afval zelf heeft geen prijs

Hiermee wordt voorkomen dat financieel voordeel voor de afvalverwerking van enige partij wordt meegenomen in de afweging. Op deze manier worden alleen de maatschappelijke kosten en baten meegenomen.

De kosten van het injecteren van afval in de caverne zijn gelijk aan de operationele kosten. Het afval zelf heeft geen prijs

Dit voorkomt enige financiële prikkel voor het gebruik van afval van een specifieke bron in de aanvraag of de beoordeling.

Om een duidelijk beeld van de relatieve kosten van het vullen van een caverne te krijgen, dienen de volgende elementen inzichtelijk te worden gemaakt:

- kosten per ton afval;
- kosten per kubieke meter inherent veilige caverne;
- kosten per ton zout die is gewonnen.

3.4.2 Milieu

De milieueffecten van de verschillende scenario's worden vergeleken door middel van een multicyclus-levenscyclusanalyse (mLCA) en een analyse van de zeer zorgwekkende stoffen (ZZS).

Multicyclus-levenscyclusanalyse (mLCA)

De milieueffecten van de te vergelijken scenario's moeten in kaart worden gebracht met een mLCA. Voor het uitvoeren van de mLCA wordt de leidraad uit het CMP gevolgd

(‘*Leidraad maken mLCA*’). Deze leidraad schrijft voor dat er een mLCA uitgevoerd wordt, waarbij naar drie cycli van recycling en het opnieuw gebruiken van grondstoffen gekeken wordt. Dit is alleen nodig als er daadwerkelijk recycling plaatsvindt. Volgens het CMP is het niet nodig om een mLCA te doen van een afvalstof die wordt ingezet op een manier die binnen de minimumstandaard past of waarvoor geen minimumstandaard geldt. Echter, omdat hier het gebruik van een afvalstof wordt vergeleken met het gebruik van een primaire grondstof, wordt het in dit geval wel voorgeschreven. Bovendien is het toepassen van afvalstoffen in de zoutcavernes onomkeerbaar en geldt hierbij het voorzorgsprincipe. We gaan daarom verder dan de voorschriften uit het CMP.

Aanvullend op de mLCA-methodiek zoals beschreven in de leidraad in het CMP, moeten de volgende analyses uitgevoerd worden:

- **Langetermijneffecten van emissies:** Het CMP schrijft voor dat de mLCA-resultaten uitgerekend moeten worden met de *European Hierarchist* karakterisatiefactoren uit de ReCiPe-methode. Bij deze set aan karakterisatiefactoren wordt uitgegaan van een balans tussen de milieueffecten van emissies op de korte en lange termijn. Bij het vullen van zoutcavernes met afvalstoffen (en eventuele alternatieve verwerkingsroutes van dat afval) gaat het om langdurige opslag. Om de effecten van langdurige opslag mee te kunnen nemen, moet in aanvulling op het CMP voor de volledigheid ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd worden waarbij de resultaten worden doorgerekend met de *Egalitarian* karakterisatiefactoren.
- **Break-evenanalyse:** Er zit onzekerheid in de grootte van de kans dat emissies daadwerkelijk vrijkomen in het milieu bij de verschillende scenario's. Om meer inzicht te geven in de effecten van een eventuele verspreiding (bijvoorbeeld door lekkage), worden break-evenanalyses uitgevoerd. Hiermee wordt bepaald bij welke grootte van emissies de conclusies omslaan over welke verwerkingsroute een lagere milieu-impact heeft.

Zeer zorgwekkende stoffen (ZZS)

Er is steeds meer aandacht voor (het voorkomen van) de verspreiding van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) in de leefomgeving (inclusief diepe ondergrond). Een beperking van de mLCA-methodologie is dat de hoeveelheid toxische stoffen die hierin meegenomen (gekaracteriseerd) wordt, beperkt is. Om wel een volledig beeld te krijgen van de verspreiding van ZZS, wordt naast de mLCA een analyse gemaakt van de ZZS aanwezig in de afvalstof en de verspreiding van deze ZZS naar verschillende compartimenten bij de verschillende scenario's.

3.4.3 Operationele risico's

Operationele risico's worden gesplitst in milieurisico's, veiligheid en risico's op (ondergrondse) effecten die tijdens de operatie al kunnen optreden. Voor de drie categorieën

operationele risico's worden kansen en effecten in kaart gebracht. Gelijke risico's mogen tegen elkaar worden weggestreept, maar moeten wel worden benoemd.

De milieurisico's die afgewogen moeten worden, zijn de risico's die ontstaan bij niet-normale operatie van de verschillende onderdelen van de installatie. Hierbij moet worden beschreven wat de kans is dat dit plaatsvindt, welke volumes en concentraties hierbij vrijkomen, en welke effecten hierbij te verwachten zijn. Denk hierbij aan lekkages, stroomstoringen en andere onvoorziene gebeurtenissen.

De veiligheidsrisico's voor de injectie of andere verwerkingsmethodes moeten worden beschreven. Waar relevant moet worden aangesloten bij het Handboek Omgevingsveiligheid (RIVM, 2025).

Operationele risico's op ondergrondse effecten die in de inventarisatie moeten worden meegenomen, zijn beschreven in de beschikking van de Europese Raad: 2003/33/EG, Bijlage A (Europese Raad, 2003). De onderdelen van de prestatiebeoordeling zijn:

- geologische en geomechanische beoordeling;
- hydrogeologische beoordeling;
- geochemische beoordeling;
- beoordeling van het effect op de biosfeer;
- langetermijnbeoordeling;
- beoordeling van de operationele fase en van alle oppervlaktevoorzieningen ter plaatse.

3.4.4 Langetermijnrisico's

Langetermijnrisico's zijn alle effecten die kunnen optreden nadat het operationele gedeelte voorbij is. Dat wil zeggen, als de caverne 'volledig'⁸ gevuld is en de put is afgedicht. Het gebruik van de term 'lange termijn' hoeft dus niet te duiden op termen van eeuwen of millennia, maar kan ook effecten omvatten die in de eerste jaren na afronding van de betreffende verwijderingsmethode optreden.

De langetermijnrisico's van een instabiele caverne die niet inherent veilig is gemaakt, zijn beschreven in de vergunningsaanvraag om de caverne op te vullen. Er moet immers hard zijn gemaakt dat het een risicovolle caverne betreft met een opvulnoodzaak of opvulplicht. Door het opvullen zal het effect van een instortende caverne verminderen, of kan de caverne veilig worden afgesloten.

Het resterende risico van de caverne moet worden beschreven. Deze risico's zijn in verschillende onderdelen op te splitsen. De eerste is het resterende risico van de instabiele caverne. Omdat dit niet een afvalrisico betreft, valt dit niet onder het CMP.

⁸ Volledig duidt hier op dat het vullen klaar is om de caverne inherent veilig te maken. De caverne hoeft daarvoor niet 100% gevuld te zijn.

Andere risico's betreffen wel degelijk afvalrisico's; als de caverne instort, of de pekkel uit de caverne ontsnapt, welke afvalrisico's horen hier dan bij? Oftewel: onder het CMP vallen alle risico's dat de gebruikte afvalstof weer in contact komt met de biosfeer⁹ of met de diepe ondergrond.

⁹ De diepe ondergrond valt niet onder de biosfeer, omdat daar geen levende organismen zijn.

4 Afwegingskader

2:injectie productieafval

Dit hoofdstuk is van toepassing op injectie in de zoutcaverne van (grotendeels) bodemeigen afvalstoffen die ontstaan bij de winning van zout. Het doel van dit afwegingskader is om de onderdelen te beschrijven die het bevoegd gezag moet afwegen om te besluiten of afvalstoffen die ontstaan bij de winning van zout uit zoutcavernes in de diepe ondergrond (zoutcavernes) mogen worden geïnjecteerd.

Tekstkader 5 – Afwegingskaderinjectie olie en gaswinning

Afwegingskader afvalwaterinjectie olie- en gasindustrie

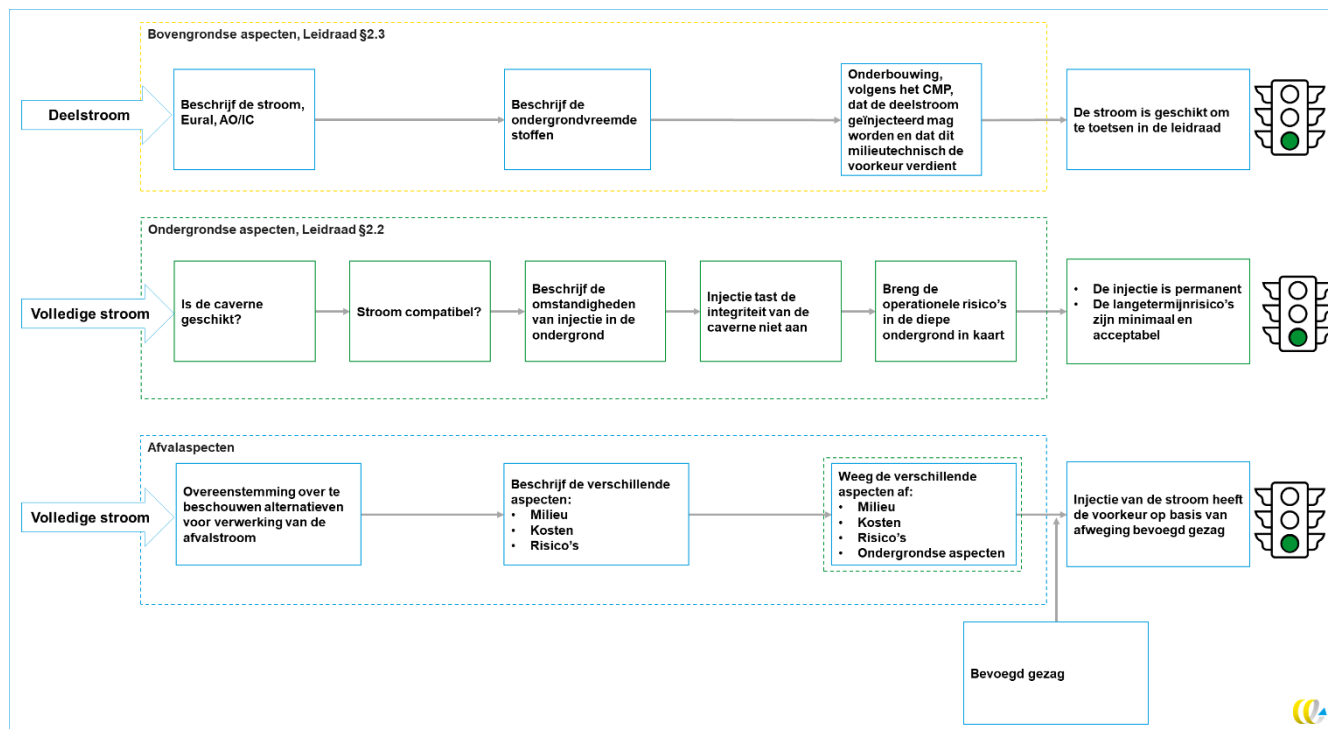
De situatie van het injecteren van bodemeigen afvalstoffen in de zoutcaverne vertoont veel overeenkomsten met het injecteren van afvalwater uit de olie- en gaswinning in lege olie- en gasvelden. Daarom is voor dit afwegingskader het afwegingskader voor afvalwaterinjectie in olie- en gasvelden als uitgangspunt gebruikt.

Het afwegingskader is een van de stappen die doorlopen moeten worden voordat er tot injectie kan worden overgegaan. Hiernaast zijn er nog andere stappen en afwegingen waarbij wordt getoetst of de injectie aan de verschillende wettelijke randvoorwaarden voldoet. Alle stappen moeten doorlopen en positief beoordeeld zijn, voordat er geïnjecteerd mag worden. Zo zal een winningsplan nodig zijn en kan ook een MER noodzakelijk zijn.

Voor het afwegingskader spelen drie trajecten (weergegeven in Figuur 4), die elk afzonderlijk doorlopen moeten worden en positief beoordeeld moeten worden. Dit zijn de afwegingen per deelstroom, de ondergrondse beoordeling en de afvalafweging. Elke van deze drie afwegingen afzonderlijk moet leiden tot een positieve beoordeling. Alleen bij drie positieve beoordelingen kan injectie worden vergund.

Omdat alle onderdelen positief moeten worden beoordeeld, is er niet per se een volgorde. De volgorde die in Figuur 4 is weergegeven, van boven naar beneden, is zo opgezet dat er zo vroeg mogelijk een negatieve beoordeling verschijnt. Dat wil zeggen dat als de deelstroom niet geïnjecteerd mag worden (negatieve uitkomst Afweging 1), de vervolgstappen niet uitgewerkt hoeven te worden. Als de injectie niet permanent is (negatieve uitkomst Afweging 2), dan zijn vervolgstappen niet nodig en zal injectie niet vergund worden.

Figuur 4 - Stappenplan voor afwegingskader injectie productieafval in zoutcavernes (voor een grotere versie, zie Bijlage D)



4.1.1 Afweging per deelstroom

De eerste stap is de afweging per deelstroom. Een positieve uitkomst van deze afweging is de vaststelling per deelstroom dat deze aan de leidraad kan worden getoetst. De afweging per deelstroom valt onder het CMP. Van elke afzonderlijke deelstroom moeten de eigenschappen worden beschreven.

In Paragraaf 4.2 wordt de informatie die nodig is om de afweging per deelstroom te kunnen maken toegelicht.

4.1.2 Ondergrondse aspecten

De tweede stap betreft de ondergrondse aspecten. Een positieve uitkomst van deze afweging is dat injectie van de afvalstof permanent is en dat langetermijnrisico's minimaal en acceptabel zijn. Hierin moet eerst worden aangetoond dat de caverne waarin geïnjecteerd wordt geschikt is. Daarvoor moet worden vastgesteld dat de afvalstof die geïnjecteerd wordt met deze caverne compatibel is. Tevens moet worden aangetoond dat de afvalstof ook na definitieve insluiting van de caverne geen schade buiten de caverne zal veroorzaken. Als laatste moeten de ondergrondse risico's in de operationele fase in kaart worden gebracht. Deze aspecten worden verder toegelicht in Paragraaf 4.3.

4.1.3 Afvalaspecten

De derde stap betreft de afvalaspecten. Deze vallen onder het CMP. Voor een positieve beoordeling van deze afweging moet worden aangetoond dat injectie even goed of beter is, vergeleken met andere afvalverwerkingsopties. In overeenstemming met het bevoegd gezag moet worden vastgesteld welke alternatieven voor verwerking en injectie zullen worden onderzocht. Vervolgens worden de verschillende aspecten van injectie en de alternatieven beschreven, zoals voorgeschreven in dit document. Als laatste worden deze aspecten afgewogen: de kosten, milieueffecten en risico's. In deze afweging moeten ook twee niet-afvalaspecten worden meegenomen. Dit zijn de langetermijnriscico's en de operationele risico's in de diepe ondergrond. De afvalaspecten dienen te worden afgewogen volgens het afwegingskader dat in Paragraaf 4.4 beschreven wordt.

4.2 Informatiebehoefte

4.2.1 Beschrijving stromen

Het moet voor de toezichthouder altijd duidelijk zijn welke stromen in de diepe ondergrond gebracht worden en wat de herkomst van deze stromen is. Daarom moeten alle stromen die uiteindelijk worden geïnjecteerd, of die gebruikt worden of vrijkomen bij de eventuele voorbehandeling, worden beschreven. Het gaat hier om (minimaal) de volgende kenmerken:

- herkomst van de stroom, zowel wat betreft proces als locatie;
- hoeveelheid;
- samenstelling;
- Eural-codering;
- gevaarlijk of niet-gevaarlijk afval;
- toegevoegde chemicaliën (mijnbouwhulpstoffen of hulpstoffen uit de fabriek).

Bij onderbouwing van de *samenstelling* op basis van resultaten uit monsternamen (bijv. met gemiddelden uit meetreeksen en verwachtingswaardes van gehalten) dient de aanvrager aan te geven voor welke gehalten, welke grenswaardes zullen worden aangehouden.

Voor de *toegevoegde chemicaliën*: geef toelichting op het doel, de wijze en de hoeveelheid gebruik, om het doel te realiseren en tegelijk negatieve (milieu-)effecten te beperken, gebaseerd op best beschikbare techniek (BBT).

Daarnaast moet worden beschreven hoe de stroom reageert met reeds in de caverne aanwezige stoffen (zoals pekels of kalkslurry).

Doelmatigheidstoets

Per deelstroom moet worden aangetoond dat het doelmatig is om deze deelstroom te injecteren. Het is goed mogelijk dat dit op basis van basale karakteristieken van de stroom, zoals de samenstelling, al wel of niet toegestaan kan worden. Hierover gaat het

eerste deel van het toetsingskader, zoals weergegeven in Figuur 4. Hiervoor moet eerst de stroom worden beschreven, inclusief de ondergrondvreemde stoffen.

Voor afvalstoffen die vrijkomen bij de winning en productie van zout bestaat nog geen minimumstandaard. Een toets aan de minimumstandaard is daarom niet mogelijk.

4.2.2 Ondergrondvreemde stoffen

De diepe ondergrond is in beginsel niet bestemd voor het in de ondergrond brengen van afvalstoffen. Een van de redenen dat een uitzondering wordt gemaakt voor het injecteren van afvalstoffen die vrijkomen bij de winning en productie van zout, is dat een belangrijk deel van de stoffen die in de afvalstromen aanwezig zijn, stoffen zijn die uit de diepe ondergrond komen. De enige stoffen die geïnjecteerd worden en die niet uit de diepe ondergrond komen, zijn de stoffen die zijn toegevoegd in relatie met zoutwinning, zoutproductie of injectie van de afvalstof. Ook is de karakteristiek van enkele stoffen die uit de diepe ondergrond komen veranderd door neerslagen met andere zouten.

Bij de beschrijving van de stromen moet ook worden aangegeven welke van de in de stromen aanwezige stoffen niet voortkomen uit de diepe ondergrond. Hiernaast moet de volgende informatie worden aangeleverd per ondergrondvreemde stof:

- functie (bijvoorbeeld anticorrosie);
- de classificatie;
- een MSDS;
- de hoeveelheid;
- het proces waardoor deze stoffen in de te injecteren stroom komen;
- de comptabiliteit met de caverne.

Voor ondergrondvreemde stoffen die ten behoeve van de injectie worden toegevoegd, geldt daarnaast de specifieke zorgplicht en een minimalisatieverplichting.

Daarnaast moet voor alle te injecteren stoffen, dus ook de ondergrondvreemde stoffen die zijn toegevoegd, worden aangetoond dat deze de integriteit van de caverne en de bovenliggende lagen niet aantasten.

4.3 Randvoorwaarden

Er moet aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan om een relevante afweging te kunnen maken over het injecteren van (grotendeels) bodemeigen afvalstoffen in zoutcavernes. Voor een goed deel worden deze beschreven in de KGG-leidraad afvalinjectie bij de winning van zout. Hierna volgen nog expliciet enkele voorwaarden. Het doel van deze randvoorwaarden is om ervoor te zorgen dat de injectie van de afvalstoffen zorgt voor permanente verwijdering.

Deze randvoorwaarden komen ook terug in Figuur 4. Hierbij moet eerst worden aangetoond dat de caverne geschikt is voor injectie van afvalstoffen. Hierna moet worden aangetoond dat de gehele afvalstof compatibel is met de caverne waarin geïnjecteerd wordt. Hierna moet, conform de indieningsvereisten zoals voorgeschreven in de leidraad afvalinjectie, bij de winning van zout worden aangetoond dat na injectie de caverne nog steeds stabiel en inherent veilig is.

Tot slot moeten ook de ondergrondse operationele risico's en de langetermijnrisico's in kaart worden gebracht.

Het resultaat van deze randvoorwaarden is dat aangetoond moet zijn dat de injectie permanent is en dat de langetermijnrisico's minimaal en acceptabel zijn.

4.3.1 Geschikte caverne

Er zijn geen wettelijke voorschriften bekend waaraan een caverne moet voldoen om afvalstoffen in op te slaan. Parallel aan de eis van de Raad van State bij olie en gas (Raad van State, 2011), geldt voor een bepaalde afvalstroom een geschikte caverne als een stabiele caverne die van nature het vermogen heeft om die stof langdurig van de biosfeer af te sluiten.

4.3.2 Afvalstof compatibel met de caverne waarin geïnjecteerd wordt

Er moet worden aangetoond dat de afvalstof en de pekkel een vergelijkbare kwaliteit hebben. Dat wil zeggen dat de samenstelling, zowel in stoffen als in concentratie, de kwaliteit van de ontvangende ondergrond niet verslechtert. Daarnaast mag ook de integriteit van de caverne niet negatief worden beïnvloed. Hierbij moet zowel rekening gehouden worden met de samenstelling van de afvalstof als de concentratie van de (opgeloste) afvalstoffen én de samenstelling en concentratie van de (pekkel in de) ontvangende caverne.

Er zijn geen normen bekend over het verslechteren van de kwaliteit van de ontvangende ondergrond. De injectie van niet-bodemeigen materialen kan na het doorlopen van dit afwegingskader vergund worden als ten genoegen van het bevoegd gezag aangetoond wordt dat dit het milieurisico niet vergroot.

4.3.3 Permanente verwijdering of terugneembaar

Een vloeibare afvalstof is in principe terugneembaar. Bij injectie van vaste afvalstoffen is dit praktisch niet mogelijk. Voor elke afvalstof moet worden aangetoond dat de injectie zorgt voor permanente verwijdering. Bij vloeibare afvalstoffen kan daarbij aangegeven worden dat deze theoretisch terugneembaar zijn, maar dat permanente verwijdering het doel is.

4.4 Afwegingskader

Hierna volgen de verschillende aspecten die moeten worden afgewogen in het besluit of injectie even goed of beter is dan verwerking van de afvalstof. Dit gebeurt in drie stappen. Eerst worden de verschillende verwerkingsopties vastgesteld (Paragraaf 4.4.1), vervolgens worden deze uitgewerkt op basis van verschillende criteria (Paragraaf 4.4.2). Als laatste maakt het bevoegd gezag de afweging welke verwerkingsroute de voorkeur verdient (Paragraaf 4.4.3).

4.4.1 Stap 1: Overeenkomen verschillende opties verwerking afvalstoffen

De eerste stap is het vaststellen van de verschillende opties voor de verwerking of injectie van de afvalstoffen. Hiervoor moeten in totaal minimaal drie varianten worden onderzocht, tenzij dit niet mogelijk is en het bevoegd gezag ermee instemt met minder opties te volstaan. Een hiervan betreft het injecteren van de afvalstoffen in een zoutcaverne; de andere twee zijn afhankelijk van de afvalstof en worden in overeenstemming tussen de verschillende partijen bepaald.

4.4.2 Stap 2: Uitwerken aspecten voor de injectie van productie-afval

Alle drie de verwerkingsopties die zijn overeengekomen in Stap 1 worden op de volgende vier afwegingscriteria beoordeeld:

- milieueffecten;
- kosten;
- operationele risico's;
- langetermijnrisico's.

Deze vier criteria worden in de paragrafen hierna verder toegelicht.

Milieueffecten

De milieueffecten van de verschillende verwerkingsopties worden vergeleken door middel van een multicyclus-levenscyclusanalyse (mLCA) en een analyse van de zeer zorgwekkende stoffen (ZZS).

Multicyclus-levenscyclusanalyse (mLCA)

De milieueffecten van de te vergelijken verwerkingsroutes van de afvalstoffen moeten in kaart worden gebracht met een mLCA. Voor het uitvoeren van de mLCA wordt de leidraad uit het CMP gevolgd ('*Leidraad maken mLCA (Ministerie van I&W, 2025a)*'). Deze leidraad schrijft voor dat er een mLCA wordt uitgevoerd. Als afvalstoffen worden hergebruikt (gerecycled), kijkt een mLCA naar meerdere levenscycli. Als afvalstoffen niet naar een volgende levenscyclus gaan (zoals bij stort), dan volstaat één cyclus.

Voor productieafval uit zoutwinning geldt dat één cyclus volstaat bij:

- injectie van afvalstoffen in de diepe ondergrond;
- lozing van gezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater.

Voor andere verwerkingsroutes moet worden gemotiveerd hoeveel levenscycli relevant zijn.

Er is voor afvalstoffen die vrijkomen bij de winning en productie van zout geen minimumstandaard. Volgens het CMP is het niet nodig om een mLCA te doen van een afvalstof waarvoor geen minimumstandaard geldt. Het uitvoeren van een mLCA wordt hier echter wel voorgeschreven, om de milieueffecten van de verschillende verwerkingsopties goed met elkaar te kunnen vergelijken. Daarmee wordt dus afgeweken van het CMP. Aanvullend op de mLCA-methodiek zoals beschreven in de mLCA-leidraad van het CMP, moeten de volgende analyses uitgevoerd worden¹⁰:

- **Langetermijneffecten van emissies:** De mLCA-leidraad van het CMP schrijft voor dat de mLCA-resultaten uitgerekend moeten worden met de *European Hierarchist*-karakterisatiefactoren uit de ReCiPe-methode. Bij deze set aan karakterisatiefactoren wordt uitgegaan van een balans tussen de milieueffecten van emissies op de korte en lange termijn. Bij de verwerking van de afvalstroom gaat het bij zowel injectie als stort van een residu bij zuivering om langdurige opslag. Om de effecten van langdurige opslag mee te kunnen nemen, moet in aanvulling op het CMP voor de volledigheid ook een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd, waarbij de resultaten worden doorgerekend met de *Egalitarian* karakterisatiefactoren.
- **Break-evenanalyse:** Er zit onzekerheid in de grootte van de kans dat emissies daadwerkelijk vrijkomen in het milieu bij de verschillende verwerkingsroutes. Om meer inzicht te geven in de effecten van een eventuele verspreiding (bijvoorbeeld door lekkage), worden break-evenanalyses uitgevoerd. Hiermee wordt bepaald bij welke grootte van emissies de conclusies omslaan over welke verwerkingsroute een lagere milieu-impact heeft.

Zeer zorgwekkende stoffen (ZZS)

Er is steeds meer aandacht, wetgeving en verplichtingen voor (het voorkomen van) de verspreiding van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) in de leefomgeving. Een beperking van de mLCA-methodologie is dat de hoeveelheid toxische stoffen die hierin meegenomen (gekaracteriseerd) wordt, beperkt is. Om wel een volledig beeld te krijgen van de verspreiding van ZZS, wordt naast de mLCA een analyse gemaakt van de ZZS aanwezig

¹⁰ Het uitvoeren van een mLCA wordt onder bepaalde omstandigheden ook voorgeschreven door het CMP. In het afwegingskader zijn de eisen aan de mLCA iets uitgebreid om het bevoegd gezag meer informatie te geven voor de afweging. Deze aanvullende eisen vereisen slechts beperkt extra werk t.o.v. de LCA. De resultaten kunnen worden berekend met hetzelfde LCA-model.

in de afvalstoffen en de verspreiding van deze ZZS naar verschillende compartimenten bij de verschillende verwerkingsroutes. Hierbij geldt dat bij injectie de verwijdering aantoonbaar permanent moet zijn en daarmee ook de ZZS-effecten naar de biosfeer nul zijn.

Kosten

De kosten van de verschillende verwerkingsroutes worden berekend volgens de Werkwijzer Nationale Kosten (CE Delft, 2023b). De belangrijkste posten zijn:

- afschrijvingen over maatregelen berekend middels annuïteitenmethodiek, uitgaande van een afschrijftermijn van 10 jaar en een rentevoet van 2,25% (annuïteit = 11,3%);
- de rentevoet moet worden bijgewerkt op basis van de discontovoet voor mkba's (Ministerie van Financiën, 2020);
- vaste jaarlijkse operationele kosten (personeel, onderhoud, verzekeringen) 3-5% van de investeringen;
- kostprijs voor utiliteiten conform het DACE-prijzenboekje;
- beschikbaarheid van de installatie 98% (tenzij aantoonbaar anders);
- de totale kosten worden weergegeven op basis van een looptijd van 10 jaar.

Operationele risico's

Operationele risico's worden gesplitst in milieurisico's, veiligheid en risico's op (ondergrondse) effecten die tijdens de operatie al kunnen optreden. Voor de drie categorieën operationele risico's worden kansen en effecten in kaart gebracht. Gelijke risico's mogen tegen elkaar worden weggestreept, maar moeten voor de volledigheid wel worden benoemd.

Operationele risico's op ondergrondse effecten die in de inventarisatie moeten worden meegenomen zijn beschreven in de beschikking van de Europese Raad: 2003/33/EG, Bijlage A (Europese Raad, 2003).

De milieurisico's die afgewogen moeten worden, zijn de risico's die ontstaan bij niet-normale operatie van de verschillende onderdelen van de installatie. Hierbij moet worden beschreven wat de kans is dat dit plaatsvindt, welke volumes en concentraties hierbij vrijkomen en welke effecten hierbij te verwachten zijn. Denk hierbij aan lekkages in leidingen en stroomstoringen.

De veiligheidsrisico's voor de injectie of andere verwerkingsmethodes moeten worden beschreven. Waar relevant moet worden aangesloten bij Handboek Omgevingsveiligheid (RIVM, 2025).

Langetermijnrisico's

Langetermijnrisico's zijn alle effecten die kunnen optreden nadat het operationele gedeelte voorbij is. Dat wil zeggen: als de caveerne 'volledig' afgesloten is en de put is afgedicht. Het gebruik van de term 'lange termijn' hoeft dus niet te duiden op termen van eeuwen of millennia, maar kan ook effecten omvatten die in de eerste jaren na afronding van de betreffende verwijderingsmethode optreden.

Deze risico's zijn in verschillende onderdelen op te splitsen. De eerste is het risico van het bestaan van de caveerne. Omdat dit niet een afvalrisico betreft, valt dit niet onder het CMP.

Andere risico's betreffen wel degelijk afvalrisico's; als de caveerne instort, of de pekkel uit de caveerne ontsnapt, welke afvalrisico's horen hier dan bij? Oftewel: onder het CMP vallen alle risico's die er in kunnen resulteren dat de afvalstof weer in contact komt met de biosfeer.

4.4.3 Stap 3: Eindafweging

Met bovenstaande invulling bestaat de uitkomst van het afwegingskader uit resultaten voor drie alternatieven op vier aspecten. Deze aspecten moeten dus tegen elkaar worden afgewogen. Een definitieve set weegfactoren is echter geen onderdeel van het afwegingskader, maar moet per vergunningentraject worden vormgegeven door het bevoegd gezag en haar adviseurs. Deze keuze komt voort uit een aantal overwegingen:

- de afweging is aan het bevoegd gezag, dat hierin ook recht moet kunnen doen aan het individuele geval;
- in verschillende initiatieven kunnen aspecten zich verschillend verhouden en dit is moeilijk in standaardfactoren te vangen;
- bij weging gaat altijd informatie verloren en het helder en duidelijk maken van (alle) feiten is juist een van de belangrijke doelen van de methodiek.

Wel wordt hier geschetst hoe met de afweging kan worden omgegaan. Er zijn in grote lijnen drie mogelijkheden, die hierna hiërarchisch worden besproken:

1. Afweging is niet nodig, omdat alle aspecten dezelfde kant op wijzen, waardoor een van de geïdentificeerde verwerkingsroutes duidelijk de voorkeur heeft boven de andere routes.
2. Afweging is nodig en het bevoegd gezag maakt de afweging aan de hand van normen en weging van milieukosten.
3. Afweging is nodig en het bevoegd gezag maakt de afweging die recht doet aan het individuele geval waarvoor de afweging wordt gemaakt.

In deze mogelijkheden zit een hiërarchie, waarbij steeds minder vastgestelde normen kunnen worden gebruikt in de afweging. De voorkeur gaat er daarmee vanuit om de vergunning zoveel mogelijk te verlenen op basis van bestaande normen.

Eerste optie: Weging niet nodig

Als de kosten, de milieuaspecten, de operationele risico's en de langetermijnrisico's allemaal beter scoren voor een bepaalde verwerkingsoptie, dan hoeven deze punten niet onderling afgewogen te worden en kan deze variant vergund worden.

Tweede optie: Het bevoegd gezag maakt de afweging aan de hand van normen en weging van milieukosten

Het is mogelijk dat de milieuaspecten en de kosten in tegengestelde richting wijzen. In dat geval kunnen de milieueffecten worden omgerekend tot kosten, zoals beschreven in het kader hieronder. Op basis hiervan kan het bevoegd gezag met algemeen geaccepteerde normen en weging van milieukosten een beslissing maken, waarbij de aspecten milieu en kosten dus als een aspect worden meegewogen.

Tekstkader 6 - Berekening milieukosten

Een weging tussen de milieueffecten en de kosten gaat pas spelen op het moment dat het kostenaspect in een andere richting wijst dan de andere onderdelen van de afweging.

Het is mogelijk om de milieueffecten om te rekenen naar milieukosten, die vervolgens kunnen worden vergeleken met het (economische) kostenaspect om de afweging te maken. Hierbij wordt vaak een voorkeur gegeven aan de optie met de laagste totale kosten (ook wel maatschappelijke kosten genoemd). Vanuit een mLCA is het mogelijk om de milieukosten (CE Delft, 2023a) van elke verwerkingsroute te berekenen en uit te drukken in euro's. Dit kan gedaan worden door de resultaten uit de mLCA-analyse (berekend met de Recipe-methode) te vermenigvuldigen met de milieukosten op midpointniveau uit het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023a). De milieukosten van alle verschillende impactcategorieën kunnen vervolgens bij elkaar opgeteld worden tot één waarde in euro's. Door vervolgens de milieukosten en de (economische) kosten bij elkaar op te tellen, kan de route met de laagste maatschappelijke kosten worden gekozen.

De risico's komen niet tot uiting in de milieukosten, omdat een mLCA geen risicoanalyse is.

Derde optie: Afweging is nodig en het bevoegd gezag maakt de afweging

Afweging is nodig en het bevoegd gezag maakt de afweging die recht doet aan het individuele geval waarvoor de afweging wordt gemaakt. Als de uitkomst van de afweging minder eenduidig is, zal een eigen afweging gemaakt moeten worden. Hierbij kan het bevoegd gezag zelf zwaartepunten leggen die recht doen aan het individuele geval.

Mogelijke zwaartepunten zijn:

- kosten spelen doorslaggevende rol;
- injectie mag alleen als het de beste optie is op milieu, operationele en langetermijnrisico's (indien die resultaten eenduidig zijn);

- voorzorgprincipe speelt doorslaggevende rol (injectie mag alleen als risico's voldoende bekend en zeer beperkt zijn).

Literatuur

- CE Delft. (2023a). *Handboek milieuprijzen 2023. Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*.
- CE Delft. (2023b). *Werkwijzer nationale kosten*.
- EU. (2008). Directive 2008/98/EC of the european parliament and of the council of 19 november 2008 on waste and repealing certain directives (text with eea relevance). *Official Journal of the European Union*, L312(22.11.2008), 3-30.
- Europese Raad. (2003). *Beschikking van de raad van 19 december 2002 tot vaststelling van criteria en procedures voor het aanvaarden van afvalstoffen op stortplaatsen overeenkomstig artikel 16 en bijlage ii van richtlijn 1999/31/eg betreffende het storten van afvalstoffen*. Europese Raad. Retrieved 2003/33/EG from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32003D0033>
- Het hof van justitie. (2002). *Arrest van 27.2.2002 - zaak c-6/00*. Vijfde kamer. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:62000CJ0006>
- Ministerie van Financiën. (2020). *Advies werkgroep discontovoet 2020*.
- Ministerie van I&W. (2021, 11-01-2021). *Landelijk afvalbeheerplan 2017-2029*. n.b. https://lap3.nl/publish/pages/129531/lap3_beleidskader-compleet_ow_15-1-24.pdf
- Ministerie van I&W. (2025a). *Leidraad maken mlca*.
- Ministerie van I&W. (2025b). *Ontwerp circulair materialenplan - storten of nuttig toepassen*.
- Ministerie van I&W. (lopend). *Circulair materialenplan*. <https://lap3.nl/uitvoering-lap/circulair-materialenplan/>
- Raad van State. (2011). *Uitspraak 201004639/1/m1, 201004671/1/m1 en 201006944/1/m1*. Raad van State. Retrieved ECLI:NL:RVS:2011:BR3245 from <https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/@74499/201004639-1-m1/>
- RIVM. (2025). *Handboek omgevingsveiligheid*. RIVM. <https://www.rivm.nl/omgevingsveiligheid>
- Royal HaskoningDHV. (2013). *Milieueffectrapport pilot stabilisatie cavernes twente*.
- SodM. (2021). *Zoutwinning: Overzicht*. Staatstoezicht op de Mijnen (SODM). Retrieved september from <https://www.sodm.nl/onderwerpen/zoutwinning>
- SodM. (2025). *Zoutwinning (steenzout) bij heiligerlee en zuidwending*. Retrieved 25 maart from <https://www.sodm.nl/sectoren/zoutwinning/zoutwinning-steenzout-bij-heiligerlee-en-zuidwending>
- Staatstoezicht op de Mijnen. (2020). *Kem-17 wetenschappelijk onderzoek: De risico's van cavernes op hoge druk afsluiten - nederlandse samenvatting*.

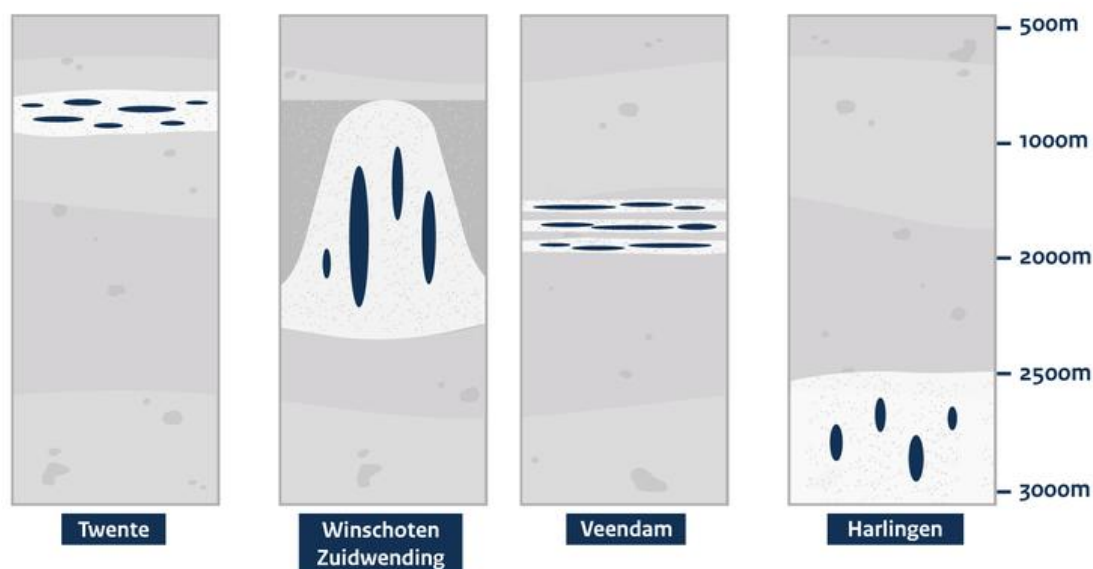
A Probleembeschrijving

A.1 Zoutwinning

Er zijn twee soorten zoutwinning: de winning van steenzout en magnesiumzout. In Nederland winnen drie bedrijven op drie locaties steenzout (natriumchloride: keukenzout): in Twente bij Hengelo door Nobian, in Groningen bij Heiligerlee en Zuidwending eveneens door Nobian, en onder de Waddenzee bij Harlingen door Frisia. Bij Veendam wordt magnesiumzout gewonnen door de firma Nedmag. De meeste winningen vinden plaats op een diepte van 200 tot 1.600 meter; in Friesland vindt de winning plaats op een diepte van 2.500 tot 3.000 meter.

Het zout is op verschillende manieren gewonnen, waardoor de cavernes verschillen in vorm.

Figuur 5 – Cavernes in Nederland door zoutwinning



Bron: [Zoutwinning | Sectoren | Staatstoezicht op de Mijnen](#)

A.1.1 Bromidestroom

Bij de winning en productie van zout wordt een (verzadigde) pekkel bovengronds ontwaterd en gezuiverd. De pekkel bevat voor het grootste deel natriumchloride, maar ook nog andere opgeloste ionen. Uiteindelijk concentreren deze andere zouten zich in de pekkel.

Een van deze ionen, is bromide, die moeilijk uit de pekkel te verwijderen is. Bij het afwegingskader: 'injectie productieafval' gaat het afwegingskader voornamelijk in op het injecteren van deze bromiderijke stroom.

A.2 Situatie risicovolle cavernes

Zoutwinning moet geschieden op basis van een goedgekeurd winningsplan. Desondanks is geconstateerd dat een aantal cavernes potentieel instabiel is aangelegd. De lessen die daaruit geleerd zijn, zijn vertaald naar de Good Salt Mining Practice. Als hieraan wordt voldaan, worden de cavernes geacht in principe stabiel en inherent veilig te zijn.

Bij een caverne spelen enkele processen die hieronder worden beschreven.

A.2.1 Drukopbouw

Wanneer een caverne wordt achtergelaten aan het einde van de levensduur, zullen de putten worden afgesloten met cementpluggen. De druk in de caverne neemt dan toe, omdat de pekkel opwarmt (en daardoor uitzet), en omdat de caverne dichtkruipt. Uiteindelijk zal de druk zo groot worden dat deze gelijk is aan de lithostatische druk (de druk van het gewicht van het daarboven liggend gesteente). Het is onbekend wat er op dat moment gebeurt. Het is waarschijnlijk dat op zo'n moment er openingen ontstaan, via langzame permeatie, een gelokaliseerd lekpad of een scheur. Hierdoor zal een deel van de pekkel de caverne verlaten, waardoor de druk weer tijdelijk afneemt (Staatstoezicht op de Mijnen, 2020).

A.2.2 Migratie

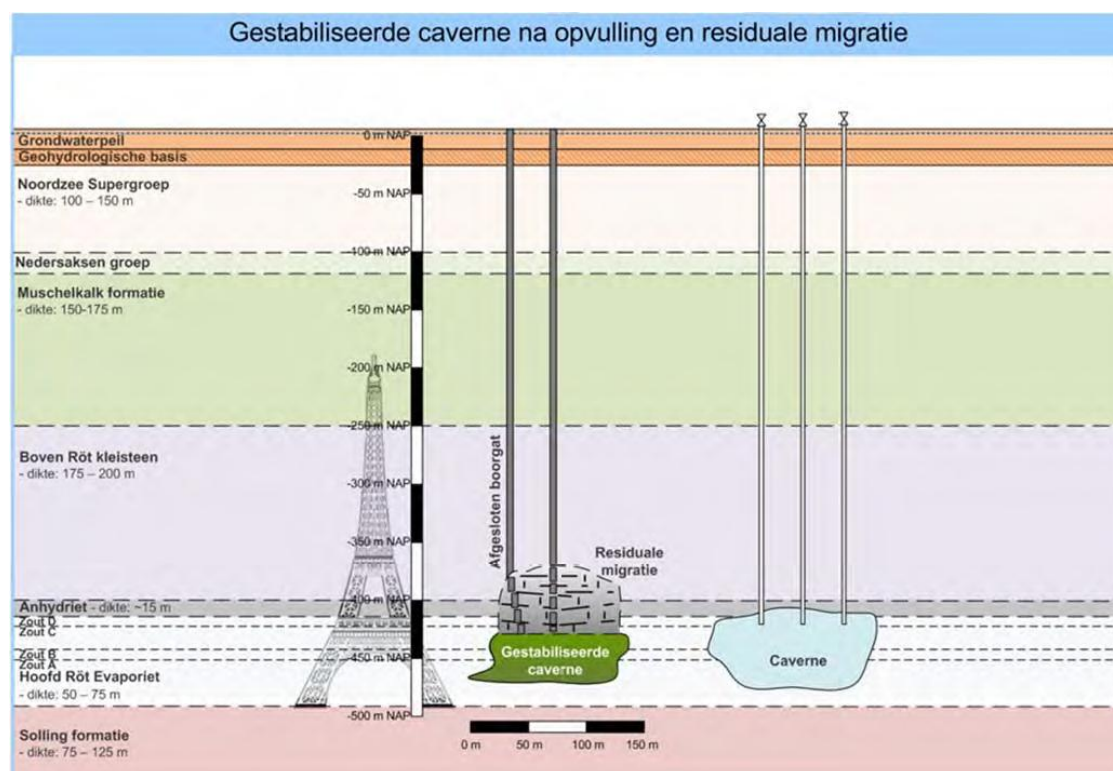
Een caverne die potentieel instabiel is, kan gaan migreren. Dat wil zeggen dat de pekkel de daklaag oplost, waarna deze instort. Hierbij valt het puin naar beneden en vult de caverne deels op. Hierdoor is de caverne deels naar boven gemigreerd. De vaste delen in de caverne zullen hierbij grotendeels op hun plek blijven, maar de pekkel migreert mee naar boven.

Het puin neemt meer ruimte in, waardoor de caverne krimpt tijdens de migratie. Als dit proces zo lang doorgaat dat de caverne de bovengrond bereikt, dan ontstaat een zinkgat. Migreert de caverne wel, maar dooft de migratie uit voordat deze de oppervlakte bereikt, dan is de caverne inherent veilig.

In Figuur 4 is een voorbeeld van een doorsnede van de ondergrond te zien. Hierbij wordt duidelijk dat ook een inherent veilig gemaakte caveerne nog steeds kan migreren. In alle uitwerkingen van het langetermijnrisico en de mogelijke verspreiding van ZZS moet rekening worden gehouden met de verwachte migratie en de mogelijke effecten van de migratie op de verspreiding van de vulstof. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen de vaste fase en de vloeistoffase. Voor de vloeistoffase moet hiervoor ook worden bepaald of hier stoffen in kunnen oplossen of uitlogen.

Naast migratie kan de vulstof de caveerne ook uit worden geduwd door scheurvorming na drukopbouw. Een andere mogelijkheid is dat er contact wordt gemaakt met andere cavernes, door makkelijk oplosbare lagen.

Figuur 6 – Inherent veilige caveerne na opvulling en residuale migratie



Bron: (Royal Haskoning DHV, 2013).

B Wettelijk kader

B.1 Mijnbouwwet

In de Mijnbouwwet (Mbw) worden activiteiten in de diepe ondergrond wettelijk gereguleerd. Het gaat om activiteiten met betrekking tot delfstoffen die op een diepte van meer dan 100 meter aanwezig zijn. Hieronder vallen zowel het opsporen, winnen als opslaan van delfstoffen. Winnen van aardwarmte valt ook onder de Mbw, maar hiervoor wordt een grens van 500 meter diepte gehanteerd.

In artikel 25 van de Mijnbouwwet staat:

1. Het is verboden zonder vergunning van onze minister:
 - a. stoffen op te slaan;
 - b. CO₂-opslagcomplexen op te sporen.
2. Het verbod geldt niet met betrekking tot bij algemene maatregel van bestuur omschreven categorieën van gevallen.
3. Met toepassing van artikel 28, eerste lid, laatste zinsnede, van de Dienstenwet is paragraaf 4.1.3.3. van de Algemene wet bestuursrecht niet van toepassing op een aanvraag om een vergunning als bedoeld in het eerste lid, onderdeel a.

In artikel 35 van de Mijnbouwwet staat:

1. Het winningsplan bevat voor elk voorkomen binnen het vergunningsgebied ten minste een beschrijving van:
 - a. de verwachte hoeveelheid aanwezige delfstoffen en de ligging ervan;
 - b. de duur van de winning;
 - c. de wijze van winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten;
 - d. een schatting van de verwachte hoeveelheid per jaar te winnen delfstoffen;
 - e. de kosten op jaarbasis van het winnen van de delfstoffen;
 - f. de bodembeweging ten gevolge van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten en de maatregelen ter voorkoming van schade door bodembeweging, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat, tenzij onze minister anders heeft bepaald;
 - g. de risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat.

2. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen nadere regels worden gesteld met betrekking tot het winningsplan.

B.2 Mijnbouwregeling

Artikel 3.1

Voor de opgave van hoeveelheden stoffen, bedoeld in de artikelen 24, 25, 26 en 27 van het besluit, worden de volgende eenheden gebruikt:

- a. vaste stoffen: in m³ of tonnen;
- b. vloeibare stoffen, anders dan pekels: in tonnen en in m³ bij een absolute druk van 101,325 kPa en een temperatuur van 15 graden Celsius;
- c. gasvormige stoffen: in 1.000 m³ bij een absolute druk van 101,325 kPa en een temperatuur van 0 graden Celsius;
- d. pekels: in m³.

B.3 Mijnbouwbesluit

Artikel 25

1. Het winningsplan, bedoeld in [artikel 34, eerste lid, van de wet](#), voor de winning van zout bevat:
 - a. 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, inclusief de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses;
 - b. een opgave van de verwachte hoeveelheid te winnen pekels en zout en de samenstelling van het te winnen zout;
 - c. een beschrijving van de ligging en de vorm van de holruimte tijdens en na de winning;
 - d. een opgave van de gesteentemechanische berekeningen van de stabiliteit van de holruimte tijdens en na de winning;
 - e. een opgave van de hoeveelheden stoffen die jaarlijks bij de winning worden geïnjecteerd, en
 - f. een beschrijving van de wijze waarop de holruimte na beëindiging van de winning buiten gebruik wordt gesteld.
2. [Artikel 24, eerste lid, onderdelen c tot en met g, en l tot en met s](#), en [artikel 24, tweede lid](#), zijn van overeenkomstige toepassing.

Artikel 26

Voor het opslaan van stoffen als bedoeld in artikel 39, eerste lid, van de wet bevat een desbetreffend plan:

- a. een beschrijving van de hoeveelheid en de samenstelling van de stoffen die worden opgeslagen;
- b. een overzicht van de gegevens met betrekking tot de structuur van het voorkomen en de ligging van het voorkomen ten opzichte van andere aardlagen, met bijbehorende geologische, geofysische en petrofysische studies en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses;
- c. een opgave van de stoffen die worden gebruikt bij het in de ondergrond brengen van de stoffen;
- d. een inventarisatie van de risico's met betrekking tot:
 - de verspreiding van de in de ondergrond opgeslagen stoffen;
 - het optreden van chemische processen in de ondergrond;
 - de aantasting van aanwezige reservoirs of de samenstelling van de delfstoffen daarin.
- e. een inventarisatie van maatregelen die worden getroffen om de risico's, bedoeld in onderdeel d, te voorkomen;
- f. een beschrijving van de wijze waarop het voorkomen na beëindiging van de opslag wordt achtergelaten, en
- g. een risicoanalyse omtrent bodembeweging als gevolg van de opslag.
 1. Artikel 24, eerste lid, onderdelen d tot en met g, en onderdelen l, q, r en s, alsmede artikel 24, tweede lid, zijn van overeenkomstige toepassing, met dien verstande dat het eerste lid, onderdeel g, en de onderdelen q, r en s niet van toepassing zijn op voorkomens die gelegen zijn aan de zeezijde van de lijn die in de bijlage bij de wet is vastgelegd.
 2. Dit artikel is niet van toepassing indien § 3.5 van dit besluit van toepassing is

In artikel 28

Er is geen vergunning nodig om de volgende stromen op te slaan:

- a. stoffen ten behoeve van het afwenden van het onmiddellijk dreigende gevaar van een onbeheerste uitstroming van stoffen uit de ondergrond;
- b. stoffen die gebruikt worden voor:
 1. Het opsporen en winnen van delfstoffen en aardwarmte.
 2. Het opslaan van stoffen waarvoor een vergunning vereist is.
 3. Het aanleggen van een boorgat dieper dan 500 meter beneden de oppervlakte van de aardbodem, buiten de in de onderdelen 1 en 2 bedoelde gevallen.

- c. stoffen die met de activiteiten, genoemd in onderdeel b, onder 1, 2 en 3, onvermijdelijk boven de oppervlakte meekomen, en worden teruggebracht in hetzelfde of een vergelijkbaar voorkomen als waaruit deze afkomstig zijn;
- d. hemelwater dat is gevallen op het mijnbouwwerk en het terrein eromheen;
- e. water dat wordt gebruikt voor het opslaan van warmte of koude op een diepte van ten hoogste 500 meter;
- f. water ten behoeve van openbare drinkwatervoorziening als bedoeld in de Drinkwaterwet;
- g. grondwater en brijn die zonder toevoeging van stoffen worden teruggevoerd in hetzelfde gebied waarin het is gewonnen, naar een diepte van ten hoogste 500 meter.

Artikel 33

- 1. In geval van zoutwinning en opslag van stoffen in een door zoutwinning ontstane holruimte bevat het meetplan, bedoeld in artikel 30, eerste lid, tevens een beschrijving van:
 - a. de tijdstippen waarop metingen in de holruimte worden uitgevoerd; en
 - b. de methode die voor het uitvoeren van holruimtemetingen wordt gebruikt.
- 2. De uitvoerder overlegt de resultaten van de metingen, alsmede op de metingen gebaseerde holruimtekaarten en holruimtedoorsneden uiterlijk twaalf weken na het verrichten van de metingen aan de inspecteur-generaal der mijnen.
- 3. De holruimtekaarten en holruimtedoorsneden worden onverwijld bijgewerkt zodra nieuwe gegevens beschikbaar komen.
- 4. Bij ministeriële regeling kunnen nadere regels worden gesteld omtrent de in het tweede lid bedoelde kaarten en doorsneden.

Artikel 40b

- 1. Bij de melding, bedoeld in artikel 44, eerste lid, van de wet, vermeldt de houder van een vergunning als bedoeld in de artikelen 6, 24b en 25 van de wet in ieder geval:
 - a. de locatie van het mijnbouwwerk;
 - b. de datum waarop het mijnbouwwerk buiten werking is gesteld;
 - c. de wijze waarop het mijnbouwwerk buiten werking is gesteld;
 - d. in het geval van een mijnbouwwerk voor zoutwinning: welke maatregelen zijn genomen om de holruimte te monitoren vanuit een analyse in een systeem-benadering van de risico's van dat mijnbouwwerk;
 - e. bij een mijnbouwwerk anders dan een mijnbouwwerk voor zoutwinning, welke maatregelen noodzakelijk zijn aan de hand van de specifieke risico's van dat mijnbouwwerk.
- 2. Van de melding, bedoeld in het eerste lid, wordt door onze minister mededeling gedaan in de Staatscourant.

Artikel 40c

De aanvraag tot instemming met een verwijderingsplan als bedoeld in artikel 44a, eerste lid van de wet bevat ten minste een beschrijving van:

1.
 - a. de aanduiding, locatie, aard en functie van het mijnbouwwerk ten tijde van de aanvraag om instemming met het verwijderingsplan;
 - b. de activiteiten, bedoeld in artikel 74, eerste lid, die hebben geleid tot wijziging van de inrichting van het boorgat;
 - c. de afspraken met de eigenaar van het terrein waarop het mijnbouwwerk is opgericht en andere belanghebbenden;
 - d. de methode en een schatting van de kosten van het buiten gebruik stellen van een boorgat en het verwijderen van de bovengrondse installaties;
 - e. de staat waarin het ondergrondse deel van het mijnbouwwerk wordt achtergelaten;
 - f. de datum van indiening van het werkprogramma voor het buiten gebruik stellen van een boorgat en de planning van de uitvoering;
 - g. het schoon en veilig achterlaten of verwijderen van kabels en pijpleidingen;
 - h. de wijze waarop de materialen die bij het mijnbouwwerk behoren, worden afgevoerd en de bestemming ervan;
 - i. de op het mijnbouwwerk aanwezige afvalstoffen als bedoeld in artikel 1.1, eerste lid, van de Wet milieubeheer en de bestemming ervan;
 - j. de risico's van een mijnbouwwerk dat is gebruikt voor de winning van zout, na verwijdering van de bovengrondse installaties en het buiten gebruik stellen van het boorgat aan de hand van een analyse van deze risico's in een systeembenadering en de bij dat mijnbouwwerk te nemen beheersmaatregelen, waaronder een beschrijving van een uit te voeren monitoring, indien:
 1. Die beheersmaatregelen nodig zijn in het belang van de veiligheid of het milieu.
 2. Deze risico's of beheersmaatregelen niet zijn beschreven in een winningsplan als bedoeld in artikel 34, eerste lid, een opslagplan als bedoeld in artikel 39, eerste lid, van de wet, of een meetplan als bedoeld in artikel 30, derde lid.
 - k. de maatregelen die worden genomen om het terrein waarop het mijnbouwwerk is opgericht en de bodem van het terrein zoveel mogelijk in de oorspronkelijke staat terug te brengen of in het geval het terrein of de bodem niet in de oorspronkelijke staat worden teruggebracht, de toestand waarin het terrein na uitvoering van het verwijderingsplan wordt achtergelaten;
 - l. het beoogde gebruik van het terrein; en
 - m. in geval van een gedeeltelijke verwijdering van het mijnbouwwerk, voor welk doel het mijnbouwwerk wordt hergebruikt en een beschrijving daarvan.

2. Het verwijderingsplan vermeldt binnen welke perioden de beschreven werkzaamheden beginnen en eindigen en kan in een fasering van de verwijdering voorzien.
3. In afwijking van het eerste lid, aanhef, kan bij het overleggen van informatie als bedoeld in het eerste lid, onderdelen a tot en met k, worden volstaan met een verwijzing naar informatie die is of wordt overgelegd bij een aanvraag om een vergunning, een melding of de naleving van een verplichting tot het overleggen van gegevens en bescheiden krachtens de wet, respectievelijk de Omgevingswet, in het geval die informatie de relevante feiten bevat of zal bevatten die nodig zijn voor een besluit tot instemming met het verwijderingsplan, respectievelijk een besluit tot instemming met het verwijderingsplan onder het stellen van voorwaarden of voorschriften.
4. Onze minister beslist binnen dertien weken na het overleggen van een verwijderingsplan over de instemming.
5. Van de instemming, bedoeld in het eerste lid, wordt door onze minister mededeling gedaan in de Staatscourant.
6. Met toepassing van artikel 28, eerste lid, laatste zinsnede, van de Dienstenwet is paragraaf 4.1.3.3. van de Algemene wet bestuursrecht niet van toepassing op een aanvraag tot instemming met een verwijderingsplan.

Artikel 40d

Onze minister kan aan de houder van een vergunning als bedoeld in de artikelen 6, 24b en 25 van de wet een instemming met een verwijderingsplan, bedoeld in artikel 44a, eerste lid, van de wet weigeren, indien:

1.
 - a. het verwijderingsplan onvoldoende voorziet in een beschrijving van werkzaamheden, methode en kosten van de verwijdering die nodig zijn gedurende de periode van uitvoering van het verwijderingsplan, waaronder monitoring;
 - b. het verwachte resultaat van de uitvoering van het verwijderingsplan onvoldoende is beschreven;
 - c. het mijnbouwwerk in aanmerking komt voor hergebruik;
 - d. het mijnbouwwerk niet in aanmerking komt voor het in de aanvraag beschreven gedeeltelijk hergebruik als mijnbouwwerk;
 - e. in het geval van hergebruik het bevoegd gezag, bedoeld in artikel 44a, tweede lid, van de wet, voor zover het hergebruik betreft, geen verklaring van geen bedenkingen heeft gegeven;
 - f. naar het oordeel van het bevoegde gezag krachtens de Omgevingswet voldoet het voorstel tot onderzoeken of saneren van de bodem niet;
 - g. de bestemming van de af te voeren materialen en afvalstoffen onduidelijk is;
 - h. de planning van de uitvoering van de verwijdering niet duidelijk is of voorziet in een onredelijk lange termijn;
 - i. de verwijdering van een mijnbouwwerk voor de winning van zout leidt tot:

1. Meer bodembeweging, dan blijkt uit een beschrijving als bedoeld in artikel 35, eerste lid, onder f, van de wet; of
 2. Een andere wijze van het buiten gebruik stellen van een holruimte dan blijkt uit een beschrijving als bedoeld in artikel 25, eerste lid, onder f.
2. Onze minister kan een instemming ambtshalve geheel of gedeeltelijk wijzigen of intrekken, indien:
 - a. het bevoegde gezag, bedoeld in het eerste lid, onderdelen e en f, tot een afwijzend oordeel komt over het geheel of gedeeltelijk hergebruik van het mijnbouwwerk;
 - b. het bevoegde gezag krachtens de wet geen vergunning verstrekt voor het opsporen, winnen of opslaan van delfstoffen, aardwarmte, respectievelijk stoffen;
 - c. de houder van een vergunning de instemming voor het geheel of een gedeelte van het verwijderingsplan niet langer nodig heeft;
 - d. de houder van een vergunning niet overeenkomstig de instemming handelt of heeft gehandeld.

B.4 Omgevingswet

Het Besluit activiteiten (Bal) is een AmvB op grond van de Omgevingswet (Ow), waar onder meer milieubelastende activiteiten en vergunningplichtige activiteiten zijn aangewezen.

Voor de milieubelastende activiteit mijnbouw is een omgevingsvergunning als bedoeld in artikel 5.1, tweede lid, onder b, van de Ow, juncto artikel 3.321, eerste lid, van het Bal, vereist.

B.5 Europese afvalstoffenlijst (EURAL)

Op de Europese afvalstoffenlijst staan ongeveer 840 verschillende stoffen die voorzien zijn van een zescijferige code, en waar per stof is aangegeven of het als gevaarlijk gedefinieerd moet worden.

Voor injectie in de diepe ondergrond is de vraag of een stof als gevaarlijk of niet te boek staat niet direct relevant, want hiervoor geldt het toetsingskader van CMP. De Eural-code is wel relevant voor de verplichting een beschrijving te geven van inkomende stoffen bij een injectielocatie, ten behoeve van een omgevingsvergunning. Tevens kan de classificatie 'gevaarlijk' binnen de Eural-code een rol spelen bij het uitvoeren van een MER.

B.6 BBT

Er is geen BBT-document voor de winning van zout, alsmede het achteraf afsluiten en inherent veilig maken van zoutcavernes, beschikbaar.

B.7 Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (BSSA)

In het besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen (BSSA) worden vier typen stortplaatsen onderscheiden. Dit zijn de volgende typen:

- stortplaats voor inerte afvalstoffen, niet zijnde een ondergrondse stortplaats;
- stortplaats voor niet-gevaarlijke afvalstoffen, niet zijnde een ondergrondse stortplaats;
- stortplaats voor gevaarlijke afvalstoffen, niet zijnde een ondergrondse stortplaats;
- ondergrondse stortplaats;

Als afval wordt gestort in een zoutcaverne, dan valt deze onder de categorie 'ondergrondse stortplaats'. Hiervoor gelden de voorschriften die worden geschreven in de bijlage, onderdeel 4: afvalstoffen op een ondergrondse stortplaats:

1. Op een ondergrondse stortplaats mogen afvalstoffen slechts worden geaccepteerd indien:
 - a. deze niet behoren tot een in onderdeel 2.1 van Bijlage A bij beschikking nr. 2003/33/EG van de Raad van de Europese Unie van 19 december 2002 tot vaststelling van criteria en procedures voor het aanvaarden van afvalstoffen op stortplaatsen overeenkomstig artikel 16 en Bijlage II van Richtlijn 1999/31/EG betreffende het storten van afvalstoffen (Pb EG L 11) aangewezen categorie;
 - b. deze in overeenstemming zijn met de veiligheidsbeoordeling, bedoeld in artikel 8.50, onder c, van het Besluit kwaliteit leefomgeving van die stortplaats;
 - c. voor zover het een ondergrondse stortplaats voor inerte afvalstoffen betreft, de afvalstoffen ingevolge voorschrift 1.1 mogen worden geaccepteerd op een stortplaats voor inerte afvalstoffen; en
 - d. voor zover het een ondergrondse stortplaats voor niet-gevaarlijke afvalstoffen betreft, de afvalstoffen ingevolge voorschrift 1.2 mogen worden geaccepteerd op een stortplaats voor niet-gevaarlijke afvalstoffen.
2. Een wijziging van onderdeel 2.1 van Bijlage A van de in het eerste lid bedoelde beschikking gaat voor de toepassing van het eerste lid, onder a, gelden met ingang van de dag waarop aan de betrokken wijziging uitvoering moet zijn

gegeven, tenzij bij ministerieel besluit, dat in de Staatscourant wordt bekendgemaakt, een ander tijdstip wordt vastgesteld.

In Bijlage A bij beschikking nr. 2003/31/EG van de Raad van de Europese Unie van 19 december 2002 staan de volgende afvalstoffen benoemd:

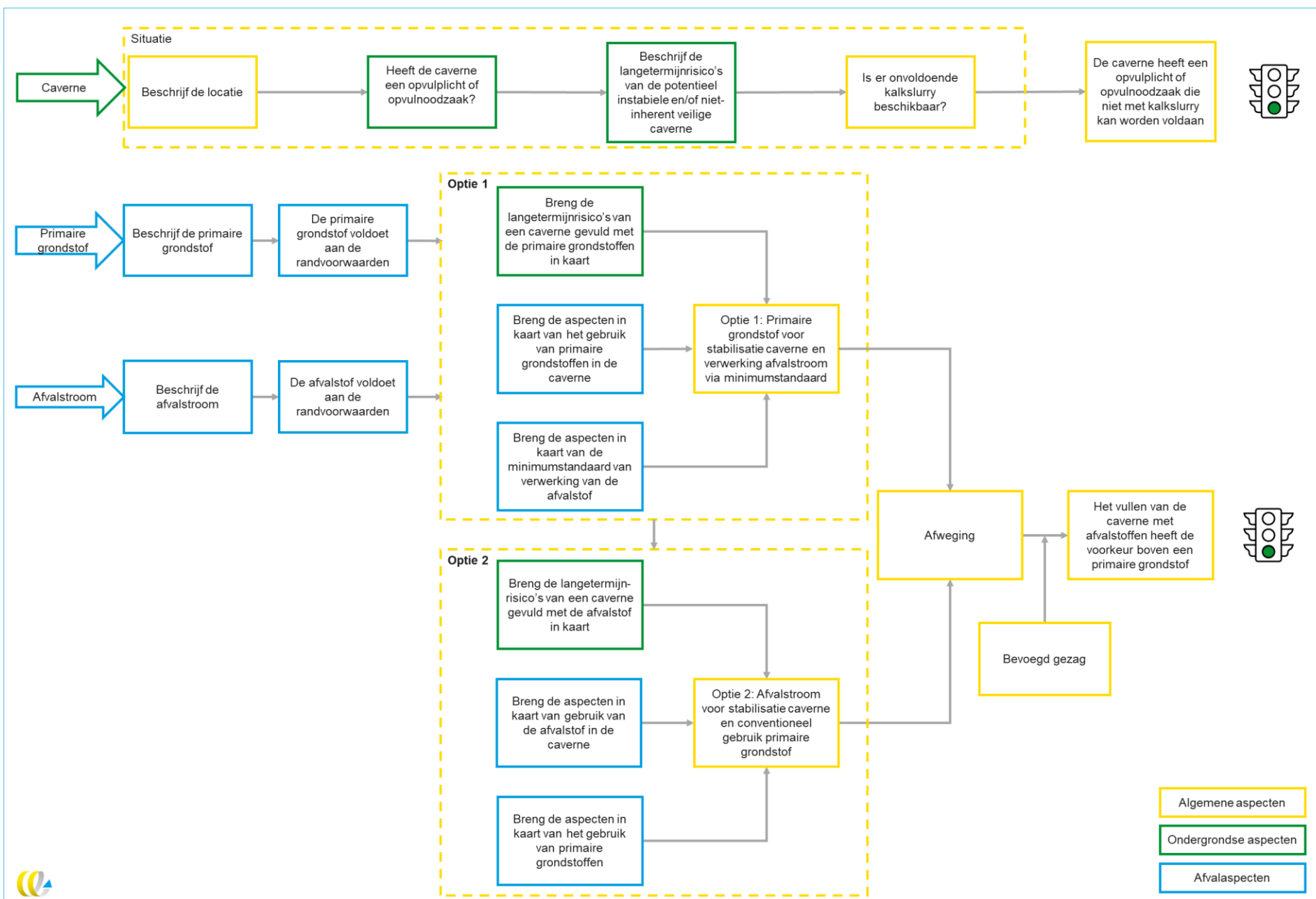
1. Aanvaardingscriteria voor ondergrondse opslagplaatsen, alle typen:
Uitgesloten afvalstoffen:
In het licht van de punten 1.2.1-1.2.8 is het niet toegestaan afvalstoffen die na storting ongewenste fysische, chemische of biologische veranderingen kunnen ondergaan, in ondergrondse opslagplaatsen te aanvaarden. Hierbij gaat het om de volgende afvalstoffen:
 - a. afvalstoffen, genoemd in artikel 5, lid 3, van de richtlijn afvalstoffen;
 - b. afvalstoffen en houders die onder de opslagomstandigheden met water of met het opberggesteente kunnen reageren, wat kan leiden tot:
 - een verandering in het volume;
 - het ontstaan van ontvlambare of toxische of explosieve stoffen of gassen;
 - andere reacties die de operationele veiligheid en/of de integriteit van de geologische barrière kunnen aantasten.
2. Afvalstoffen die met elkaar kunnen reageren, moeten worden gedefinieerd en in verenigbaarheidsgroepen worden ingedeeld; de verschillende groepen moeten in de opslagplaats fysiek gescheiden blijven.
 - a. afvalstoffen die biologisch afbreekbaar zijn;
 - b. afvalstoffen die een penetrante geur hebben;
 - c. afvalstoffen die een gas-luchtmengsel kunnen voortbrengen dat toxisch of explosief is; dit geldt in het bijzonder voor afvalstoffen die:
 - toxische gasconcentraties teweegbrengen vanwege de partiële druk van hun bestanddelen;
 - bij verzadiging binnen een houder concentraties vormen die hoger zijn dan 10% van de concentratie die met de onderste explosiegrens overeenkomt;
 - d. afvalstoffen met onvoldoende stabiliteit om aan de geomechanische omstandigheden te beantwoorden;
 - e. afvalstoffen die onder de opslagomstandigheden ontvlambaar zijn of ontvankelijk zijn voor zelfontbranding, gasvormige producten, vluchtige afvalstoffen en afvalstoffen die afkomstig zijn van inzameling in de vorm van ongeïdentificeerde mengsels;
 - f. afvalstoffen die ziektekiemen van besmettelijke ziekten bevatten of kunnen doen ontstaan (reeds bepaald in artikel 5, lid 3, onder c), van de richtlijn afvalstoffen).

In artikel 5, lid 3 van de richtlijn afvalstoffen (1999/31/EG) staat:

De lidstaten treffen maatregelen om ervoor te zorgen dat de volgende afvalstoffen niet op een stortplaats worden aanvaard:

- a. vloeibare afvalstoffen;
- b. afvalstoffen die onder de op de stortplaats heersende omstandigheden ontplofbaar, corrosief, oxiderend, licht ontvlambaar of ontvlambaar zijn, zoals omschreven in Bijlage III bij Richtlijn 91/689/EEG;
- c. ziekenhuisafval en andere klinische afvalstoffen, afkomstig van medische of diergeneeskundige instellingen, die infectueus zijn zoals omschreven in Richtlijn 91/689/EEG (eigenschap H9 van Bijlage III), en afvalstoffen behorende tot categorie 14 (Bijlage I, deel A van die richtlijn);
- d. hele gebruikte banden vanaf twee jaar na de in artikel 18, lid 1, bedoelde datum, met uitzondering van voor technische doeleinden gebruikte banden en versnipperde gebruikte banden vanaf vijf jaar na deze datum (in beide gevallen met uitzondering van fietsbanden en banden met een buitendiameter van meer dan 1.400 mm);
- e. alle andere soorten afvalstoffen die niet voldoen aan de overeenkomstig Bijlage II vastgestelde aanvaardingscriteria;
- f. welke caverne en welke afvalstof;
- g. in 1999/31/EG worden de volgende eisen gesteld aan de opslag van verschillende stortplaatsen:
 - Stortplaats voor gevaarlijke afvalstoffen: $K \leq 1,0 \cdot 10^{-9} \frac{m}{s}$; $dikte \geq 5 m$
 - Stortplaats voor ongevaarlijke afvalstoffen: $K \leq 1,0 \cdot 10^{-9} \frac{m}{s}$; $dikte \geq 1 m$
 - Stortplaats voor inerte afvalstoffen: $K \leq 1,0 \cdot 10^{-7} \frac{m}{s}$; $dikte \geq 1 m$

C Stappenplan caverne inherent veilig maken





D Stappenplan injectie productieafval

