



Milieueffectrapport Pilot Stabilisatie Cavernes Twente

Contents

Document title: Milieueffectrapport Pilot Stabilisatie Cavernes Twente

Status: Versie 2.0

Date: 13 mei 2013

Project name: MER PSCT

Project number: 9W6182-102

Client: Akzo Nobel Industrial Chemicals B.V.

Reference: 9W6182-102/R0003/Nijm

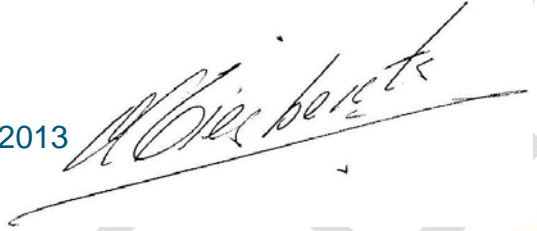
Drafted by: Marc Giesberts

Checked by: Rob Schonk

Date/initials check:

Approved by: Marc Giesberts

Date/initials approval: 13 mei 2013



Marc Giesberts

Contents

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Aanleiding	1
1.3	Welke partijen zijn betrokken?	2
1.4	Leeswijzer	3
2	Milieueffectrapportage	4
2.1	Waarom een MER?	4
2.2	Overzicht m.e.r.-procedure	5
2.3	M.e.r.-procedure stapsgewijs	5
2.4	Inspraak op het MER	6
2.5	Te nemen besluiten en tijdsplanning	7
3	Achtergrond en doelstelling	8
3.1	Probleemschets	8
3.2	Noodzaak tot stabilisatie	11
3.3	Grondstoffen voor vulstof	13
3.4	Proefproject	14
3.5	Zoektocht naar mogelijkheden vulstof	16
3.6	Doelstelling voorgenomen activiteit	17
3.7	Duurzame insluiting	18
3.7.1	Aanwezige natuurlijke barrières	18
3.7.2	Aardbevingsrisico	19
3.7.1	Plastisch gedrag van zout	21
3.8	Gebiedsproces	21
4	Het proefproject	23
4.1	Inleiding	23
4.2	Theoretisch onderzoeksdeel	23
4.2.1	Verantwoording reststoffen	23
4.2.2	Receptuur van de vulstof	24
4.2.3	Risicoanalyse duurzame insluiting	26
4.2.4	Selectie van te stabiliseren cavernes	30
4.3	Uitvoeringsdeel – Voorgenomen activiteit	35
4.3.1	Vulstofproductie installatie en faciliteiten	36
4.3.2	Aanbrengen vulstof in de cavernes	37
4.3.3	Verwerken overschotpekkel	37

Contents

4.3.4	Risicobeheersing.....	38
5	Alternatievenontwikkeling.....	41
5.1	Inleiding	41
5.2	Bepaling van het basialternatief	41
5.3	Bouwstenen voor het voorkeursalternatief.....	44
6	Effectbeoordeling	49
6.1	Referentiesituatie en referentiejaar	49
6.2	Projectgebied, studiegebied en milieueffecten	49
6.3	Beoordelingskader	49
6.4	Bodembeweging.....	50
6.5	Bodem en water.....	52
6.6	Natuur.....	55
6.7	Landschap, cultuurhistorie en archeologie	60
6.8	Woon- en leefmilieu	62
6.8.1	Geluid en trillingen.....	62
6.8.2	Geur en lucht.....	65
6.8.3	Verkeer.....	69
6.8.4	Beeldkwaliteit	70
6.8.5	Licht.....	71
6.8.6	Externe Veiligheid	71
6.8.7	Ruimtebeslag	71
6.8.8	Effectbeoordeling woon- en leefmilieu.....	72
6.9	Klimaat en energie	72
7	Leemten in kennis & informatie en Evaluatie.....	74
7.1	Leemten	74
7.2	Evaluatie	74
8	Conclusie.....	76
BIJLAGEN		
1.	Lijst van afkortingen en verklarende woordenlijst	
2.	Ligging projectgebied	
3.	Ligging cavernes en schematisatie stabilisatieproces	
4.	Technische beschrijving	
5.	Beleidskader	
6.	Samenvatting risicoanalyse Quintessa	
7.	Geraadpleegde literatuur, onderzoeken en bronnen	

Contents

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1-1: Foto van AkzoNobel te Hengelo	1
Figuur 1-2: Foto van (een deel van) het projectgebied.....	2
Figuur 2-1: Overzicht m.e.r. procedure	5
Figuur 3-1: Schematische weergave zoutwinning	8
Figuur 3-2: Geologische kalender	9
Figuur 3-3: Verzakking aan het maaiveld aan de Boekeloseveldweg.	10
Figuur 3-4: Sinkhole nabij Hengelo.	10
Figuur 3-5: Invloedsfeer bodemdaling en potentiële sinkholes (indicatief).	12
Figuur 3-6: Veilig en effectief gestabiliseerde caveerne	19
Figuur 3-7: Ligging van breuksystemen, locatie en sterkte van aardbevingen (1900 tot 1996).....	20
Figuur 3-8: Impressie inloopavond maart 2012	21
Figuur 4-1: Bow-tie risicoanalyse	28
Figuur 4-2: Risicobeheerscyclus (Risman).....	30
Figuur 4-3: Selectie van Röt-zoutcavernes in Twente	31
Figuur 4-4: Ligging cavernes onder de Boeldershoek	32
Figuur 4-5: Dertien cavernes geschikt voor het proefproject na toepassing criterium 4	33
Figuur 4-6: Schematisch boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 201.	34
Figuur 4-7: Schematisch boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 140.	34
Figuur 4-8: Schematische boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 128.	35
Figuur 4-9: Schematische boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 124.	35
Figuur 4-10: Impressie van het proefproject.....	37
Figuur 4-11: Tweetraps verwerking overschotpekel volgens de eerste optie.....	38
Figuur 5-1: Mogelijke locaties vulstofproductie installatie en de drie cavernes	45
Figuur 5-2: Gedeelte van de stortplaats bij locatie 2.	46
Figuur 5-3: Mogelijke locaties vulstofproductie installatie.....	47
Figuur 6-1: AHN op en rondom het projectgebied in NAP + meters.....	51
Figuur 6-2: Fragment bodemkaart, schaal circa 1:35.000	52
Figuur 6-3: Tweekelerbeek en Strootbeek.....	53
Figuur 6-4: EHS gebied grenzend aan projectgebied	56
Figuur 6-5: Voorkomen van vogels op het terrein van Twence.	57
Figuur 6-6: Archeologische verwachtingskaart (gemeente Hengelo en gemeente Enschede)	61
Figuur 6-7: Zonebewakingspunten.....	65
Figuur 6-8: Voor het geur- en luchtonderzoek relevante locaties, incl. omringende woningen.....	66
Figuur 6-9: Visualisatie voor 'Boeldershoek' (uit vigerend bestemmingsplan).....	71

Contents

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2-1: Overzicht besluiten voor voorgenomen activiteit.....	7
Tabel 2-2: Globale planning proefproject	7
Tabel 3-1: Betrokken kennisdragers en experts	17
Tabel 3-2: Overzicht voorlichting en communicatie	22
Tabel 4-1: Overzicht mogelijke reststoffen	24
Tabel 4-2: Samenvatting eigenschappen vulstof.....	25
Tabel 4-3: Overzicht bandbreedte recepturen.....	26
Tabel 4-4: Toepassing criteria en resultaat.	32
Tabel 4-5: Kenmerken van voor het proefproject geschikte cavernes.....	33
Tabel 4-6: Overzicht monitoringstechnieken	39
Tabel 5-1: Beoordeling van grondstoffen voor vulstof	42
Tabel 5-2: Beoordeling van locaties voor vulstofproductie installatie	46
Tabel 5-3: Vergelijking mogelijkheden voor verwerking overschot pekel	48
Tabel 6-1: Beoordelingskader	50
Tabel 6-2: Effectbeoordeling bodembeweging	52
Tabel 6-3: Bodemopbouw volgens REGIS-II.....	52
Tabel 6-4: Effectbeoordeling bodem en water.....	55
Tabel 6-5: Effectbeoordeling natuur	59
Tabel 6-6: Effectbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie	61
Tabel 6-7: Langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus LAR,Lt en toetsing vigerende vergunning.....	63
Tabel 6-8: Overzicht overschrijdingen langtijdgemiddelde beoordelingsniveau (LAR,Lt in dB(A)).....	64
Tabel 6-9: Emissies ten opzichte van de huidige situatie	68
Tabel 6-10: Overzicht verkeerintensiteit (etmaalintensiteit werkdag) voor drie jaartallen	68
Tabel 6-11: Toetsing NO ₂ aan grenswaarde achtergrondconcentratie (2010).....	69
Tabel 6-12: Effectbeoordeling woon- en leefmilieu	72
Tabel 6-13: Netto emissies transport AEC reststoffen (per jaar)	73
Tabel 6-14: Effectbeoordeling klimaat en energie	73
Tabel 8-1: Effectbeoordeling totaal	76



**Royal
HaskoningDHV**
Enhancing Society Together

CONCEPT

MER PSCT

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Akzo Nobel Industrial Chemicals B.V. (verder: AkzoNobel) produceert en verkoopt kwalitatief hoogwaardige zoutproducten, die worden gewonnen uit de ondergrondse zoutvoorraden in de nabije omgeving van Hengelo en Enschede. Het zout wordt verwerkt op de productiesite van AkzoNobel in Hengelo (zie Figuur 1-1).

In de omgeving van Hengelo bevindt het winbare zout zich in ondergrondse lagen op circa 300 tot 1600 meter diepte. AkzoNobel wint zout door middel van oplosmijnbouw. Dit houdt in dat water in de ondergrondse zoutlaag geïnjecteerd wordt waardoor het zout oplost. Er ontstaan ondergrondse holtes (cavernes) op de plaats waar oorspronkelijk het zout zat.



Figuur 1-1: Foto van AkzoNobel te Hengelo

1.2 Aanleiding

AkzoNobel wint sinds 1918 zout in Twente. Zoutwinning is begonnen in Boekelo en vanaf 1933 is het wingebied verplaatst naar de omgeving van Hengelo en Enschede. Het zout wordt gewonnen door oplosmijnbouw uit zoutafzettingen op 350 tot 500 meter diepte. De huidige methode en de daarbij door AkzoNobel opgestelde en met Staatstoezicht op de Mijnen¹ afgestemde technische criteria voor zoutwinning in Twente zijn het resultaat van decennia lange ervaring en beschreven in de Good Salt Mining Practice.

¹ Overheidsdienst (SodM) die toezicht houdt op de naleving van wettelijke regelingen, van toepassing bij het opsporen, winnen, opslaan en transporteren van delfstoffen.

MER PSCT

Deze criteria zijn door de jaren heen aangepast om aan te sluiten bij de laatste kennis over caveerne groei en stabiliteit. Tientallen van de oudere cavernes – ontwikkeld vóór circa 1980 – voldoen niet aan de huidige criteria.

Deze cavernes blijken zo groot te zijn geworden, dat het plafond van de cavernes op enig moment instort. Als dit vele malen achter elkaar gebeurt, 'kruipt' de caveerne omhoog. We noemen dit caveerne migratie. Een aantal van dergelijke cavernes ligt onder het terrein van Twence B.V.

Uiteindelijk leidt migratie tot verzakkingen aan het maaiveld. Een verzakking kan ontstaan in de vorm van een zichtbare 'kom' in het landschap en zelfs tot een 'gat' van tientallen meters doorsnede leiden. Een dergelijk gat heet een sinkhole en is in 1991 ontstaan in de buurt van Hengelo.

Met dit – dus ook daadwerkelijk opgetreden – scenario start AkzoNobel een onderzoeks- en besluitvormingstraject om de stabiliteit van dergelijke cavernes te vergroten. Dit gebeurt in de vorm van een pilot, een proefproject, onder de naam Pilot Stabilisatie Cavernes Twente (PSCT) in samenwerking met Twence B.V. De doelstelling van de pilot, zoals verwoord in het LAP-2, is²:

Het bepalen welke niet bodemeigen afvalstoffen onder welke voorwaarden zonder milieuhygiënische risico's in principe toegepast kunnen worden voor het stabiliseren van (potentieel) instabiele cavernes.

De doelstelling van de voorgenomen activiteit (voortvloeiend uit de pilot) is verwoord in paragraaf 3.6. De ligging van het projectgebied is afgebeeld in bijlage 2. Het projectgebied is gelegen ten westen van Enschede en ten zuiden van Hengelo. Het gebied beslaat een oppervlakte van ongeveer 1,5 km² en ligt op een hoogte van circa 22 m +NAP.



Figuur 1-2: Foto van (een deel van) het projectgebied. Met traditionele AkzoNobel zouthuisjes en de Twence afvalenergiecentrale op de achtergrond.

1.3 Welke partijen zijn betrokken?

AkzoNobel en Twence ondernemen de voorgenomen activiteit en zijn samen initiatiefnemer voor de milieueffectrapportage, waarbij AkzoNobel aanspreekpunt en penvoerder is. Als coördinerend bevoegd gezag treedt op de provincie Overijssel. De provincie Overijssel verzorgt de coördinatie voor het ministerie van EZ (bevoegd gezag voor de omgevingsvergunning van AkzoNobel) en voor de gemeente Enschede en/of Hengelo (bevoegd gezag voor het bestemmingsplan).

Gedeputeerde Staten van de provincie Overijssel zijn bevoegd gezag voor de omgevingsvergunning van Twence. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu kan de provincie Overijssel en het ministerie van EZ adviseren bij het nemen van de besluiten aangaande de vergunningen.

² Deze doelstelling staat verwoord in het tweede Landelijk afvalbeheerplan (LAP) voor de periode 2009-2021.

MER PSCT

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de procedure van de milieueffectrapportage toegelicht. Hoofdstuk 3 gaat in op de achtergronden en doelstelling van de voorgenomen activiteit. Hoofdstuk 4 beschrijft de kenmerken van het proefproject. De samenstelling van het basialternatief en varianten komen in hoofdstuk 5 aan bod. De effectbeoordeling staat centraal in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 behandelt leemten in kennis en informatie en de evaluatie. Tot slot geeft hoofdstuk 8 de conclusie weer.

Dit rapport heeft zeven bijlagen:

1. Lijst van afkortingen en verklarende woordenlijst
2. Ligging projectgebied
3. Ligging cavernes en schema stabilisatieproces
4. Technische beschrijving
5. Beleidskader
6. Samenvatting risicoanalyse Quintessa
7. Geraadpleegde literatuur, onderzoeken en bronnen

CONCEPT

MER PSCT

2 Milieueffectrapportage

2.1 Waarom een MER³?

Het doel van de milieueffectrapportage is om bij de besluitvorming over projecten, plannen en programma's het milieu een volwaardige plaats te geven. In het Besluit m.e.r. van 1 april 2011 staat voor welke activiteiten een MER moet worden opgesteld (bijlage C), dan wel waarvoor beoordeeld moet worden of een MER wordt opgesteld (bijlage D).

De initiatiefnemers hebben er voor gekozen om de procedure voor de m.e.r. te doorlopen. Zij doen dat met de overtuiging dat een MER helpt om de milieueffecten van het proefproject in beeld te brengen en de communicatie naar stakeholders daarover te ondersteunen. De juridische (formele) reden voor een MER is tweeledig:

Nummer	Categorie	Gevallen	Plannen	Besluiten
C18.2	De oprichting van een installatie bestemd voor de verbranding, de chemische behandeling, het storten of het in de diepe ondergrond brengen van gevaarlijke afvalstoffen.	-	Het plan, bedoeld in artikel 10.3 van de wet, de structuurvisie, bedoeld in de art. 2.1, 2.2 en 2.3 van de Wro, en het plan, bedoeld in de art. 3.1, 1 ^e lid, 3.6, 1 ^e lid, onderdelen a en b, van die wet.	De besluiten waarop afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht en een of meer artikelen van afdeling 13.2 van de wet van toepassing zijn.
C18.4	De oprichting, wijziging of uitbreiding van een installatie bestemd voor de verbranding of de chemische behandeling van niet-gevaarlijke afvalstoffen.	In gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op een inrichting met een capaciteit van 100 ton per dag of meer.	Het plan, bedoeld in artikel 10.3 van de wet, de structuurvisie, bedoeld in de art. 2.1 en 2.2 van de Wro, en het plan, bedoeld in de art. 3.1, 1 ^e lid, 3.6, 1 ^e lid, onderdelen a en b, van die wet.	idem

Het gebied waarop de voorgenomen activiteit zich richt, ligt niet in of nabij een Natura2000 gebied. Daarom is er geen directe aanleiding voor een passende beoordeling (artikel 19f Natuurbeschermingswet 1998).

De voorgenomen activiteit heeft tot gevolg dat het bestemmingsplan Boeldershoek⁴ uit 2009 (bevoegd gezag gemeente Enschede en Hengelo) aangepast moet worden, de omgevingsvergunning van AkzoNobel (bevoegd gezag Ministerie van EZ) en de omgevingsvergunning van Twence (bevoegd gezag provincie Overijssel) op onderdelen aangepast moeten worden. Het MER ondersteunt de besluitvorming.

³ We maken onderscheid tussen de termen m.e.r. en MER: M.e.r. staat voor milieueffectrapportage en verwijst naar het proces om tot een milieueffectrapport te komen, MER staat voor milieueffectrapport en verwijst naar het product.

⁴ 'Boeldershoek' beslaat het terrein van Twence B.V.

MER PSCT

2.2 Overzicht m.e.r.-procedure



De m.e.r.-wetgeving kent een uitgebreide procedure (plannen en 'grote' vergunningen) en een beperkte procedure ('kleine' vergunningen). Voor dit MER heeft het bevoegd gezag besloten de uitgebreide procedure te hanteren. Daarvoor moeten onderstaande stappen doorlopen worden (Figuur 2-1).

Dit MER is opgesteld voor een plan en een project.

Figuur 2-1: Overzicht m.e.r. procedure

IN = initiatiefnemer

BG = bevoegd gezag

MER = milieueffectrapport

2.3 M.e.r.-procedure stapsgewijs

De m.e.r.-procedure doorloopt een aantal stappen:

1. De procedure is gestart met de bekendmaking op 21 maart 2012 van het voornemen via een openbare kennisgeving in de Staatscourant, op de website van de provincie Overijssel en in de plaatselijke weekbladen in de gemeenten Enschede en Hengelo.
2. Er is een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld, die vanaf 22 maart tot 3 mei 2012 gedurende 6 weken ter visie heeft gelegen. De NRD is te downloaden vanaf www.overijssel.nl/loket/bekendmakingen en www.akzonobel.com/hengelo/.
3. De provincie Overijssel heeft de Notitie Reikwijdte en Detailniveau opgestuurd naar andere overheden (relevante gemeenten, ministerie EZ, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed van ministerie OCW, inspectie ministerie I&M) organisaties. Een ieder kon een zienswijze indienen over de inhoud van het op te stellen MER. Als vrijwillige stap heeft de provincie ook de Commissie voor de m.e.r. gevraagd om te adviseren over reikwijdte en detailniveau. Naast het advies van de Commissie voor de m.e.r. is een zienswijze van de Vereniging Behoud Twekkelo ontvangen, en heeft de gemeente Enschede haar aandachtspunten per brief kenbaar gemaakt.
4. Om belangstellenden zo goed mogelijk te informeren over de inhoud van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau is op 22 maart 2012 een informatiebijeenkomst georganiseerd door de initiatiefnemers.
5. Het MER wordt samen met het ontwerpbestemmingsplan en de ontwerp-omgevingsvergunningen ter inzage gelegd. Een ieder wordt in de gelegenheid gesteld zienswijzen over het MER, het bestemmingsplan en de omgevingsvergunningen naar voren te brengen. De Commissie voor de m.e.r. toetst tevens de kwaliteit van het MER. Ook beoordeelt de commissie of de informatie aanwezig is (en juist is) om het bestemmingsplan en de omgevingsvergunningen te kunnen vaststellen.

Na advies over het MER en het doorlopen van de benodigde procedures kunnen de initiatiefnemers het project uit gaan voeren.

Het MER gaat in op de milieueffecten van het project. Het bevoegd gezag evalueert de werkelijk optredende milieugevolgen, zoals beschreven in de evaluatieparagraaf van het besluit. Zo nodig neemt zij aanvullende maatregelen om de gevolgen voor het milieu te beperken.

MER PSCT

2.4 Inspraak op het MER

Over ieder MER kan een ieder zienswijzen indienen gedurende een termijn van zes weken. De provincie maakt deze termijn bekend via een formele publieke kennisgeving. De inspraak kan ingaan op alternatieven, beoordelingscriteria en suggesties voor de besluitvorming. Reacties kunnen per post of per e-mail worden gegeven. Vermeld hierbij 'MER PSCT'.

Provincie Overijssel	Gemeente Enschede
Gedeputeerde Staten van Overijssel De heer J. Elzenga Postbus 10078 8000 GB Zwolle	Gemeente Enschede Wietse Burger en/of Jan Dijk Postbus 20 7500 AA Enschede

Procedurele vragen over de m.e.r. kunnen worden gesteld aan de provincie Overijssel, inhoudelijke vragen (technische aspecten, het milieu, de onderzoeken, de uitvoering, etc.) aan de communicatieadviseur van AkzoNobel.

Neemt u daartoe contact op met:

Provincie Overijssel

Dhr. Jan Elzenga

Per post: Postbus 10078, 8000 GB Zwolle

Per email: JJ.Elzenga@overijssel.nl

AkzoNobel Industrial Chemicals BV

Mevr. Ilse Jansen-Jansink

Per post: Postbus 25, 7550 GC Hengelo

Per email: Ilse.Jansen@AkzoNobel.com

MER PSCT

2.5 Te nemen besluiten en tijdsplanning

Om het project te realiseren zijn de in onderstaande tabel opgenomen besluiten aan de orde.

Besluit/Wet	Artikel(en)	Bevoegd gezag	Omschrijving
AkzoNobel: onderdeel milieu	Art. 2.1 lid 1 onder e. Wabo	EZ	Omgevingsvergunning voor het in de diepe ondergrond brengen van een vulstof
Twence: onderdeel milieu en bouwen	Art. 2.1 lid 1 onder a. Wabo	Provincie	Omgevingsvergunning voor milieu en bouwen vulstofproductie installatie en pekeldampinstallatie
Twence: Waterwet vergunning	Art. 6.2 Waterwet	Waterschap	Waterwetvergunning voor lozen condensaat op oppervlaktewater
Herziening Bestemmingsplan	Art. 3.6 Wet ruimtelijke ordening	Gemeente	Mogelijk maken van activiteiten vulstofproductie en aanbrengen vulstof
Opslagvergunning	Mijnbouwwet art. 25	EZ	Vergunning voor het opslaan van stoffen in de diepere ondergrond
Opslagplan	Mijnbouwwet art. 39a	EZ	Plan dat de uitvoering van de opslag van stoffen beschrijft
Winningsplan	Mijnbouwwet art. 34	EZ	Plan dat de uitvoering van pekewinning beschrijft
Meetplan	Art. 41 Mijnbouwwet en art. 30 en 33 Mijnbouwbesluit	EZ	Meetplan om eventuele bodembeweging voor, gedurende en na aanbrengen vulstof vast te stellen.

Tabel 2-1: Overzicht besluiten voor voorgenomen activiteit

De planning is dat vanaf 2015 een begin wordt gemaakt met het aanbrengen van de vulstof in de eerste caveerne. De verwachte duur van de pilot is 6-7 jaar (Tabel 2-2). Gedurende de looptijd van het proefproject worden gegevens verzameld, geëvalueerd en gecommuniceerd. Op dit moment valt nog geen periode of tijdstip aan te geven wanneer besloten wordt over een eventueel vervolg van het proefproject.

Jaar	1	2	3	4	5	6	7	8
Bouw installaties								
Caverne 1								
Caverne 2								
Caverne 3								

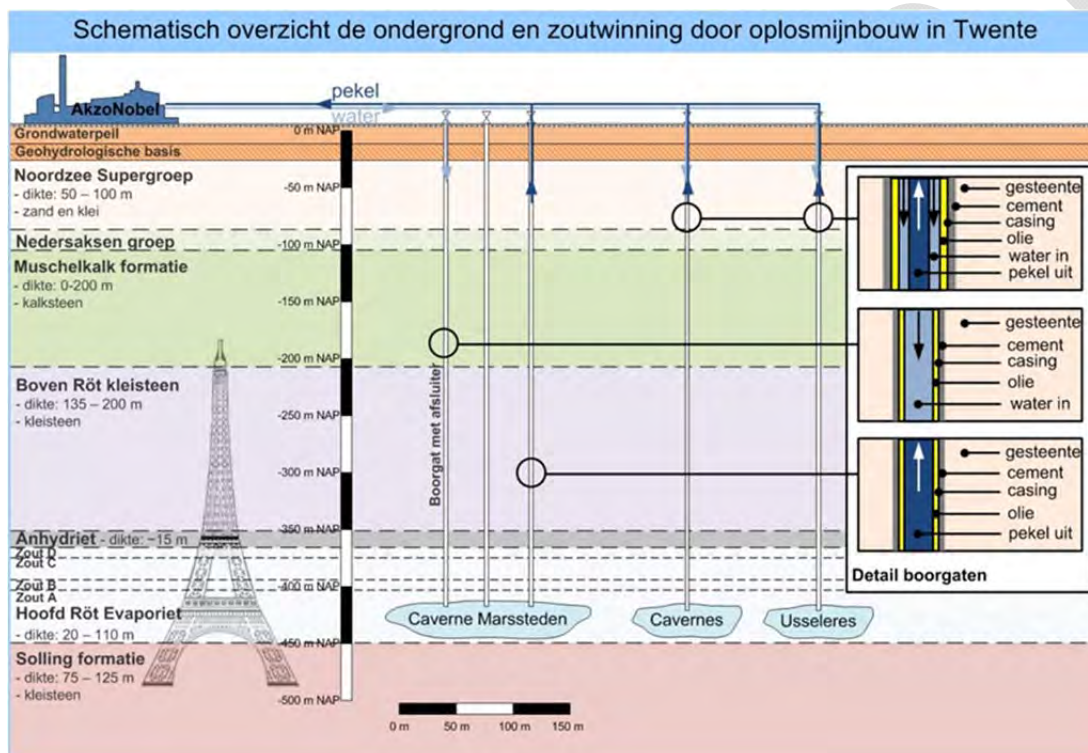
Tabel 2-2: Globale planning proefproject

MER PSCT

3 Achtergrond en doelstelling

3.1 Probleemschets

Bij de door AkzoNobel toegepaste oplosmijnbouw wordt er zoet water in de ondergrondse zoutlaag geïnjecteerd, waardoor het zout oplost. Er ontstaan ondergrondse holtes (cavernes) op de plaats waar oorspronkelijk het zout zat. Door het oplossen van het zout raken deze holtes gevuld met verzadigde pekkel, een mengsel van in water opgelost zout. Tijdens de productiefase van een caverne wordt door de druk van het geïnjecteerde water de pekkel omhoog gestuwd en vervolgens via pijpleidingen van de winningslocatie naar de productiesite van AkzoNobel in Hengelo getransporteerd. Daar wordt de pekkel door indamping verwerkt tot zout. Dit proces is in Figuur 3-1 schematisch weergegeven.



Figuur 3-1: Schematische weergave zoutwinning

Op deze wijze zijn sinds 1933 ruim 200 cavernes gevormd. Een overzicht van de cavernes is opgenomen in bijlage 3.

MER PSCT

Geologische tijdschaal				
Eon	Era	Periode	Tijdvak	Datum (miljoen jaar gel.)
Fanerozoïcum	Cenozoïcum	Quaternair	Holoceen	0,01
			Pleistoceen	1,8
		Tertiair	Pliocene	5,3
			Mioceen	23
			Oligoceen	34
			Eoceen	56
	Mesozoïcum	Krijt	Paleoceen	65
			Jura	145
			Trias	199
	Paleozoïcum	Perm	Trias	251
			Perm	299
			Carboon	359
			Devoon	416
			Siluur	443
Proterozoïcum	Archeaan	Ordovicium	488	
		Cambrium	542	
		Precambrium	2500	
				4600

Ontstaan van de Röt Zout Formatie

Gedurende het midden van het Trias, zo'n 240-245 miljoen jaar geleden, lag ter plaatse van noordelijk Nederland en Duitsland een ondiepe zee. Door het droge klimaat en de beperkte instroom van oceaanwater is er door indamping een dik pakket gesteente afgezet bestaand uit steenzouten en kleistenen. Dit is de Röt Formatie, gelegen op een diepte variërend tussen 300 en 500 meter. De steenzoutformatie die onderdeel uitmaakt van de Röt Formatie staat hier centraal.

Het Röt steenzout is dus gevormd door indamping van zeewater. Bij het indampen werden achtereenvolgens kalksteen, dolomiet, gips (anhydriet) en steenzout afgezet. Daarnaast zijn lokaal ook zand- en kleisteen gevormd.

In Twente bevindt het Röt steenzout zich in de ondergrond in vier lagen (A t/m D) gescheiden door kleisteenlagen. De potentieel instabiele cavernes bevinden zich in de lagen Zout A t/m Zout C. Wanneer de laag Zout C niet meer aanwezig is bestaat er een kans op instorting van het cavernedak.

Figuur 3-2: Geologische kalender

Een aantal van de oudere cavernes – ontwikkeld vóór circa 1980 – voldoen niet aan de huidige criteria voor duurzame stabiliteit. Voor die cavernes bestaat het risico op migratie, want die cavernes hebben een onvoldoende dikke zoutlaag boven de caveerne (het zogenoemde veiligheidsdak of zoutdak) om stabiliteit te bieden. Bovendien zijn deze cavernes te hoog wat bij migratie tot maaiveldverzakkingen en/of sinkholes leidt. Onder het bedrijfsterrein van Twence ligt een aantal van deze oudere cavernes.

Door de afwezigheid van het veiligheidsdak bestaat er een verhoogde kans op het bezwijken van het cavernedak. Bij het bezwijken van het cavernedak stort het plafond van de caveerne in. Als dit vele malen achter elkaar gebeurt 'kruip' de caveerne als het ware omhoog door de ondergrond, we spreken dan van caveerne migratie.

Op het punt in de ondergrond waarop ongeconsolideerde (losse) sedimenten (als klei of zand) worden bereikt, stort het gat in en ontstaat een verzakking aan het maaiveld. Zodoende kunnen te hoge cavernes, zonder intact veiligheidsdak, door migratie verzakkingen aan het maaiveld veroorzaken. Een verzakking kan ontstaan in de vorm van een zichtbare 'kom' in het landschap. Onderstaande foto illustreert dat.

MER PSCT



Figuur 3-3: Verzakking aan het maaiveld aan de Boekeloseveldweg.

In een enkel geval echter is er geen sprake meer van een verzakking, maar van een plotselinge instorting, een zogenaamde sinkhole. Dat is op 18 januari 1991 in Hengelo gebeurd: 'het gat van Hengelo'. Onderstaande foto laat dat zien.



Figuur 3-4: Sinkhole nabij Hengelo.

Wanneer een caveerne, die potentieel instabiel is, instort is niet te voorspellen, maar dat dat ooit gebeurt, staat vast. In feite is het risico op instorting dus 100% als er geen maatregelen worden genomen. Het risico verdwijnt als er proactief wordt ingegrepen door de cavernes te stabiliseren met een vulstof, zoals in dit proefproject.

Naar aanleiding van 'het gat van Hengelo' is een Stuurgroep ('Bodemdaling door zoutwinning Twente') in het leven geroepen om mogelijkheden te onderzoeken hoe groot de kans is op dergelijke calamiteiten en hoe deze voorkomen kunnen worden. In deze Stuurgroep zaten leden van de diverse betrokken overheden en AkzoNobel. Begin 2008 is door de Stuurgroep het 'plan van aanpak uitvoeringsfase' vastgesteld. Geconstateerd werd dat de kansen op bodemdaling per caveerne voor het overgrote deel voldoende bekend zijn. Voor een aantal cavernes is een actieplan opgesteld.

Het risico op het optreden van significante bodemdaling in de vorm van een kom of sinkhole is beperkt en daar waar de kans verhoogd is, is de omvang van de te verwachten bodemdaling in kaart gebracht.

De hoofdconclusie van het 'plan van aanpak uitvoeringsfase' is dat in alle gevallen letselrisico en acute calamiteiten zijn uitgesloten, zolang het opgestelde plan van aanpak door AkzoNobel wordt nageleefd. In dit plan staat hoe AkzoNobel de eventuele migratie van cavernes vroegtijdig kan signaleren.

MER PSCT

Wanneer door AkzoNobel migratie van een caveerne wordt gesignaleerd is er voldoende responsetijd voordat de migratie leidt tot significante bodemdaling. De responsetijd bedraagt circa 15-20 jaar en vormt de periode waarin maatregelen getroffen moeten worden.

Hoe wordt migratie van een caveerne vastgesteld?

De stabiliteit van cavernes met een verhoogd risico op significante bodemdaling wordt elke 5 jaar door middel van een sonarmeting bepaald. Een sonarmeting levert een beeld op van de vorm van de caveerne. Hierdoor is het mogelijk vast te stellen of het cavernedak sinds de vorige meting is bezweken. Wanneer dit het geval is, en daarmee migratie is vastgesteld, dan is er tenminste 15 jaar de tijd om maatregelen te treffen.

De Stuurgroep heeft 63 cavernes geïdentificeerd met een potentieel risico. Dit zijn dus potentieel instabiele cavernes waarvoor migratie op ieder moment kan beginnen. Als migratie begint, verandert het potentiële risico in een actueel risico op significante bodemdaling. Zonder maatregelen kan een migrerende caveerne tot een verzakking of instorting van het maaiveld leiden.

De door de Stuurgroep aanbevolen manier om de stabiliteit van een caveerne te vergroten, is het aanbrengen van een vulstof. Momenteel is de enig voorhanden zijnde vulstof een kalk en gips slurry, dat een restproduct is van het zoutfabricageproces. De 'productie' van deze slurry varieert sterk en het volume is te gering⁵ om een potentieel instabiele caveerne binnen een redelijke termijn te vullen, zeker indien meerdere cavernes tegelijkertijd moeten worden gestabiliseerd. De Stuurgroep heeft daarom geadviseerd te zoeken naar alternatieven voor de kalkslurry voor het stabiliseren van (potentieel) instabiele cavernes.

3.2 Noodzaak tot stabilisatie

Het achterwege blijven van stabilisatie van de 63 potentieel instabiele cavernes leidt in de toekomst tot komvorming en sinkhole vorming. Om in staat te zijn aan te geven waar dat optreedt, moet eeuwigdurende monitoring plaatsvinden. Indien door middel van monitoring geconstateerd wordt dat migratie van een caveerne een actueel risico vormt, kan AkzoNobel terugvallen op het gebruik van kalk- en gips slurry als vulstof voor het stabiliseren van de desbetreffende caveerne(s). Dit zal, gelet op de relatief beperkte hoeveelheid, geen soelaas bieden, zeker indien meerdere cavernes tegelijkertijd migreren.

Het kan dus niet worden vermeden dat cavernes gaan migreren, tot een verzakking aan het maaiveld leiden en mogelijk ontwikkelen tot een sinkhole. De gevolgen voor bovengrondse functies zijn niet te onderschatten. Omdat cavernes veelal langs wegen liggen, wordt de doorgang daarvan belemmerd. Het bovengrondse gebruik is nu veelal agrarisch. In een aantal gevallen is er sprake van bosschages en/of bospercelen.

Er zijn grote hoeveelheden grond nodig om de bovengrondse situatie enigszins te herstellen. Daar is nog slechts op beperkte schaal ervaring mee opgedaan.

De verzakking van het maaiveld door caveerne migratie en sinkhole vorming leidt tot instabiliteit van de bovengrond. Er is gedurende lange tijd, mogelijk jaren, sprake van inklinking en zijwaartse beweging van grond, waardoor het jaren kost om van een eenmaal ontstane verzakking en sinkhole een stabiel maaiveld te maken.

Ten aanzien van die termijn en de benodigde hoeveelheid aanvulmateriaal valt op dit moment geen voorspelling te maken. Om die reden is ook het 'gecontroleerd' in laten storten van een instabiele caveerne geen optie.

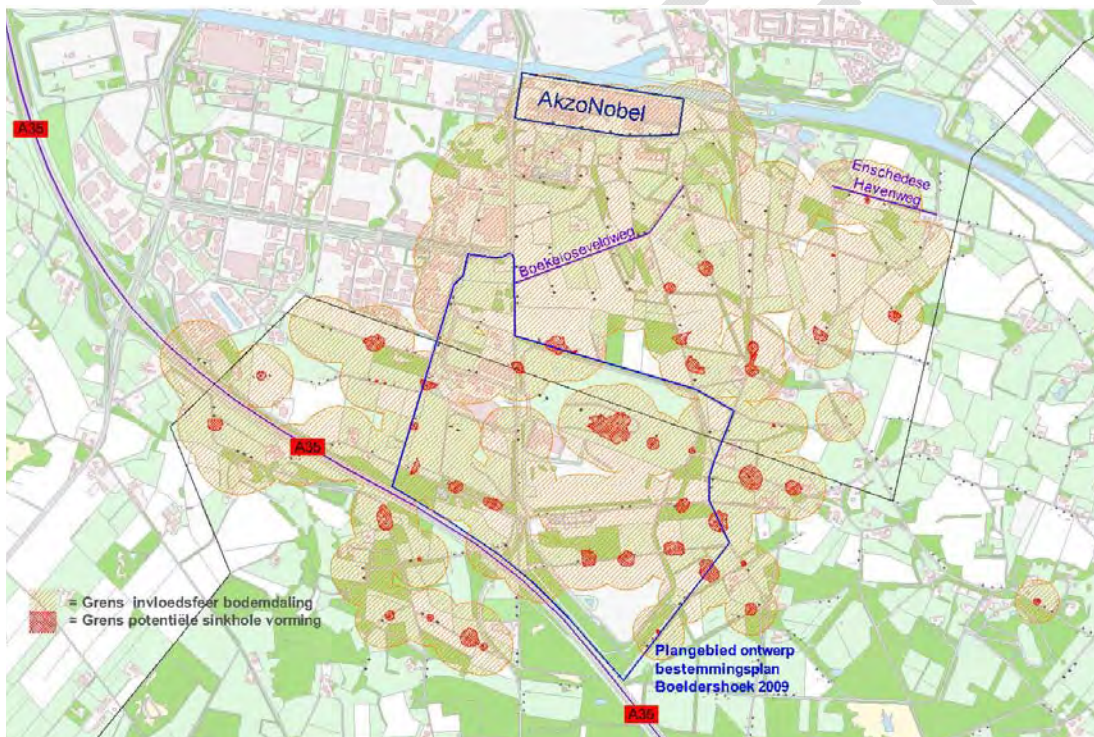
⁵ Het volume van de slurry in een caveerne wordt sterk beïnvloed door de waterfractie. Het gemiddelde jaarvolume van de vaste delen van de slurry wordt niet gemeten en is onbekend. AkzoNobel heeft ervaren dat voor een gemiddelde caveerne het vullen met deze slurry 5-10 jaar duurt.

MER PSCT

Wel is aan te geven dat de effecten van verzakking beperkt blijven tot de door de oranje lijn omsloten zones (Figuur 3-5). Sinkholes of (diepe) kommen zullen een verstoorde waterhuishouding veroorzaken. Het normale afvoerpatroon wordt immers doorbroken. Vanuit die optiek ligt een landbouwkundige functie niet voor de hand. Verzakkingen stagneren bovengrondse functies en ontwikkelingen. Onderbenutting ligt dan op de loer, tenzij bijzondere (door het beleid erkende) natuurwaarden tot stand komen.

Voor een aantal potentieel instabiele cavernes is stabilisatie mogelijk geen dringende noodzaak. Een voorstelbare reden hiervoor is dat de bovengrondse functie(s) nu en in de komende tientallen jaren niet onder druk komen te staan. Met andere woorden, er treedt geen omvangrijke schade op die de belangen van derden schaadt, dan wel een eventuele eigenaar wordt niet ingrijpend benadeeld. Vanwege juridische implicaties (en de mogelijk daaruit voortvloeiende financiële gevolgen) blijkt het lastig onderscheid te maken tussen cavernes die 'mogen' verzakken of instorten (accepteren) en cavernes waarvoor de noodzaak tot stabilisatie bestaat. Dat zal van caverne tot caverne bekeken moeten worden en valt buiten het 'schootsveld' van dit proefproject.

Indien AkzoNobel blijft bij het gebruik van kalk- en gipsslurry voor het stabiliseren van cavernes is – in theorie en met de huidige productiecapaciteit van het zoutbedrijf - circa 500 jaar nodig om alle 63 cavernes te stabiliseren. Omdat de mogelijkheden van zoutwinning door AkzoNobel in Twente veel eerder zijn uitgeput, levert de zoutwinning – in praktische zin - nooit voldoende kalk- en gipsslurry op om alle (potentieel) instabiele cavernes te stabiliseren.



Figuur 3-5: Invloedsfeer bodemdaling en potentiële sinkholes (indicatief).

MER PSCT

3.3 Grondstoffen voor vulstof

Het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) beschrijft het Nederlandse afvalbeleid. Uit het eerste LAP⁶ kwam naar voren dat - als vulstof - alleen (delf)stoffen als zand, klei, cement, etc. zijn toegestaan. Dit betreffen grondstoffen die een nuttige toepassing hebben: namelijk de stoffen die gewonnen of gefabriceerd worden met een doel (primaire grondstoffen). Daarnaast zijn er grondstoffen die als bijproduct of restproduct van een proces ontstaan en een nuttige toepassing hebben gekregen (secundaire grondstoffen). Het afvalstoffenbeleid in Nederland is er vooral op gericht zoveel mogelijk primaire grondstoffen te sparen. Resultaat daarvan is het Besluit Bodemkwaliteit, dat uitgaat van het zoveel als mogelijk hergebruiken van reststoffen. Omdat er voor het stabiliseren van cavernes door vulling zeer grote hoeveelheden materiaal nodig zijn, is het onwenselijk om primaire grondstoffen voor stabilisatie in te zetten. Om die reden is de inzet van secundaire grondstoffen overwogen. Echter, door hergebruik hebben deze secundaire grondstoffen een economische waarde gekregen – er moet voor betaald worden. Bovendien is voorstelbaar dat bij de inzet van die reststoffen voor toepassing als vulstof in cavernes enige verdringing in de markt optreedt, met als gevolg dat de prijzen stijgen. Het proefproject kan niet van de grond komen als er aan de reststoffen kosten zijn verbonden. Gelet op de noodzakelijke volumes, maakt dat het proefproject onbetaalbaar.

Bij de zoektocht naar geschikte grondstoffen voor de vulstof kwamen de reststoffen van afvalenergiecentrales (AEC's) als kansrijke mogelijkheid naar voren. Voor deze reststoffen is namelijk een geheel andere situatie aan de orde. Deze reststoffen blijven over na verbranding van afval en biomassa om energie op te wekken en kennen momenteel geen nuttige toepassing in Nederland. Zij worden gestort in Nederland of nuttig toegepast in het buitenland. De verwerking vergt aanzienlijke bedragen. Het kost dus geld om er van af te komen. Reststoffen van Nederlandse AEC's worden momenteel - tegen betaling - in Duitsland op grote schaal nuttig toegepast als vulstof voor zoutmijnen om inzakkingen van het maaiveld te voorkomen.

Twence heeft een viertal AEC's in Hengelo, waarvan één op biomassa wordt gestookt. De vrijkomende reststoffen lenen zich ervoor om te verwerken in een vulstof die ingezet wordt in cavernes. Gelet op het volume van de potentieel instabiele cavernes (gemiddeld 175.000 m³ per caverne) gaat het om een vraag naar tienduizenden tonnen reststoffen per jaar.

Naast reststoffen van AEC's zijn er reststoffen die weliswaar beschikbaar zijn, maar niet direct geschikt worden geacht voor het proefproject. Het gaat hierbij om baggerspecie, boorspecie (grond uit boortunnels), niet-reinigbare grond en nat zuiveringsslib van de afvalwaterzuivering. Het nadeel van deze reststoffen is dat ze heel divers in samenstelling kunnen zijn. Omdat de gevolgen hiervan onvoorspelbaar en ongunstig kunnen zijn, wordt het gebruik van dergelijke reststoffen in het proefproject vermeden.

Sinds juni 2009 is in Nederland een regeling van kracht die het als los materiaal storten van reststoffen van onder andere afvalenergiecentrales verbiedt. In Nederland worden, als tijdelijke oplossing, deze reststoffen geïmmobiliseerd en vervolgens gedeponeed op de Maasvlakte, de enige afzetmogelijkheid in Nederland. Nuttige toepassing bestaat alleen in het buitenland. Een meer blijvend geschikt alternatief voor nuttige toepassing in Nederland is tot op heden nog niet gevonden. De kosten van immobilisatie zijn aanzienlijk. In de praktijk betekent dit dat afvalenergiecentrales tussen € 75 en €160,00 per ton (exclusief transport) betalen om zich van deze reststoffen te ontdoen. Dit onderstreept de kansrijke mogelijkheid van de nuttige toepassing als grondstof van de vulstof om potentieel instabiele zoutcavernes te stabiliseren. Voor de financiële haalbaarheid van het proefproject moet worden uitgegaan van reststoffen waarvoor betaald wordt in plaats van stoffen die aangeschaft moeten worden. Paragraaf 5.2 gaat hier verder op in.

⁶ Landelijk afvalbeheerplan 2003-2009

MER PSCT

3.4 Proefproject

In het tweede LAP, dat een geldigheidsduur heeft van 2009-2015 (met een doorkijk tot 2021), wordt in paragraaf 21.17.3 specifiek aandacht besteed aan de problematiek van (instabiele) zoutcavernes.

Die paragraaf geeft onder meer de mogelijkheid voor een onderzoeksproject ('pilot') naar het gebruik van niet bodemeigen afvalstoffen voor het maken van een milieuhygiënisch en bedrijfsmatig geaccepteerde vulstof voor (potentieel) instabiele cavernes.

In Nederland is nog geen ervaring opgedaan met het gebruik van afvalstoffen voor het stabiliseren van cavernes, die niet afkomstig zijn van het eigen winning- of productieproces. In afstemming met het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, SodM en het bevoegd gezag (Ministerie van EZ, de provincie Overijssel en gemeente) kan een pilot gestart worden met als doel 'te bepalen welke niet-bodemeigen afvalstoffen onder welke voorwaarden zonder milieuhygiënische risico's in principe toegepast kunnen worden voor het stabiliseren van (potentieel) instabiele cavernes'.

Na literatuurstudies, theoretisch onderzoek en experimenten op laboratoriumschaal, uitgevoerd door in paragraaf 3.5 genoemde instituten, kan alleen leerervaring worden opgedaan door een proefproject, een pilot: welke specifieke methode van vullen en welke specifieke receptuur is het meest geschikt voor de situatie in Twente?

Vulmethode en receptuur van de vulstof moeten namelijk afgestemd worden op de lokale situatie, de caveerne geometrie en bijbehorende geologie, en de beschikbaarheid van bruikbare reststoffen, zoals die van afvalenergiecentrales.

Door de pilot in de vorm van een samenwerking tussen AkzoNobel en Twence uit te voeren snijdt het mes aan twee kanten. De samenwerking stelt AkzoNobel in staat om het proefproject te richten op cavernes onder de - qua bovengrondse activiteiten -gecontroleerde omgeving en vergunde inrichting van Twence. Het biedt Twence de mogelijkheid van een nuttige toepassing voor haar reststoffen en vergroot de toekomstige gebruiksmogelijkheden van haar gronden ter plaatse van potentieel instabiele cavernes. AkzoNobel en Twence versterken zo hun duurzame relatie die al gestalte heeft gekregen in de vorm van een stoomleiding tussen de bedrijven.

Voor de uitvoering van het proefproject is zowel door AkzoNobel als door Twence geld vrijgemaakt. Het betreffen investeringen in:

- Onderzoeken die in dit MER worden aangehaald,
- Ontwerp van de vulstofproductie installatie,
- Het leggen en onderhouden van contacten met kennisdragers,
- Het betrekken en informeren van stakeholders,
- Het verkrijgen van juridische toestemmingen,
- Het realiseren en in werking hebben van de installatie voor het aanbrengen van de vulstof,
- Het realiseren en in werking hebben van een pekel indampinstallatie,
- Het monitoren en rapporteren van resultaten van het proefproject.

MER PSCT

Praktijk van zoutwinning

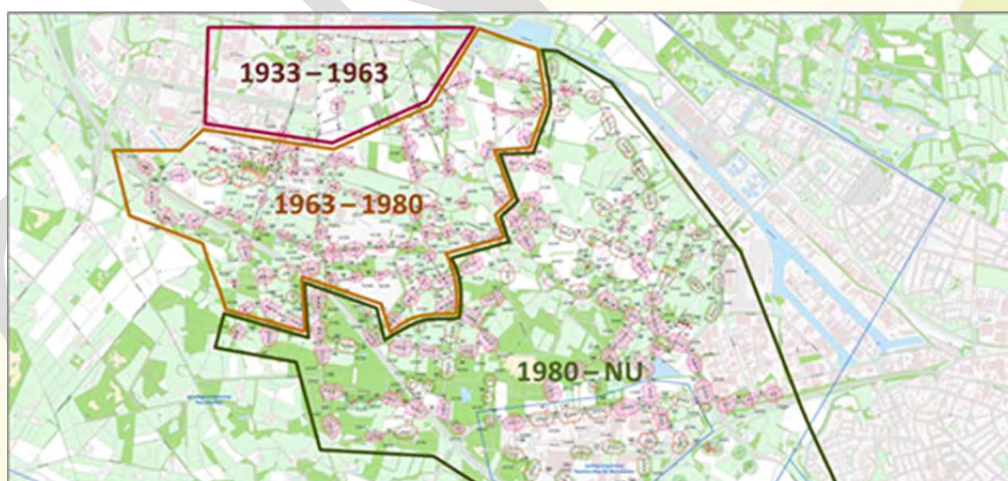
De zoutwinning in Twente, binnen het zogeheten Twenthe-Rijn concessie gebied, ging in 1933 van start na voltooiing van het Twente-Rijn kanaal. De eerste cavernes werden ontwikkeld met zeer beperkte kennis over 'uitloogtechniek', de techniek om de groei van een caveerne in de diepe ondergrond te beheersen en te sturen. Cavernes uit die tijd hebben de vorm van een trechter. De gemiddelde hoogte van deze cavernes is daardoor zeer beperkt.

Vanaf het begin van de jaren zestig van de vorige eeuw veranderde de uitloogtechniek met het oog op het vergroten van de productie. Met de opgebouwde kennis kon de groei van een caveerne beter gestuurd worden. Ook werd er in die tijd voor het eerst sonar techniek toegepast om de vorm van de caveerne in beeld te brengen. Door het gebruik van sonar werden er grote sprongen gemaakt in de kennis over uitloogtechniek in Twente. Hierdoor kregen cavernes in deze tijd meer de vorm van een cilinder en nam ten opzichte van de eerdere trechervorm de gemiddelde hoogte van een caveerne toe.

Ook begonnen er zich rond deze tijd duidelijk zichtbare bodemdalingskommen te vormen in het gebied rond de huidige locatie van AkzoNobel in Hengelo. De relatie met de cavernes was evident. De oorzaak van de bodemdaling was de migratie van de trechervormige cavernes. Door regelmatige metingen aan het maaiveld wordt de situatie tot op de dag van vandaag in de gaten gehouden. Omdat het om een redelijk voorspelbare en geleidelijke daling van het maaiveld gaat, werd op dat moment de situatie onder controle geacht. De meest recente metingen boven de trechervormige cavernes laten zien dat de dalingssnelheid nog maar zeer gering is en verdere zakking niet te verwachten is.

Desondanks ontstond er op 18 januari 1991, onverwacht, een zogenaamde 'sinkhole' boven caveerne-nummer 70 (zie Figuur 3-4). Dit was de aanleiding voor beraadslagingen en een zoektocht naar een aanpak, resulterend in het rapport van de Stuurgroep. Deze pilot geeft invulling aan de uitkomsten van dat rapport. Hiernaast is een aangepaste uitloogtechniek ontwikkeld om duurzame stabiliteit van de cavernes te waarborgen, bodemdaling te minimaliseren en sinkhole-vorming uit te sluiten.

Deze vernieuwde en verbeterde criteria voor uitloging zijn vastgelegd in de "Good Salt Mining Practice" (GSMP). Cavernes ontwikkeld vanaf circa 1980 voldoen aan het GSMP. Samenvattend is het Twenthe-Rijn concessie gebied in drie gebieden op te delen: trechervormige cavernes ontwikkeld tussen 1933 en begin jaren zestig, cilindervormige cavernes die niet allemaal voldoen aan de GSMP en ontwikkeld zijn vanaf begin jaren zestig tot circa 1980, en de duurzaam stabiele cavernes ontwikkeld vanaf circa 1980.



Deze pilot is van toepassing op het gebied waaronder zich de cavernes bevinden die niet volgens de richtlijnen in het GSMP zijn ontwikkeld en tot een sinkhole kunnen leiden.

MER PSCT

3.5 Zoektocht naar mogelijkheden vulstof

Door AkzoNobel is een verkenning uitgevoerd naar mogelijke vormen van stabilisatie van (potentieel) instabiele mijnopeningen, zoals cavernes, die elders in de wereld toegepast worden. Stabilisatie door middel van het aanbrengen van een vulstof in ondergrondse holtes (ontstaan door mijnbouwactiviteiten) is een techniek die veel is toegepast, bijvoorbeeld in de ertsmijnbouw en kolenmijnbouw.

Het stabiliseren van zoutmijnen met vulstoffen op basis van afvalstoffen wordt voornamelijk in Duitsland veel toegepast. Stabilisatie met andere grondstoffen voor vulstoffen gebeurt in de VS en noordwest Engeland (Northwich: groutmix met verpulverde verbrandingsassen, pekkel en cement). Er zijn verscheidene voorbeelden te vinden van succesvolle toepassingen van deze techniek voor stabilisatie van mijnschachten en gangen in (kalium) zoutmijnen in Duitsland. Bij veel van deze projecten was het bedrijf K-UTECH AG Salt Technologies als adviseur betrokken. Zij bepaalden de samenstelling van de vulstof met stabiliserende werking en hielpen bij het aantonen van de integriteit van de opgevulde mijnen op lange termijn. Met het stabiliseren van door oplossingsmijnbouw ontstane cavernes met een op afvalstoffen gebaseerde vulstof is echter nog maar weinig ervaring opgedaan. Dit proefproject beoogt daar verandering in te brengen.

AkzoNobel kan het onderzoek voor deze pilot niet alléén bewerkstelligen, omdat zij daarvoor de expertise op een aantal deelterreinen ontbeert. Daarom wordt er samengewerkt met externe partijen. De belangrijkste van deze is Twence, waarmee een samenwerkingscontract is aangegaan voor de uitvoering van het project. Twence heeft reststoffen beschikbaar en een uitgebreide ervaring op het gebied van verwerking van afvalstoffen tot secundaire grondstoffen.

In Duitsland stuitte AkzoNobel op interessante mogelijkheden vanuit instituten en organisaties als Technische Universität Clausthal, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover en diverse milieu-instituten. Zoals gezegd, heeft het technisch milieu-instituut K-UTECH recepturen ontwikkeld om mijnopeningen te verstevigen, gebruikmakend van reststoffen van AEC's. Deze reststoffen hebben, mits in de juiste verhoudingen gemengd, een uithardend, consoliderend en daarmee stabiliserend vermogen. Vanwege het zoute karakter van deze stoffen zijn ze prima te combineren met pekkel. Deze stoffen lijken dus zeer geschikt als basis voor een vulstof voor potentieel instabiele cavernes. Deze internationale kennis over de stabilisatie van mijnopeningen wordt toegepast in dit proefproject.

Binnen dit proefproject wordt in internationaal verband samengewerkt met de volgende kennisdragers en experts:

Bedrijf	Expertise	Bijdrage
AkzoNobel Industrial Chemicals B.V	Zoutwinning en duurzame ondergrondse opslag	Penvoerder project, operator van het mijnbouwwerk (cavernes)
Twence B.V. Afval en Energie	Afvalverwerking en energieopwekking	Kennis op het gebied van reststoffen, eigenschappen en verwerkingsmethoden
Deltares	Duurzaam gebruik (ondiepe) ondergrond en geassocieerde risico's voor mens en milieu	Identificatie van risico's van het stabilisatieproces.
TNO		
Well Engineering Partners	Oplosmijnbouw, boortechniek, en bodemdaling	Identificatie van risico's van het stabilisatieproces
K-UTECH AG Salt Technologies	(kalium)Zoutmijnbouw en stabilisatie van mijnbouwwerken door toepassing van vulstoffen	Ontwikkelaar van de receptuur voor de vulstof, identificeren en kwantificeren van risico's (installaties en stabilisatieproces)
Institut für Gebirgsmechanik GmbH	Zoutgerelateerde gesteentemechanica	Identificatie van risico's aan het stabilisatieproces
GeoControl	Bodemdaling en mijnschade	Identificatie van risico's aan het stabilisatieproces en inzichten in benodigde sterkte en consolidatie eigenschappen van de vulstof.

MER PSCT

Bedrijf	Expertise	Bijdrage
Universiteit Utrecht, afdeling Aardwetenschappen	Gedrag van zout in de ondergrond, en geohydrologie	Identificatie van risico's aan het stabilisatieproces.
Technische Universiteit Delft, afdeling Geotechnologie	Grondmechanica en gesteente mechanica	Risicoidentificatie van stabilisatie proces en inzicht in benodigde sterkte en consolidatie eigenschappen.
Quintessa	Geologisch modelleren, risico-analyses	Risicoanalyse van aanbrengen en opslaan van vulstoffen in cavernes, ontwerp risicobeheersplan en monitoringplan
Royal HaskoningDHV	Geotechniek	Mechanisch gedrag van de vulstof en systeemstabiliteit
Solution Mining Research Institute (SMRI)	Brede kennis als branche gerichte organisatie	Kennis ondersteuning

Tabel 3-1: Betrokken kennisdragers en experts.

Benadrukt moet worden dat de uitdaging om een - voor deze Nederlandse situatie geschikte - vulstof te ontwikkelen appelleert aan de laatste wetenschappelijke inzichten. De eisen die aan een geschikte vulstof worden gesteld betreffen een breed spectrum aan kwaliteiten en zijn van grote invloed op het bereiken van duurzame insluiting en stabiliteit.

Duurzame insluiting betekent dat de vulstof en vloeistoffen die daarmee in aanraking zijn geweest niet in het bereik kunnen komen van het milieu. Denk hierbij aan grondwater, de bodem waarin de vegetatie wortelt en bodemleven aanwezig is, dieren en mensen. De cavernes bevinden zich op grote diepte en de geologie in Twente vormt een barrière tussen de caveerne met vulstof en de biosfeer. De barrière wordt gevormd door het zout zelf maar ook door de kleisteenlagen boven het zout. Zij zijn ondoordringbaar voor de vulstof en vloeistoffen en/of pekels die daarmee in aanraking zijn geweest.

3.6 Doelstelling voorgenomen activiteit

De pilot omvat het onderzoek naar en het in praktijk brengen van het produceren en aanbrengen van een vulstof in (potentieel) instabiele cavernes. De praktische uitvoering van dat onderzoek vormt de voorgenomen activiteit. Met het oog op bovenstaande luidt de doelstelling voor de voorgenomen activiteit:

Het opdoen van leerervaringen met het produceren en aanbrengen van vulstoffen op basis van afvalstoffen in (potentieel) instabiele cavernes onder de voorwaarde van een milieuhygiënisch en bedrijfsmatig geaccepteerde aanpak, waarbij de gekozen grondstoffen voor een vulstof voldoende voorhanden zijn om adequaat te kunnen reageren indien er sprake is van migratie van meerdere cavernes tegelijkertijd, met het oog op het voorkomen van verzakking en/of instorting aan het maaiveld.

Het doorlopen van een succesvolle pilot leidt uiteindelijk tot een veiligere leefomgeving; verzakkingen en/of instortingen kunnen worden voorkomen door (preventief) vulstof aan te brengen, de ontwikkeling van bovengrondse activiteiten wordt niet (meer) beperkt door een risico op verzakkingen van het maaiveld en delen van het mijnbouwwerk (wat alle cavernes samen in feite zijn) kunnen verantwoord afgesloten worden.

De succesfactoren voor het proefproject zijn de volgende:

- Het aantonen van duurzame insluiting en effectieve stabilisatie,
- Een doelmatige uitvoering van stabilisatie,
- Afwezigheid van signalen dat toekomstige monitoringsresultaten minder gunstig uitvallen.

MER PSCT

- Maatschappelijke acceptatie van deze wijze van stabiliseren – door de inzet van reststoffen van AEC's die daardoor een nuttige toepassing krijgen in Nederland.

3.7 Duurzame insluiting

Een randvoorwaarde voor het gebruik van reststoffen van AEC's voor stabilisatie is dat de duurzame insluiting ervan gewaarborgd is. Concreet betekent dit dat het grondwater niet verontreinigd mag worden om het risico voor mens en milieu uit te sluiten. Dat wil zeggen dat het risico dat er reststof of vervuilde pekkel in het grondwater terecht komt zo klein is dat het als verwaarloosbaar beschouwd mag worden. Er is hiertoe een uitgebreide (kwantitatieve en kwalitatieve) risicoanalyse gemaakt, zoals te lezen is in paragraaf 4.2.3.

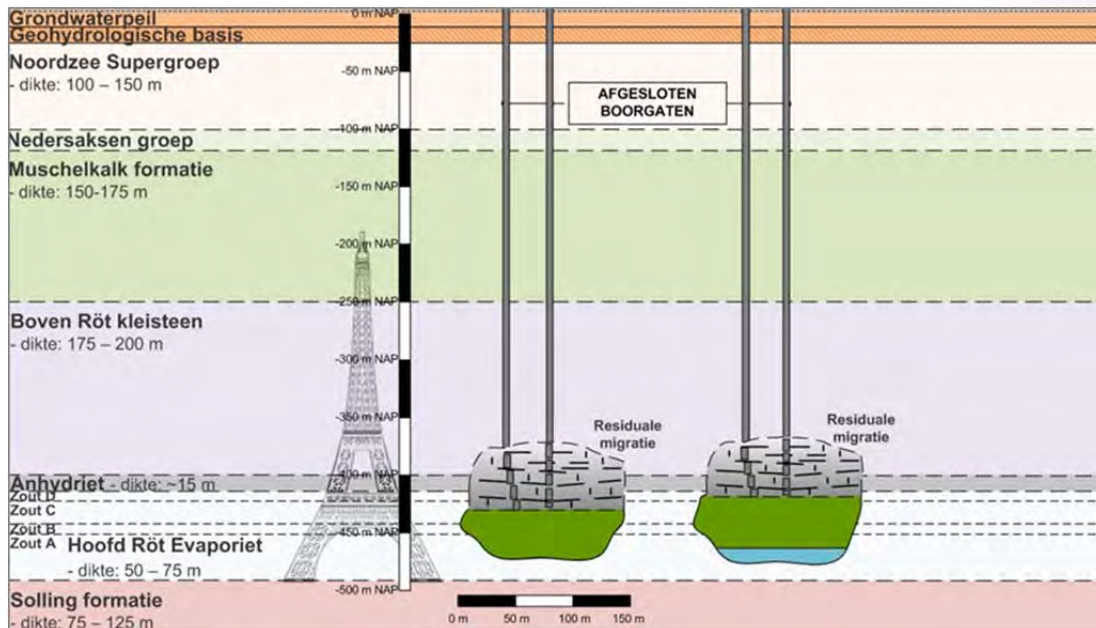
Onderstaande paragrafen richten zich specifiek op de aanwezige natuurlijke barrières, de effecten van bodemtrillingen door zowel natuurlijke als door gaswinning veroorzaakte aardbevingen, en op het plastisch (of vervormbaar) gedrag van zout, allen in relatie tot duurzame insluiting.

3.7.1 Aanwezige natuurlijke barrières

Bij het aanbrengen moet verspreiding van de vulstof (met afvalstoffen als grondstof) voorkomen worden. Omdat een caveerne niet voor 100% wordt gevuld, zal de migratie van zo'n caveerne niet in één keer stoppen ('residuale migratie', Figuur 3-6). Er kan verspreiding in gesteentelagen boven de caveerne plaatsvinden. Deze verspreiding kan betrekking hebben op de vulstof zelf en op het poriewater dat vrijkomt bij het consolideren van de vulstof. Dit poriewater kan verhoogde gehalten aan zware metalen bevatten. Met andere woorden, de vulstof vult primair de caveerne, maar kan bij verdere migratie van de caveerne in de boven de caveerne aanwezige gesteentelagen doordringen. Omdat verspreiding van de vulstof en het daaruit vrijkomende poriewater voorkomen moet worden, is er een maximale maat voor de toelaatbare caveerne migratie.

Deze maximale maat is een veilige maat, immers nog toelaatbaar. Dat wil zeggen dat bij overschrijding ervan er nog geen sprake is van contact tussen de vulstof en/of het vrijkomend poriewater en bijvoorbeeld grondwater. Bij forse overschrijding is de kans daarop wel aanwezig. Met deze gedachte wordt een maximale toelaatbare migratiehoogte van de caveerne vastgesteld.

MER PSCT



Figuur 3-6: Veilig en effectief gestabiliseerde caveerne

De betrouwbaarheid van duurzame insluiting hangt samen met de geohydrologische isolatie van de caveerne. Indien de laagpakketten boven en onder het zout impermeabel zijn of uitsluitend statisch water bevatten, zal geen verspreiding van stoffen vanuit de caveerne plaatsvinden. Aan de hand van een uitgevoerde risicoanalyse is vastgesteld dat er onzekerheden zijn ten aanzien van de aanwezigheid van verspreidingspaden zoals breuken of niet afgesloten boorgaten. Uit de analyse blijkt dat de risico's op verspreiding samenhangend met deze onzekerheden als verwaarloosbaar zijn te beschouwen.

De gesteentelaag onder het zout bestaat uit een klei/zand gesteente (Solling Fomatie) dat in bepaalde mate doorlatend is. Het in die laag aanwezige water bevat hoogstwaarschijnlijk opgeloste pekkel. Aangenomen wordt dat de stroomsnelheid in het gesteente zeer laag is, omdat het Rötzout anders al uitgeloozd zou zijn. Daarnaast vormt het Rötzout zelf een barrière naar de hoger in het profiel aanwezige watervoerende lagen. Dit ondersteunt de stelling dat de kans op verspreiding van stoffen vanuit de caveerne via het onder het zout gelegen pakket verwaarloosbaar is.

Het Rötzout, de laag waarin de cavernes aanwezig zijn, is een zeer dicht en ondoorlaatbaar gesteente. De kans dat er verspreiding van stoffen via het Rötzout optreedt (bijvoorbeeld lateraal), is vrijwel uitgesloten.

De deklaag boven het Rötzout bestaat uit tenminste 150 meter kleigesteente (voornamelijk Röt kleisteen). Dit gesteente is vrijwel impermeabel, zodat daardoor geen stroming van water (al of niet met opgenomen stoffen) plaatsvindt. Door de dikte van het pakket is de kans dat via dit gesteente verspreiding van in het water aanwezige stoffen optreedt, zeer gering of zelfs afwezig.

3.7.2 Aardbevingsrisico

Deze paragraaf gaat in op het risico van aardbevingen op cavernes. Zoutwinning in Twente leidt niet tot aardbevingen.

In het gebied waar zich de cavernes bevinden, is geen actieve geologische breukwerking met aardbevingen (zie Figuur 3-7). Het gebied ligt wel binnen de invloedssfeer van aardbevingen in het zuiden van Nederland en van aardbevingen in het Roergebied in Duitsland. Deze natuurlijke aardbevingen treden op als gevolg van tektonische bewegingen langs

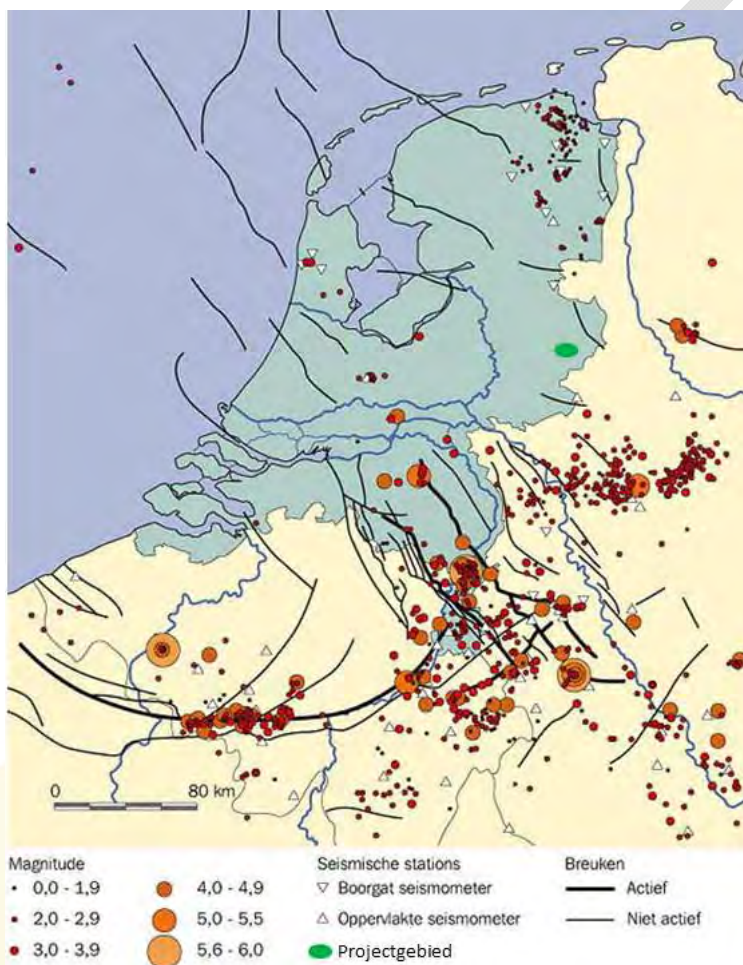
MER PSCT

breuken. Aangenomen wordt dat de groundbeweging veroorzaakt door zulke aardbevingen niet zo hevig is dat (potentieel) instabiele cavernes hierdoor gaan migreren.

In algemene zin kan gesteld worden dat aardbevingen voornamelijk schade veroorzaken aan het aardoppervlak. De effecten in de ondergrond zijn veel minder groot. Omdat de cavernes op circa 350 tot 500 m onder het aardoppervlak liggen, is de kans dat hun migratie wordt versneld door aardbevingen minimaal.

Het KNMI geeft op haar website veel informatie over gemeten bevingen en te verwachten bevingsterkte in Nederland. De maximale gemeten bevingsterkte in Nederland is 5,8 op de schaal van Richter (aardbeving Roermond, april 1992). Uit een studie naar het seismische risico in Nederland is af te leiden dat een aardbeving met een sterkte van 4 op de schaal van Richter in Twente gemiddeld eens in de ongeveer 500 jaar voorkomt. Infrastructuur op of net onder het aardoppervlak (boorgatafsluiters, buisleidingen, boorgaten) is goed bestand tegen dergelijke bevingen. Aardbevingen met hogere magnitudes komen nog veel minder vaak voor. Geconcludeerd wordt dat het risico op schade aan het cavernesysteem als gevolg van aardbevingen zeer gering is.

Er is geen gaswinning in het gebied, waardoor geen sprake is van door gaswinning veroorzaakte bodemdaling en/of door gaswinning veroorzaakte bodemtrillingen. De situatie rond de gaswinning in Groningen is van een geheel andere orde en niet vergelijkbaar met de zoutwinning in Twente.



Figuur 3-7: Ligging van breuksystemen, locatie en sterkte van aardbevingen (1900 tot 1996) (bron: KNMI)

MER PSCT

3.7.3 Plastisch gedrag van zout

Zout is een plastisch gesteente; het vloeit – weliswaar zeer langzaam - onder hoge druk. Door deze eigenschap heeft zout bij drukverschillen het vermogen holle ruimtes en breuken dicht te vloeien. In dat opzicht gedraagt zout zich als gletsjerijs. We noemen die eigenschap zoutkruip. Zoutkruip kan leiden tot het langzaam ‘dichtvloeien’ van cavernes en daarmee tot een zeer geringe en beheersbare bodemdaling aan het maaiveld.

Sinds de jaren '50 worden van de zoutwinning in Hengelo/Enschede op regelmatige basis de maaiveldhoogten gemeten door middel van waterpassen. Dat levert gegevens op waarmee zoutkruip bepaald kan worden.

In 2006 is in samenspraak met SodM vastgesteld dat de door zoutkruip veroorzaakte verkleining van de zoutcavernes zich beperkt tot $8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}^3$ per jaar, ofwel een jaarlijkse verkleining met 0,08 %. Dit is vrijwel verwaarloosbaar ten opzichte van de effecten van caveerne migratie. Overigens is zoutkruip wel meegenomen in de uitgevoerde risicoanalyse (paragraaf 4.2.3).

Door de zoutwinning zijn er veel meetgegevens van het projectgebied beschikbaar. Het betreffen resultaten van seismisch onderzoek en sonarmetingen. De gegevens tonen aan dat het Rötzout niet is doorgedrongen tot in de bovenliggende Röt kleisteen en/of Muschelkalk. Het onderbouwt de stelling dat er geen actieve breuken zijn en bevestigt de afsluitende werking van de bovenliggende kleistenen.

3.8 Gebiedsproces

Voor AkzoNobel en voor Twence is een goede communicatie met de omgeving van groot belang. De Twentse zoutwinning en de bedrijfsactiviteit van Twence kent vele belanghebbenden, van grondeigenaren en bewoners tot gemeenten en andere overheden. AkzoNobel en Twence hebben met deze belanghebbenden vaak al jarenlang een goede relatie. Dat willen de bedrijven graag zo houden, omdat lokaal draagvlak als voorwaarde voor een duurzame zoutwinning c.q. afvalverwerking wordt gezien.

Voor afstemming en toetsing van het traject is een contactgroep samengesteld, bestaande uit Ministerie van EZ, Ministerie van I&M, Staatstoezicht op de Mijnen, Provincie Overijssel en de gemeenten Enschede en Hengelo, die op regelmatige basis bij elkaar komt.

Tabel 3-2 geeft een overzicht van voorlichting en communicatie in de voorbereidingsfase van de voorgenomen activiteit. Op 22 maart 2012 (Figuur 3-8) en 25 april 2013 is er een inloopavond gehouden voor omwonenden. Hier hebben AkzoNobel en Twence de voorgenomen activiteit gepresenteerd en de procedures toegelicht.



Figuur 3-8: Impressie inloopavond maart 2012

MER PSCT

Publiek of doelgroep	Toelichting	Datum
Provincie Overijssel	Overleg met vergunningverleners, specialisten en lid Contactgroep.	13-1-2011 en 28-3-2011
Gemeente Enschede	Informeel toelichting op ambtelijk niveau	28-1-2011
	Toelichting aan de gemeenteraad en wethouder van Agteren	1-10-2012
AkzoNobel OR	Toelichting aan de Ondernemingsraad AkzoNobel Hengelo	10-3-2011
Gemeente Hengelo	Informeel toelichting op ambtelijk niveau	6-6-2011, 30-1-2012
	Toelichting aan het College van Burgemeester en Wethouders	14-6-2011
	Toelichting aan de gemeenteraad en het College van B&W	3-2-2012
	Toelichting aan Wethouder Oude Alink n.a.v. artikel TC Tubantia	4-4-2012
Gemeente Hengelo	Toelichting aan de gemeenteraad en wethouder Oude Alink	20-11-2012
Waterschap Regge en Dinkel	Informeel toelichting specialist Waterschap	23-6-2011
Vitens	Informeel toelichting specialist waterleidingbedrijf Vitens	5-7-2011
Natuur en Milieuraad Hengelo en Enschede	Informeel toelichting specialisten NMRH en NMRE	25-7-2011
	Informeel toelichting specialisten NMRH	15-1-2013
	Informeel toelichting specialisten NMRE, NMO en Huize Aarde	11-3-2013
Natuur en Milieu Overijssel	Informeel toelichting specialist NMO	12-9-2011
TU Delft	Toelichting aan studenten en specialisten van de TU Delft, afdeling Technische Aardwetenschappen	19-10-2011
Vereniging Behoud Twekkelo	Toelichting van de ontwikkeling en de activiteiten	13-2-2012
		18-3-2013
Industriekring Twentekanaal	Toelichting tijdens bijeenkomst van circa 50 bedrijven van Twentekanaal	7-3-2012
TC Tubantia	N.a.v. is een artikel in TC Tubantia verschenen op 21-03-2012	19-3-2012
	Bericht in TC Tubantia	20-12-2012
Bewoners en belanghebbenden	Inloopavond voor bewoners en belanghebbenden, circa 100 bezoekers	22-3-2012
	Inloopavond voor bewoners en belanghebbenden	25-4-2013
Socialistische Partij	Informeel toelichting aan SP, gemeenteraadsleden Hengelo & Enschede, GS Overijssel en 2 ^{de} Kamerlid Paulus Jansen	2-4-2012
Ministerie EL&I	Toelichting op ambtelijk niveau	15-5-2012
Ministerie I&M	Overleg met specialisten Bssa	10-9-2012
Staatstoezicht op de Mijnen	Toelichting en discussie met specialisten	15-5-2012

Tabel 3-2: Overzicht voorlichting en communicatie

MER PSCT

4 Het proefproject

4.1 Inleiding

Deze pilot is een onderzoeksproject. Binnen de pilot onderscheiden we een deel gericht op theoretisch onderzoek en een op de uitvoering gericht onderzoeksdeel. Dit milieueffectrapport gaat in op het uitvoeringsdeel, waarbij ter onderbouwing en/of verantwoording het theoretisch onderzoek wordt gebruikt. Een schematische weergave van alle stappen in het uitvoeringsdeel is te vinden in bijlage 3.

4.2 Theoretisch onderzoeksdeel

In het theoretisch onderzoeksdeel zijn de volgende kwesties onder de loep genomen:

1. Verantwoording voor de keuze van reststoffen van een AEC/BEC⁷,
2. Receptuur van de vulstof,
3. Risicoanalyse met het oog op duurzame insluiting (korte en lange termijn),
4. Bepaling en selectie van te stabiliseren cavernes.

4.2.1 Verantwoording reststoffen

Kernvraag die hier beantwoord moet worden:

- Welke reststoffen zijn het meest geschikt als grondstof voor een vulstof?

In aansluiting op de onderbouwing en verantwoording van de keuze van AEC reststoffen in paragraaf 3.3 geeft Tabel 4-1 een overzicht van mogelijk geschikte grondstoffen voor de vulstof. De geschiktheid van stoffen is op te delen in drie categorieën. Als eerste die stoffen die nu in de vulstof samenstelling zijn opgenomen en onderzocht zijn op hun stabiliserende werking en impact op het milieu (*Ja* in de kolom 'geschikt'). Dan zijn er stoffen die naar verwachting geschikt gemaakt kunnen worden voor toepassing als grondstof na onderzoek (*Mogelijk* in de kolom 'geschikt'). Als laatste zijn er stoffen die op termijn mogelijk geschikt gemaakt kunnen worden na een voorbehandeling en verder onderzoek (*Op termijn* in de kolom 'geschikt'). Het betreft in alle gevallen reststoffen die in voldoende mate beschikbaar zijn om als grondstof voor een vulstof te dienen.

Reststoffen	Gestort?	Geschikt?
Reststoffen AEC / BEC		
AEC bodemas	Nee	Ja
AEC-vliegas*	Ja	Ja
AEC-ketelas	Ja	Ja
Rookgasreinigingszouten*	Ja	Ja
Filterkoek	Ja	Mogelijk
Slib	Ja	Mogelijk
RO gips	Ja	Mogelijk
BEC Bodemas	Nee	Ja
BEC Vliegas	Ja	Ja

⁷ BEC: Biomassa energiecentrale

MER PSCT

Reststoffen	Gestort?	Geschikt?
BEC Rookgasreinigingszouten*	Ja	Ja
BEC Ketelas	Nee	Ja
Reststoffen (water)bodemsanering		
Niet-reinigbare grond en grondreinigingsresidu	Ja	Op termijn
Baggerspecie	Ja	Op termijn
Reststoffen Afvalwaterzuivering		
Nat zuiveringsslib Bedrijfsafvalwater	Ja	Op termijn
Nat zuiveringsslib Gemeentelijk afvalwater	Ja	Op termijn
Reststoffen Metallurgische- en Mijnbouwindustrie		
Fosforslakken	Nee	Op termijn
Hoogovenstukslak	Nee	Op termijn
Staalslakken	Nee	Op termijn
Hoogovengasstof en elektro-ovenstof	Ja	Op termijn
Koepelovenstof	Ja	Op termijn
(Oliehoudend) boorgruis en boorspoeling	Nee	Op termijn
Bypass stof uit de cement industrie	Nee	Ja
Boorspecie (grond uit boortunnels)	Ja	Op termijn

Tabel 4-1: Overzicht mogelijke reststoffen

* gevaarlijke afvalstof overeenkomstig richtlijn 91/689/EEG

Gelet op de betrokkenheid van Twence en directe beschikbaarheid gaat voor het proefproject de voorkeur uit naar reststoffen van de AEC's van Twence en vergelijkbare installaties in de regio. Naar de toekomst toe komen mogelijk ook andere stoffen in aanmerking voor toepassing als grondstof voor de vulstof. Deze stoffen (in de tabel aangegeven door middel van 'op termijn') worden niet binnen de kaders van het proefproject toegepast.

4.2.2 Receptuur van de vulstof

Kernvraag die hier beantwoord moet worden:

- Wat is de juiste samenstelling, of receptuur, van de vulstof om cavernes duurzaam te stabiliseren?

Om te komen tot een vulstof die voldoende stabiliserende eigenschappen heeft, is een uitgebreide fase van onderzoek en testen nodig. Er zijn veel variabelen: meerdere typen grondstoffen (binnen de geselecteerde categorie) en uiteenlopende mengverhoudingen. De opgave is om een optimum te vinden, waarbij sprake is van de toepassing van meerdere grondstoffen (en pekels). De in de vorige paragraaf genoemde geschikte reststoffen hebben elk specifieke eigenschappen en vertonen verschillend gedrag. Met de opgedane kennis en ervaring in met name Duitsland moeten de kenmerken en het gedrag van de vulstof worden bepaald. Dit geldt voor de twee fasen waarin de vulstof zich bevindt, namelijk als:

- thixotrope vloeistof⁸ gedurende het transport door leidingen vanaf de vulstofproductie installatie tot in de caveerne, en
- als pasteus⁹ tot vast materiaal in de caveerne.

⁸ vloeistof die extra vloeibaar wordt door omroeren of schudden, maar snel dikker wordt zodra dit stopt.

⁹ 'deegachtig'.

MER PSCT

De kenmerken en het gedrag betreffen:

- Mineralogie
- Sedimentatievermogen
- Vervorming onder druk en stroming (uitharding)
- Consolidatie en doorlatendheid
- Kwaliteit van het poriewater (als gevolg van uitwisseling met de vaste fase)
- Vorming van waterstofgas in het productieproces en in de caveerne.

Hiernaast is er een aantal praktische overwegingen dat appelleert aan de productie van de vulstof en het proces van het aanbrengen van de vulstof in de caveerne:

- Mengverhoudingen van stoffen en hun beschikbaarheid,
- Reactietijden, gelet op controle op en capaciteit van het productieproces,
- Snelheid van uitharden in het licht van verpompbaarheid,
- Vullingsgraad van de caveerne,
- Snelheid van consolidatie met het oog op de periode van stabilisatie.

Uitgegaan wordt van een vullingsgraad van circa 80% van de caveerne. Enerzijds biedt een vulstof met zoveel mogelijk in suspensie zijnde grondstof de meeste stevigheid (Lorenzen, 2003). Anderzijds moet de vulstof zich goed kunnen verspreiden in de caveerne, niet te snel uitharden en moet sedimentatie grotendeels voorkomen worden (K-UTEC, 2011). Het is dus van belang om een receptuur voor een vulstof te ontwikkelen met een bepaalde massaverhouding aan grondstoffen en pekels die de meest geschikte eigenschappen vertoont. K-UTEC heeft onderzocht dat een massaverhouding grondstoffen, bindmiddel en pekels van respectievelijk circa 40%, 10% en 50% de meest geschikte eigenschappen vertoont. Het blijkt dat de aanwezige oxides in vliegias zeer goed oplossen in de pekels en een mengsel van voldoende dichtheid vormen. Er wordt een bindmiddel, een cementachtig materiaal, toegevoegd (10 massa%) dat zorgt dat de viscositeit van de vulstof toeneemt, dat sedimentatie voorkomt en uitharding bevordert. De toevoeging van rookgasreinigingsresidu (bestaande uit calciumzouten) kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat tijdens het mengproces van vliegias en pekels (natriumoplossing) de stoffen in suspensie blijven en niet neerslaan (K-UTEC, 2011). Des te meer opgeloste en in suspensie gebrachte stoffen des te viskeuzer de vulstof, en des te beter de vulstof uithardt.

De mechanische eisen aan de vulstof hebben betrekking op sterkte, stijfheid en doorlatendheid. Deze mechanische eigenschappen worden in het laboratorium op verschillende tijdstippen na het mixen gemeten. Omdat het onderzoeksprogramma slechts hooguit enkele jaren duurt, wordt een extrapolatie van de vulstof eigenschappen gemaakt naar de tijdschaal van de cavernemigratie (enkele tientallen jaren). Ook wordt er een vertaling gemaakt van de gemeten eigenschappen op laboratoriumschaal naar die op caverneschaal. Belangrijke analyses hierbij zijn: de berekening van de belasting op de vulstof, de berekening van de samendrukking van de vulstof (stijfheid) en toetsing van interne stabiliteit van de vulstof (sterkte). Door diverse chemische en mechanische processen zullen deze eigenschappen in de tijd in gunstige zin veranderen (uitharding).

Samenvattend kent de onderzochte vulstof de volgende eigenschappen:

Eigenschappen vulstof
Dichtheid vulstof: circa 1,6 kg/liter
Verhouding reststoffen / pekels: 45-50 M% / 55-50 M%
Thixotroop: gedraagt zich als een stroperige vloeistof
Zelf nivellerend, waardoor de vloeistof zich gelijkmatig verdeelt over een onregelmatig oppervlak

Tabel 4-2: Samenvatting eigenschappen vulstof

MER PSCT

Onderstaande tabel geeft weer met welke bandbreedte van recepturen is geëxperimenteerd. Gedurende de uitvoeringsfase van het project wordt de receptuur van de vulstof continu aangepast naar aanleiding van leermomenten en het actuele aanbod van reststoffen. De receptuur waarvoor in het proefproject gekozen wordt, is die waarmee in het laboratorium de meest bemoedigende resultaten mee zijn behaald. Met andere woorden, het betreft die receptuur waarvan de eigenschappen voldoen aan de eisen. De vulstof wordt volgens deze receptuur geproduceerd en gebaseerd op in hoofdzaak anorganische reststoffen (assen en slibben) van verbrandingsinstallaties en andere industriële processen.

Ingrediënt	Receptuur	Basis 1	Basis 2	Basis 3
Vliegas		25-30%	25-30%	25-30%
Ketelas/cycloonas		25-30%	25-30%	25-30%
RGR zouten		10-15%	10-15%	10-15%
Filterstof		10-15%	5-10%	5-10%
Bypass stof (cement industrie)		15-20%		
Reactief zout (AEC's D)			15-20%	
Cement				10-20%
Totaal		100%	100%	100%

Tabel 4-3: Overzicht bandbreedte recepturen

4.2.3 Risicoanalyse duurzame insluiting

Kernvraag die hier beantwoord moet worden:

- Kunnen we de vulstof toepassen om cavernes te stabiliseren zonder milieuhygiënische risico's, dat wil zeggen, is de vulstof zodanig geïsoleerd in de diepe ondergrond (duurzame insluiting) dat verspreiding van de vulstof, of de stoffen waaruit deze bestaat, in het milieu niet zal plaatsvinden op korte en lange termijn?

Het Britse adviesbureau Quintessa heeft de risico's samenhangend met het stabiliseren van cavernes door middel van een op reststoffen van een AEC gebaseerde vulstof op systematische wijze in kaart gebracht en beoordeeld. In de risicoanalyse zijn alle mogelijke paden, waarlangs vulstof zich kan verspreiden uit de caveerne of via de vulbuis of boorgat, in de vorm van scenario's aan de orde gesteld, geanalyseerd en geëvalueerd. De gebruikte tijdshorizon is 10.000 jaar. Quintessa voert de risicoanalyse, zowel kwalitatief als kwantitatief, in twee fasen uit. Die aanpak wordt hier toegelicht.

- Fase 1: identificeren van significante risico's met betrekking tot de uitvoerbaarheid van het concept van het stabiliseren door middel van het aanbrengen van een vulstof,
- Fase 2: het uitvoeren van een gedetailleerde risicoanalyse, het ontwikkelen van veiligheidsmaatregelen aan de hand van de Bow-tie methode (Figuur 4-1) en het opstellen van een risicobeheersplan inclusief een monitoringplan.

Fase 1: Inventarisatie en analyse van risico's

Fase 1 bestond uit de volgende stappen:

- Definiëren van veiligheidscriteria: aan welke veiligheidseisen moet het project voldoen?
- Identificeren van risico's samenhangend met het aanbrengen vulstof in cavernes,
- Rangschikken van risico's gelet op het belang van het aanbrengen van vulstof,

MER PSCT

- Vaststellen of een van deze risico's zo groot is dat twijfels rijzen over de levensvatbaarheid van het concept 'stabiliseren door aanbrengen van een vulstof in een potentieel instabiele caverne',
- Het zoveel als mogelijk kwantificeren van risico's,
- Conclusies over risico's met overtuigende en gedocumenteerde bewijzen.

Een uitgebreide toelichting van de door Quintessa uitgevoerde risico analyse is beschreven in een achtergronddocument. In fase 1 is - in het kort - de volgende systematiek gevolgd:

- Inventarisatie van Kenmerken, Gebeurtenissen en Processen (KGP's) die van invloed zijn op het milieuhygiënisch risico,
- Het combineren van KGP's tot scenario's om risico ontwikkeling en onzekerheden af te bakenen,
- Toetsen van KGP's en scenario's door spiegelen aan literatuur (ervaringen elders),
- Het ontwikkelen van conceptuele modellen voor de interactie van de KGP's in elk scenario,
- Het verkennen van scenario's met conservatieve berekeningen,
- Uitkomsten en interacties organiseren met Evidence Support Logic = onderbouwen hypothese: stabilisatie is mogelijk zonder milieuhygiënische risico's.

Het resultaat: een beslisboom waarin de hypothese 'stabilisatie is mogelijk zonder milieuhygiënische risico's' is uitgesplitst in deelstellingen. Voor elk van deze delen wordt bewijs voor en tegen verzameld. Elk van de delen wordt vervolgens gewogen waardoor de hypothese wordt getoetst.

Een 'kenmerk' is een fysieke eigenschap van een systeem (bijvoorbeeld een zoutcaverne). 'Gebeurtenissen' beïnvloeden het systeem gedurende een zeer korte periode ten opzichte van de beoordelingsperiode. Zo kan het boren van een nieuw boorgat worden beschouwd als een 'gebeurtenis' ten opzichte van de beoordelingsperiode van duizenden jaren. 'Processen' doen zich voor over substantieel langere perioden (bijvoorbeeld 'grondwaterstroming'). Een 'scenario' is een beschrijving van een mogelijke toekomstige toestand van het systeem, inclusief de ontwikkeling ervan. Scenario's zijn geen expliciete voorspellingen, maar zijn eerder bedoeld om onzekerheden te duiden.

Het is belangrijk te benadrukken dat de beslisboom niet meer is dan een model. De resultaten ervan worden gebruikt als input voor de 'Bow-Tie'-methode, die in fase 2 is uitgewerkt. Het zo per scenario bepaalde risico(pad) geeft een uitkomst van een hypothese die op de volgende wijze gepresenteerd is:

Argumenten voor (accepteren)

Onzekerheid

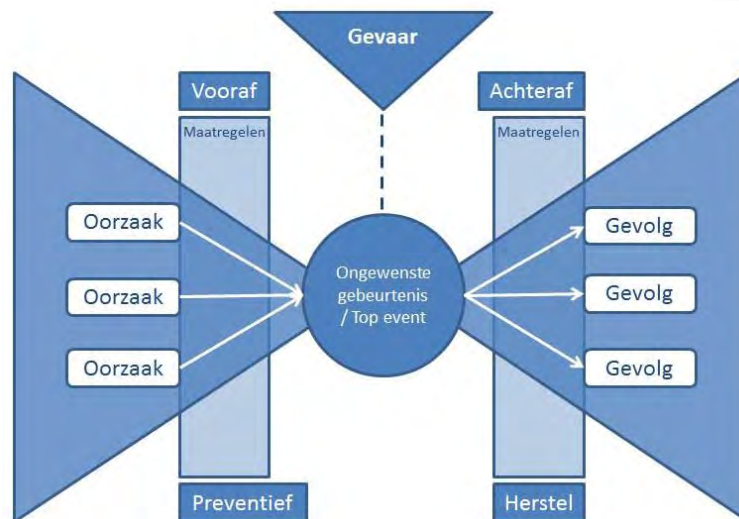
Argumenten tegen (verwerpen)

In bijlage 6 is de samenvatting opgenomen van de door Quintessa uitgevoerde risicoanalyse.

Fase 2: Toepassing Bow-Tie methode voor ontwikkeling risicobeheersplan

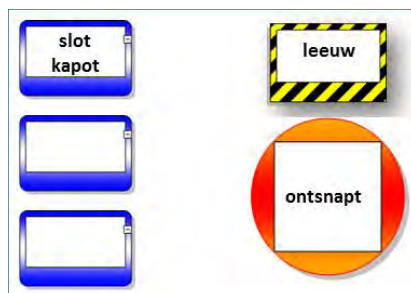
In fase 2 is gewerkt met de bow-tie methode. Fase 1 en de uitkomsten daarvan zijn input voor zowel het linker deel als het rechterdeel van de bow-tie. Fase 2 richt zich op een gedetailleerde analyse en de ontwikkeling van beheersmaatregelen (maatregelen vooraf – preventief, maatregelen achteraf - herstel), zie Figuur 4-1. Deze maatregelen worden beschreven in een risicobeheersplan dat de overheden (onder andere SodM) in staat stelt om de veiligheid en effectiviteit van het stabilisatieproces te controleren. Controle is alleen mogelijk op basis van informatie / gegevens van de uitvoering van het stabilisatieproces. Daarom wordt in het bij het risicobeheersplan horende monitoringplan beschreven hoe de benodigde informatie /gegevens voor controle verzameld gaan worden. Hieronder is een voorbeeld gegeven op welke wijze in de risicobeheersing de Bow-Tie methode toegepast wordt.

MER PSCT



Figuur 4-1: Bow-tie risicoanalyse

Voorbeeld van risicobeheersing via Bow-Tie methode



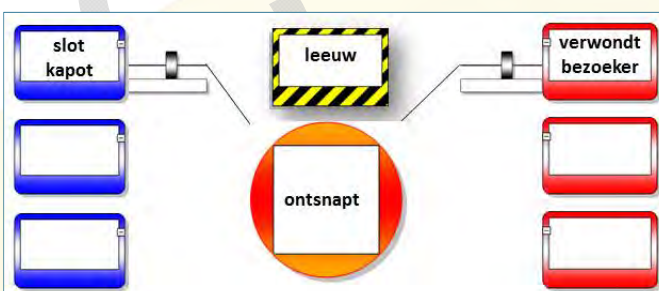
Identificatie

1. Gevaar: leeuw in kooi
2. Definiëren van ongewenste gebeurtenis: leeuw ontsnapt
3. Definiëren van mogelijke oorzaken: slot kooi kapot



Evaluëren van risico's

4. Definiëren mogelijke gevolgen: leeuw verwondt bezoeker

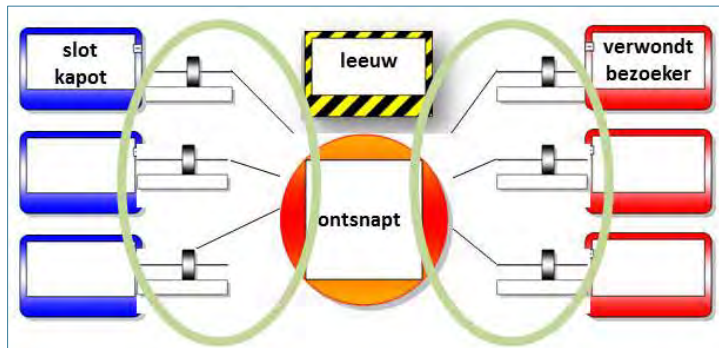


Maatregelen om het risico te beheersen

5. Definiëren preventieve maatregelen (dubbel slot) en vergering¹⁰ (ook tweede slot gaat stuk)
6. Definiëren mitigerende maatregelen (gracht rond kooi) en vergering (gracht te smal & leeuw springt erover)

¹⁰ Synoniem voor de term 'escalatiefactor'

MER PSCT



Risicobeheersplan

7. Definiëren taken / activiteiten (training, controle)
8. Definiëren "Wie – Wat - Wanneer" (verantwoordelijk)
9. Definiëren controlemethode (metingen)
10. Aantonen van ALARP (= risico zo klein als redelijkerwijs haalbaar).

Conclusies risicoanalyse Quintessa

De belangrijkste uitkomsten van de risicoanalyse zijn:

- Er is een grote mate van zekerheid over de veilige en effectieve uitvoering van het stabilisatie concept.
- Onzekerheid over de veiligheid van het concept is gestoeld op de veronderstelling dat verontreinigingen in de vulstof in staat zijn om door te dringen tot het grondwater. Onzekerheid kan worden weggenomen door:
 - Een realistische verfijning van de tot nu toe zeer conservatieve aannames te hanteren in de ondersteunende numerieke modellen, zoals over natuurlijke en kunstmatige systemen;
 - Het ontwikkelen van een risicobeheersplan.
- De belangrijkste onzekerheden hebben betrekking op de verfijning van de aannames:
 - Drijvende krachten (in het bijzonder drukverschillen tussen watervoerende lagen),
 - Retardatie (vertrags-)parameters (in het bijzonder sorptie coëfficiënten),
 - Het al dan niet bestaan van stroompaden;
 - De mechanische eisen en sterkte van de vulstof na aanvulling.

De risicoanalyse is op generiek niveau uitgevoerd. Dat wil zeggen, voor een fictieve caveerne met eigenschappen die representatief zijn voor de populatie van potentieel instabiele cavernes. De risicoanalyse wordt voorafgaand aan uitvoering voor iedere geselecteerde caveerne afzonderlijk gedetailleerd. Door vervolgonderzoek worden de onzekerheden zoveel als mogelijk teruggebracht, ook tijdens uitvoering van het project. Het betreft:

- Een beoordeling van retardatie (vertrags-)parameters,
- Een meer gedetailleerde studie naar de hydrogeologie (drijvende krachten en stroompaden),
- De (ontwikkeling van de) receptuur van de vulstof, geotechnisch onderzoek en analyse.

Op basis van de uitkomsten van de risicoanalyse wordt een risicobeheersplan gemaakt, waarmee alle aspecten van het stabilisatieproces die invloed hebben op de integriteit van de gestabiliseerde caveerne gekwantificeerd worden. Op basis van dit plan wordt bepaald of het proefproject veilig uitgevoerd kan worden. Gegevens die tijdens de uitvoering en in de monitoringsfase daarna verzameld worden, vormen de basis om te bepalen of de pilot uiteindelijk succesvol is. Met het risicobeheersplan wordt zorg gedragen dat veiligheid altijd gewaarborgd is.

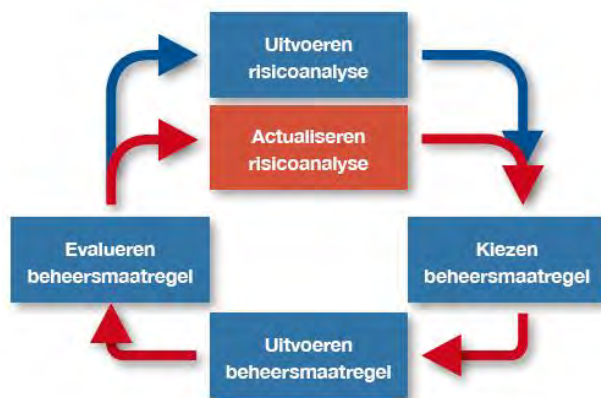
Monitoring

Monitoring is geen statische activiteit, het is een elementair onderdeel van de risicobeheerscyclus (gericht op alle activiteiten van het proefproject), zoals hieronder is weergegeven (Figuur 4-2). Beheersmaatregelen kunnen op die manier volledig op het einddoel worden afgestemd. Monitoring vindt plaats voor, tijdens en na het aanbrengen van de vulstof in een caveerne.

MER PSCT

Monitoring zal zijn gericht op het bevestigen van de veiligheid van het stabilisatieconcept en de identificatie van onvoorziene ontwikkelingen die de veiligheid en/of effectiviteit van de opvulmethode in twijfel kunnen trekken en die dient als leidraad voor eventueel benodigde mitigatie. Monitoring draagt dus bij aan de algehele veiligheid.

De uit te voeren monitoring zal in het monitoringplan gedetailleerd beschreven worden. Dit plan vormt onderdeel van het in de toekomst in te dienen Opslagplan in het kader van de Mijnbouwwet. Monitoring zal met name gericht zijn op de integriteit van de natuurlijke barrières en de fysieke uitvoering van het stabilisatieproces.



Figuur 4-2: Risicobeheerscyclus (Risman)

4.2.4 Selectie van te stabiliseren cavernes

De voor het proefproject te selecteren cavernes kenmerken zich door verschil in instabiliteit. Het is wenselijk het proefproject te starten met de minst potentieel instabiele caveerne om ervaring op te kunnen doen met een caveerne waarvoor het risico op instorting tijdens of kort na het aanbrengen van de vulstof relatief gering is. De keuze van de cavernes wordt bepaald door twee generieke randvoorwaarden:

- Representativiteit voor de volledige groep potentieel instabiele cavernes,
- Het kunnen borgen van duurzame insluiting.

Kernvraag die hier beantwoord moet worden:

- Welke specifieke cavernes hebben de voorkeur voor stabilisatie met een vulstof op basis van afvalstoffen zonder milieuhygiënische risico's binnen de kaders van het proefproject?

Figuur 4-3, bekend uit de startnotitie, geeft aan hoe de selectie van cavernes voor het proefproject verloopt.

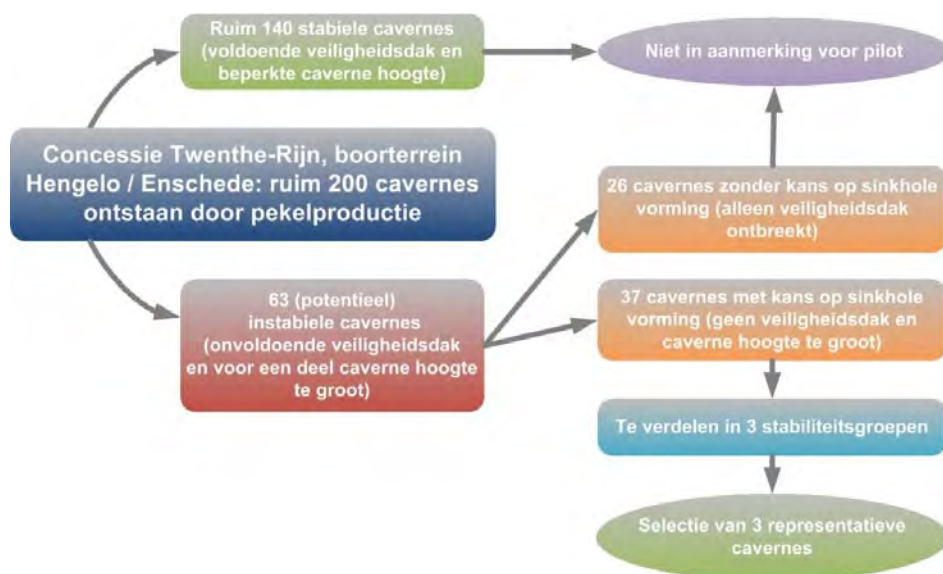
Van de groep van 63 zijn er 37 cavernes over een groter gebied dan het terrein van Twence alleen, die in aanmerking komen voor het proefproject. Zoals eerder opgemerkt, beperkt het proefproject zich tot het terrein van Twence ('de Boeldershoek'). Dat verkleint de keuze tot 24 cavernes.

Van de 63 cavernes heeft één derde deel nog grotendeels een zoutdak en twee derde deel vrijwel geen zoutdak meer. Er zijn drie stabiliteitsgroepen te onderscheiden:

1. Cavernes waarvan een significant deel van het dak nog intact is,
2. Cavernes waarvan het dak grotendeels ontbreekt,
3. Cavernes waarvan het dak grotendeels ontbreekt en met een sterk onregelmatige vorm.

MER PSCT

Hoe onregelmatiger de vorm van de caveerne, hoe complexer het bereiken van een goede vullingsgraad.



Figuur 4-3: Selectie van Röt-zoutcavernes in Twente

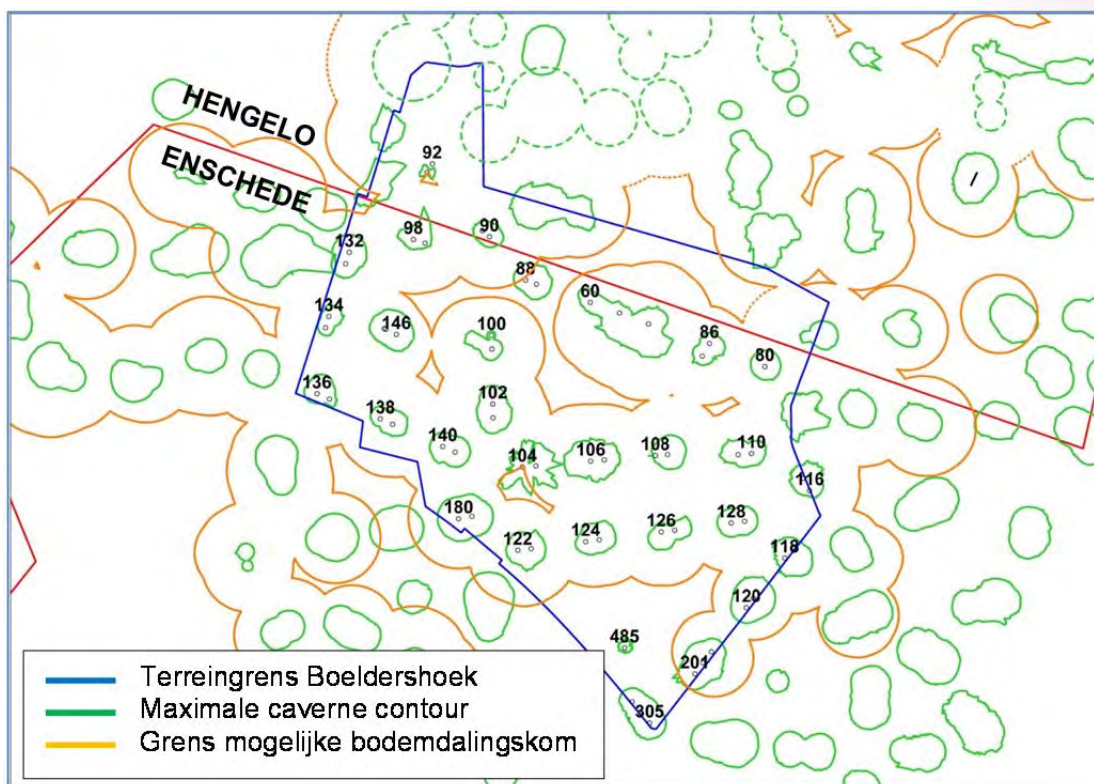
Zoals aangestipt in de startnotitie is - met de hieronder gehanteerde criteria - een verdeling in 3 cavernes gemaakt die elk is toe te wijzen aan één van de onderscheiden stabiliteitsgroepen.

Zoals aangegeven, bestaat de voorkeur om cavernes onder het terrein van Twente te selecteren, zodat de bovengrondse inrichting en maatregelen voor de praktische uitvoering van de pilot geen belemmering vormen voor (de activiteiten van) derden. Door de keuze voor Twente terrein is bij ongewenste gebeurtenissen het eventuele risico voor de omgeving beperkt.

De keuze welke (potentieel) instabiele cavernes onder het Twente terrein bij de pilot worden betrokken, is op de volgende wijze bepaald. Figuur 4-4 geeft een overzicht van de onder de Boeldershoek aanwezige cavernes.

Hieronder wordt gesproken over boorgaten en boorgatafsluiters. Via de boorgaten wordt de vulstof aangebracht in de cavernes. De boorgatafsluiters bevinden zich op of net onder maaiveldniveau.

MER PSCT



Figuur 4-4: Ligging cavernes onder de Boeldershoek

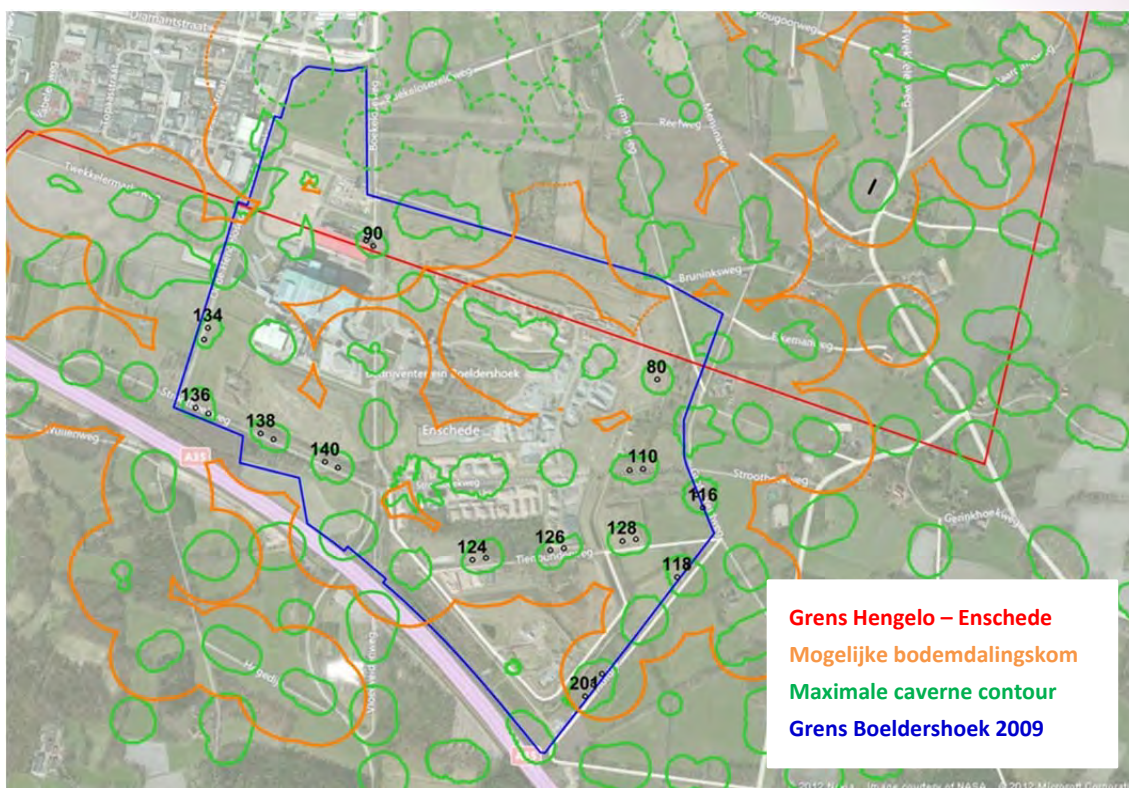
Tabel 4-4 geeft de gehanteerde specifieke criteria en het resultaat daarvan.

#	Criterium	Resultaat
1	De boorgatafsluiter van de caverne bevindt zich binnen het plangebied van Boeldershoek	24 cavernes
2	De caverne is een potentieel instabiele caverne en kan leiden tot een sinkhole (volgens Stuurgroep bodemdaling)	16 cavernes
3	De caverne contour overlapt niet met die van een andere caverne	15 cavernes
4	De boorgatafsluiter(s) van de caverne zijn bereikbaar	13 cavernes
5	Om het investeringsniveau van het proefproject te rechtvaardigen heeft de caverne een minimaal sonarvolume van 150.000 m ³	6 cavernes
6	De boorgaten moeten centraal in de caverne uitkomen en de caverne moet goed bereikbaar zijn voor aanbrengen van de vulstof	4 cavernes

Tabel 4-4: Toepassing criteria en resultaat.

Via deze werkwijze komen vanaf criterium 4 de volgende 13 cavernes naar voren die geschikt zijn voor dit proefproject, zie Figuur 4-5. Na deze 'zeef', is aan de hand van de verdeling in stabiliteitsgroepen bepaald welke caverne als eerste, welke als tweede en welke als derde voorzien wordt van vulstof: eerst een caverne uit groep 1, dan uit groep 2 en als laatste een caverne uit groep 3.

MER PSCT



Figuur 4-5: Dertien cavernes geschikt voor het proefproject na toepassing criterium 4

Onderstaande tabel geeft de uitkomst van de toetsing van criteria 5 en 6, uitgedrukt in de mate van geschiktheid voor het proefproject, en de volgorde van aanbrengen van de vulstof.

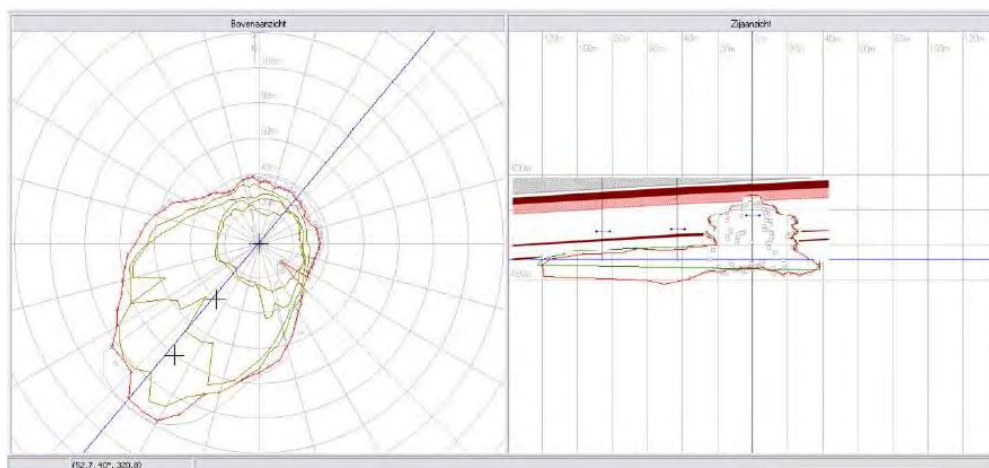
Caverne nummer	Volume in m ³	Veiligheidsdak?	Boorgaten centraal?	Verwachte vullingsgraad	Stabiliteitsgroep	Uitkomst en prioritering
201	212.000	Ja, gedeeltelijk	Goed	Goed	1	Geschikt: 1 ^e
140	184.000	Nee	Goed	Goed	2	Geschikt: 2 ^e
128	154.000	Nee	Goed	Goed	3	Geschikt: 3 ^e
124	170.000	Nee	Matig	Goed	3	Redelijk geschikt, reserve
110	158.000			Slecht		Niet Geschikt
118	197.000		Slecht			Niet Geschikt
80	< 150.000					Niet Geschikt
90	< 150.000					Niet Geschikt
116	< 150.000					Niet Geschikt
126	< 150.000					Niet Geschikt
134	< 150.000					Niet Geschikt
136	< 150.000					Niet Geschikt
138	< 150.000					Niet Geschikt

Tabel 4-5: Kenmerken van voor het proefproject geschikte cavernes

MER PSCT

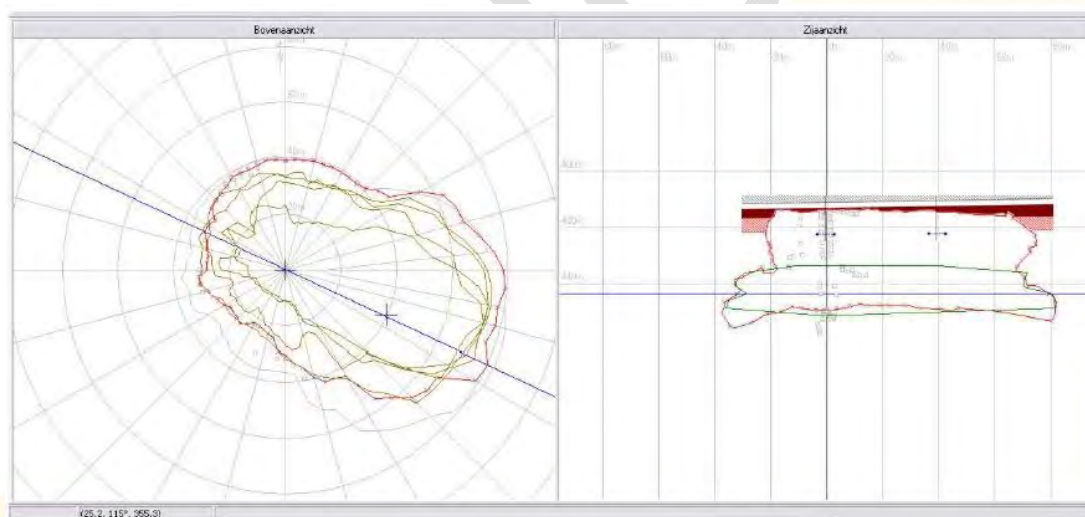
De volumes van de cavernes zijn - bij benadering - bepaald met een sonar.

Caverne 201 komt als meest geschikte caverne naar voren om als eerste de vulstof in aan te brengen. Deze caverne heeft het grootste volume, dat via twee van drie boorgaten bereikbaar is. Het stabiliseren van deze caverne vergt van alle geschikt bevonden cavernes de grootste hoeveelheid vulstof. Caverne 201 vertegenwoordigt de groep cavernes waarvan het dak nog grotendeels intact is.



Figuur 4-6: Schematisch boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caverne 201.

Caverne 140 wordt als tweede caverne geselecteerd. Deze caverne heeft het op één na hoogste volume en onderscheidt zich van caverne 201 doordat het veiligheidsdak vrijwel geheel ontbreekt, en daardoor meer (potentieel) instabiel is. Daarmee staat caverne 140 model voor de tweede stabiliteitsgroep.

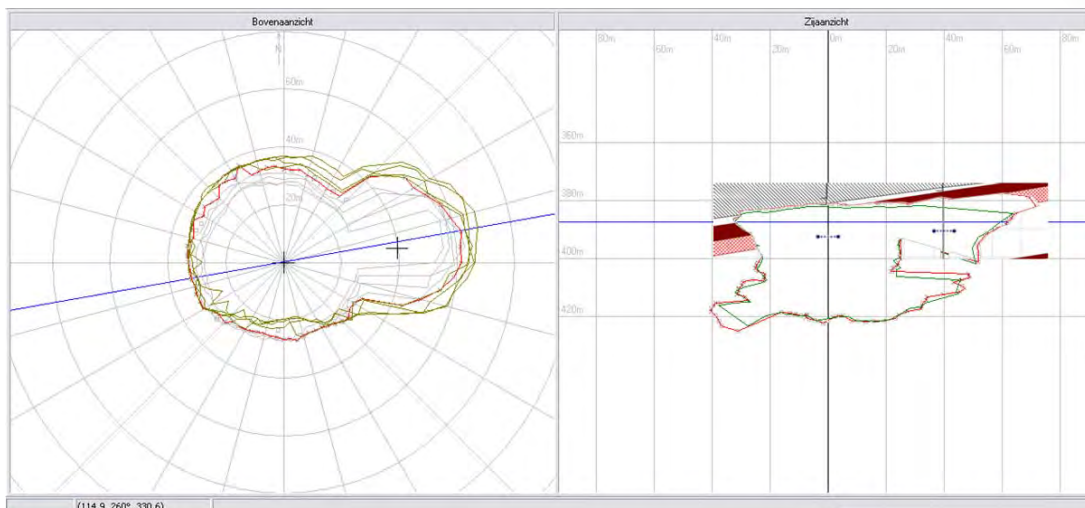


Figuur 4-7: Schematisch boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caverne 140.

Als laatste caverne komt caverne 128 naar voren. Ook bij deze caverne ontbreekt het veiligheidsdak grotendeels. Bij deze caverne is echter ook de anhydrietlaag (die als bovenste zoutlaag en plafond van de caverne nog voor stabiliteit zorgt) voor een deel verdwenen en is de vorm onregelmatig.

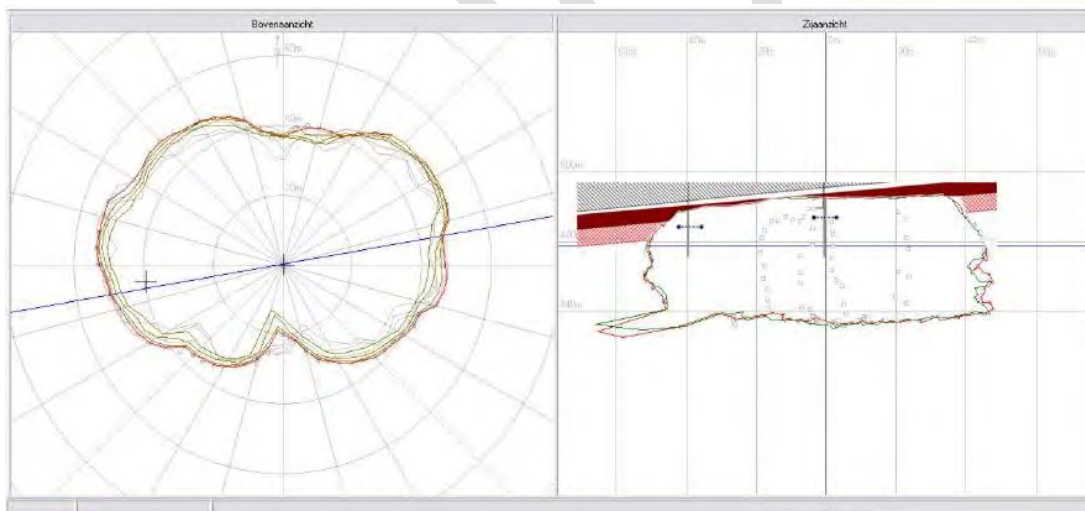
MER PSCT

Dit maakt dat caveerne 128 (van de drie cavernes) de meest (potentieel) instabiele caveerne is en tot de derde groep gerekend wordt. Deze caveerne kent het kleinste volume van de geschikte cavernes.



Figuur 4-8: Schematische boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 128.

Als reserve caveerne komt caveerne 124 naar voren. Bij deze caveerne ontbreekt het veiligheidsdak grotendeels, is ook de anhydrietlaag over een deel van het dak afwezig en is de vorm onregelmatig. De boorgaten van deze caveerne zijn minder centraal gelegen dan die van de andere drie cavernes. Slechts één van de boorgaten is momenteel bruikbaar. Afgezien van de status van de boorgaten, is deze caveerne uit stabiliteitsgroep 3 uitwisselbaar met caveerne 128.



Figuur 4-9: Schematische boven- en zijaanzicht (sonarbeeld) van caveerne 124.

4.3 Uitvoeringsdeel – Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit is het uitvoeren van een pilot met drie cavernes. Deze drie cavernes dienen representatief te zijn voor gehele 'populatie' van 63 (potentieel) instabiele cavernes, om een waardevolle leercurve te doorlopen. Figuur 4-10 geeft een impressie van het proefproject.

MER PSCT

De overgang van het theoretische deel naar het uitvoeringsdeel kent in feite een tweetal go-no go momenten:

- Uithardende eigenschap van de vulstof: Go, indien blijkt dat die eigenschap voldoende aanwezig is,
- Risico ten aanzien van contact tussen vulstof en/of vloeistof en/of pekels met watervoerende lagen: Go, indien sprake is van verwaarloosbaar risico op een tijdschaal van 10.000 jaar.
- Haalbaarheid (technisch en financieel) van de toe te passen beheersmaatregelen (inclusief monitoringsmaatregelen) volgend uit het risicobeheersplan: No go, indien de kosten niet verantwoord zijn in relatie tot de totale investering.

Praktisch onderzoeksdeel:

- De productie van vulstof,
- Het via een leidingwerk aanbrengen van vulstof in de caverne,
- Het verwerken van de pekels die vrijkomt door het aanbrengen van de vulstof,
- Het verzamelen en inzichtelijk maken van gegevens die belangrijk zijn voor de evaluatie van de pilot.

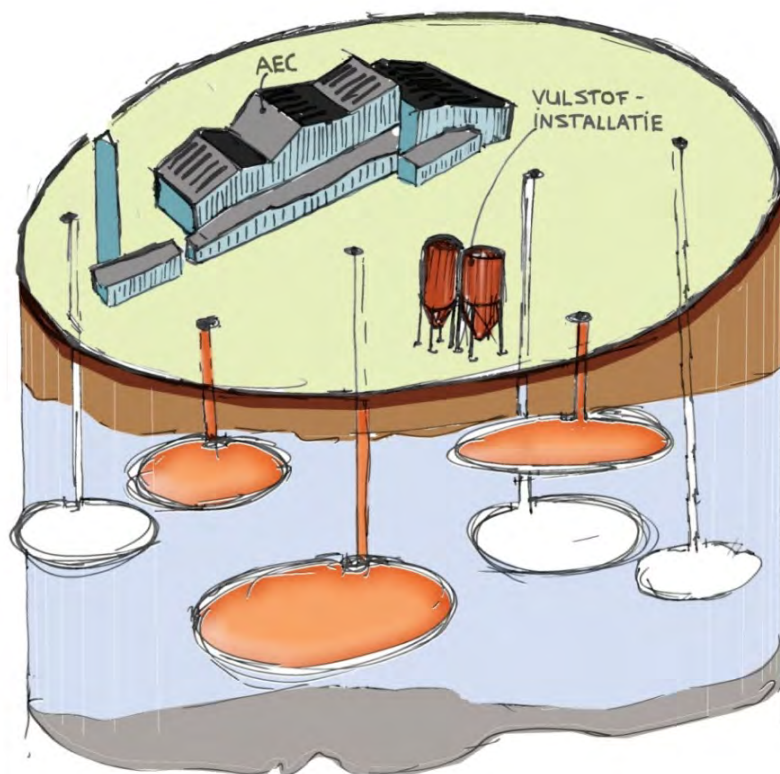
4.3.1 Vulstofproductie installatie en faciliteiten

Het produceren van de vulstof vindt plaats in een hiervoor speciaal ontwikkelde vulstofproductie installatie. Hiernaast worden in de onmiddellijke omgeving van deze installatie de volgende onderdelen van het proefproject voorzien:

- Pekel indampinstallatie,
- Pekelbuffer,
- Laboratorium en opslagvoorziening voor monsters,
- Opvangbassin voor pekels en/of zoutslurry en/of vulstof bij calamiteiten.

De technische beschrijving is opgenomen in bijlage 4.

MER PSCT



Figuur 4-10: Impressie van het proefproject

4.3.2 Aanbrengen vulstof in de cavernes

Na transport door bovengrondse leidingen wordt de vulstof via een bestaand boorgat in de caveerne gepompt. De vulstof wordt onderin de caveerne ingebracht, waarbij (door dichtheidsverschil) de in de caveerne aanwezige pekkel wordt verdrongen. Deze pekkel wordt naar het maaiveld gepompt en via het leidingnetwerk naar de pekkelopslagtank getransporteerd. Deze pekkel wordt gedeeltelijk toegepast in de receptuur en gedeeltelijk aangeduid als overschotpekkel. Het proces van het aanbrengen van de vulstof is afgebeeld in bijlage 3, de technische beschrijving is opgenomen in bijlage 4.

De in- en uitgaande volumestromen (van de vulstof respectievelijk de pekkel) worden gemeten. Indien er afwijkingen optreden, wordt het vulproces (tijdelijk) gestaakt.

4.3.3 Verwerken overschotpekkel

Bij het samenstellen van de door K-UTEC ontwikkelde vulstof¹¹ wordt er van uitgegaan dat circa 75 volume% van de in de caveerne zijnde pekkel wordt hergebruikt. Als consequentie is er een overschot van circa 25 volume% van de in de caveerne aanwezige pekkel, waarvoor een bestemming gevonden moet worden. Uitgaande van de drie cavernes (met een totaal volume van 550.000 m³) binnen het proefproject, gaat het om ongeveer 150.000 m³ pekkel. Bij volledig indampen komt per kubieke meter pekkel circa 300 kg zout vrij.

Voor het indampen tot vast zout vormt een pekkel indampinstallatie (of Mechanical Vapour Recompression, MVR, zie paragraaf 5.3) de beste mogelijkheid.

Om de kringloop van vulstof en pekkel zoveel mogelijk gesloten te houden komt er bij het indampen van overschotpekkel alleen waterdamp vrij. De energie die nodig is om de pekkel in te dampen, wordt duurzaam opgewekt in de AEC van Twente.

Omdat de boorgatdiameter van een caveerne beperkt is, kunnen de vulstof en het (ingedampte) zout niet tegelijkertijd in een caveerne worden gepompt. Er zijn een drietal opties om het overschotzout te verwerken:

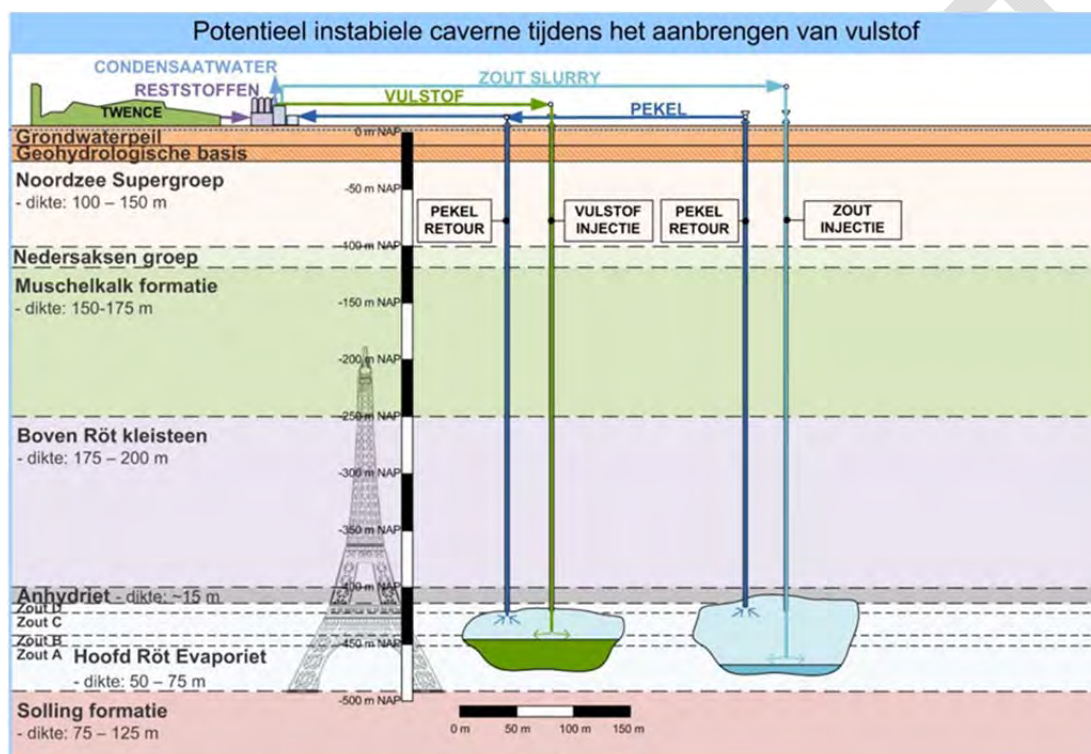
- Aanbrengen van het overschotzout afkomstig uit de eerste caveerne in de tweede caveerne, het overschotzout afkomstig van de tweede caveerne in de derde, en het overschotzout van de derde caveerne in de eerste twee cavernes. Aanbrengen is mogelijk doordat er ruimte in de caveerne ontstaat door verdichting van de vulstof. Deze optie is afgebeeld in Figuur 4-11,

¹¹ De vulstof bestaat voor 45 massa% uit vaste stof en voor 55 massa% uit pekkel.

MER PSCT

- Terugvoeren naar een andere, niet te stabiliseren, caverne, die geen deel uitmaakt van het proefproject (na bepaling van de kwaliteit van het overschotzout),
- Nuttige toepassing als bijvoorbeeld stroozout, indien blijkt dat het overschotzout voldoet aan de kwalificaties voor een dergelijke toepassing.

Indien geen van de genoemde opties haalbaar is, vindt externe verwerking plaats (bijvoorbeeld afvoer van het overschotzout naar Duitse zoutmijnen, waar het nuttig toegepast kan worden). Op voorhand wordt uitgegaan van de eerstgenoemde optie, omdat daarbij sprake blijft van een gesloten systeem.



Figuur 4-11: Tweetraps verwerking overschotpekel volgens de eerste optie

4.3.4 Risicobeheersing

In een risicobeheersplan worden gedefinieerde risicobeheersmaatregelen én de verschillende eisen ten aanzien van monitoring als samenhangend geheel gepresenteerd. Door afstemming kunnen zo de meetinspanningen en de rapportage efficiënt worden uitgevoerd en kan duidelijkheid worden gegeven aan bevoegde instanties en omwonenden. Het monitoringplan is er op gericht barrières en verspreidingspaden zoveel mogelijk te monitoren. Tijdens en na het aanbrengen van de vulstof in de caverne(s) worden door middel van monitoring gegevens verzameld over de vulstofproductie en alle fysieke processen rondom het stabilisatieproces. Hiermee worden de aannames voor duurzame insluiting in de praktijk getoetst. Door de juiste combinatie van risicoanalyse, veiligheidsmaatregelen en monitoring kunnen risico's beheerst worden en kan het succes van de pilot beoordeeld worden. Daarom is monitoring een uitdrukkelijk onderdeel van de pilot.

Het risicobeheersplan is onderdeel van het opslagplan (zie paragraaf 2.5), waarover het ministerie van EZ een besluit neemt.

MER PSCT

Bij de beoordeling van het opslagplan - en daarmee ook van het risicobeheersplan - worden (specialisten van) SodM en TNO betrokken. Omdat de monitoringsmaatregelen in het risicobeheersplan zijn beschreven, zijn zij onderwerp van de beoordeling. Overigens is het risicobeheersplan op dit moment nog niet gereed.

Noodzaak van monitoringsinspanningen

De monitoringsinspanningen zijn onderverdeeld in de volgende categorieën:

- Technisch minimaal benodigd: inspanningen die vereist zijn vanwege de risicobeheersing en dus de haalbaarheid van het proefproject,
- Duurzame insluiting: de veiligheid van het stabilisatieconcept bevestigen,
- Kwaliteit en functionaliteit van de vulstof,
- Leerdoeleinden: Afwijkingen die tijdens het monitoren naar voren komen en vragen om maatregelen dragen bij aan de kennis over het stabiliseren van potentieel instabiele cavernes.

Fasen in de levensduur

De monitoring vindt plaats gedurende de levensduur van het project en kan worden onderverdeeld in de volgende fasen:

- Voorafgaand aan het aanbrengen van de vulstof ('baseline monitoring'),
- Gedurende het aanbrengen van de vulstof,
- Periode na het aanbrengen van de vulstof.

Beschrijving voorstel monitoring in risicobeheersplan

Op basis van de uitgevoerde risicoanalyse zijn de volgende monitoringsinspanningen op dit moment geïdentificeerd. Door voortschrijdend inzicht kan het pakket aan monitoringsinspanningen worden uitgebreid.

#	Beschrijving	Reden*	Fase**	Frequentie
1	Sonarmetingen van caveerne	M	V, T, N	Om de 2 maanden
2	Metingen volumestromen (pekel en vulstof)	M	T	Continu
3	Laboratoriumproeven op vulstof	M	T, N	Continu
4	Micro seismiek op meerdere cavernes	M	T, N	Continu
5	Grondwater monitoring	P	T, N	Jaarlijks

Tabel 4-6: Overzicht monitoringstechnieken

*Classificatie noodzaak: M = technisch minimum, P= Publieke acceptatie,

**Fase in levensduur: V = voor, T = tijdens, N = na aanbrengen vulstof

Maatregelen bij afwijkende meetwaarden

Uit de risicoanalyse volgt de conclusie dat verspreiding van de vulstof of vrijkomend poriewater naar de bovenliggende afdekklagen onwaarschijnlijk is. Monitoring heeft tot doel deze conclusie te toetsen. Mocht er toch een afwijking optreden van de in de risicoanalyse gebruikte aannames, dan zal hier op gereageerd moeten worden. Voor de verschillende te meten parameters wordt daarom vastgesteld wat de te onderscheiden meetwaarden zijn:

Groene zone: indien deze worden gemeten, vindt de uitvoering van het pilotproject plaats conform plan.

MER PSCT

Oranje zone: geldt voor meetwaarden die boven een bepaalde grens uitkomen en waarbij aanvullende maatregelen nodig zijn. Gedacht kan worden aan meer frequent meten, aanvullende metingen uitvoeren zoals een sonaronderzoek of het aanpassen van het vuldebiet.

Rode zone gedefinieerd voor die overschrijdingen die dwingender maatregelen vragen, zoals het (tijdelijk) stoppen met het aanbrengen van de vulstof.

Het monitoren wordt uitgevoerd met behulp van technieken die bekend en technisch geaccepteerd zijn.

CONCEPT

MER PSCT

5 Alternatievenontwikkeling

5.1 Inleiding

Het basisalternatief gaat uit van het aanbrengen van een vulstof in drie cavernes onder het terrein van Twence en de technische installaties op het terrein van Twence. Voor het bepalen van het basisalternatief is één keuze doorslaggevend: Welke grondstof wordt aangewend voor het maken van de vulstof?

5.2 Bepaling van het basisalternatief

De tot op heden gebruikte kalk- en gipsslurry heeft het nadeel dat er een beperkte hoeveelheid per jaar van beschikbaar is, zodat het minimaal 6 jaar duurt om een potentieel instabiele caveerne van gemiddelde grootte op te vullen. De migratie van een caveerne duurt 15 à 20 jaar. Dit houdt in dat, wanneer op enig moment vastgesteld is dat er migratie optreedt, de caveerne binnen 15 jaar gevuld moeten worden om schade te voorkomen. Indien in de toekomst meerdere cavernes tegelijkertijd migreren is het aanbrengen van een vulstof bij meerdere cavernes essentieel. Er is dan niet voldoende kalk- en gipsslurry beschikbaar om de migratie van meerdere cavernes te stoppen, dan wel te voorkomen. Hieruit volgt dat er naast kalk- en gipsslurry een alternatieve grondstof beschikbaar moet zijn om het risico op significante bodemdaling te mitigeren. Voor het vervaardigen van de vulstof zijn meerdere grondstoffen te overwegen. De geschiktheid van een grondstof hangt af van meerdere factoren. Die factoren zijn als criteria in onderstaande tabel opgenomen.

De Stuurgroep (2008) onderscheidt twee categorieën, namelijk niet-afvalstoffen (bijv. zand) en niet-gevaarlijke afvalstoffen. Omdat de benodigde hoeveelheid groot is en niet-afvalstoffen duur zijn, merkt zij op dat de kans van het vinden van een geschikte grondstof in deze categorie gering is. Voor bijvoorbeeld zand kan er, gelet op de benodigde hoeveelheid, een prijsopdrijvende werking in de bouwsector plaatsvinden.

Het LAP spreekt over vulstoffen op basis van niet-bodemeigen afvalstoffen. Onderscheid tussen gevaarlijke en niet-gevaarlijke afvalstoffen is niet aangebracht.

Tabel 5-1 maakt aan de hand van die criteria inzichtelijk in welk mate een grondstof geschikt is voor de vulstof. Na de tabel wordt kort ingegaan op de betekenis van de in de tabel opgenomen kenmerken en criteria.

MER PSCT

Grondstof	Reststoffen van AEC's	Zand en klei (primaire grondstoffen)	Niet-reinigbare grond en baggerspecie	Kalk- en gips slurry
Kenmerken				
Economische waarde	Nihil tot negatief	Hoog	Nihil tot negatief	Laag
Herkomst	Eigen installatie/andere AEC's	Van elders	Van elders	Eigen installatie
Criteria				
Beschikbaarheid in voldoende volume	Voldoende voor de pilot	Voldoende voor de pilot	Voldoende voor de pilot	Onvoldoende voor de pilot
Chemische en fysische toepasbaarheid	Geschikt	Geschikt	Ongeschikt	Geschikt
Maatschappelijk verantwoord gebruik	Nuttige toepassing	Niet nuttig	Nuttige toepassing	Nuttige toepassing
Aanschafkosten	Geen	Relatief hoog	Geen	Geen
Transportkosten aanvoer	Vrijwel geen in aanvang, later mogelijk wel.	Relatief hoog	Relatief hoog	Vrijwel geen

Tabel 5-1: Beoordeling van grondstoffen voor vulstof

- Acceptabel, dan wel positief
- Niet acceptabel, dan wel negatief

Economische waarde

Aan de afvoer en verwerking van reststoffen zijn hoge kosten verbonden. Sinds juli 2009 is een regeling van kracht die het storten van reststoffen van afvalenergiecentrales in de vorm van los materiaal verbiedt (Regeling acceptatie afvalstoffen op stortplaatsen). Storten is pas mogelijk na immobilisatie. Tot 1 januari 2012 maakte de overheid het storten van afvalstoffen steeds onaantrekkelijker door het heffen van stortbelasting. Deze belasting is afgeschaft per 1 januari 2012, waardoor er meer mogelijkheden zijn ontstaan voor verwerking van reststromen in Nederland.

Echter, in Nederland is een nuttige toepassing voor deze reststoffen tot op heden nog niet gevonden. In de praktijk betekent dit dat afvalenergiecentrales bedragen van € 75 tot wel € 160,00 per ton betalen om zich van reststoffen te ontdoen. Het is niet de verwachting dat de kosten van afvoer en verwerking in de komende jaren zullen dalen. In 2012 was Twence daarnaast circa € 32,50 per ton kwijt aan transportkosten. Deze stoffen hebben daarom een negatieve waarde.

Zand en klei (delfstoffen) betreffen primaire bouwstoffen, noodzakelijk voor de aanleg van bebouwing en infrastructuur. Door het benodigde volume binnen het proefproject kan bij aanschaf een scherpe prijs worden bedongen. Die lage prijs is betrekkelijk: de overheid is terughoudend geworden in het verlenen van concessies voor zandwinning en de verwachting is dat de prijs van zand bij het aantrekken van de bouwsector weer oploopt. Niet voor hergebruik geschikte baggerspecie en niet-reinigbare grond worden in depots verwerkt en hebben een negatieve economische waarde. Jaarlijks komt meer dan 0,5 miljoen m³ vrij.

De tot op heden gebruikte kalk- en gips-slurry komt vrij bij het proces van zoutwinning en wordt beschouwd als een reststof, waarvoor een nuttige toepassing is gevonden door het vullen van cavernes. Aan de slurry wordt geen of een zeer beperkte economische waarde toegekend.

MER PSCT

Herkomst

De AEC reststoffen zijn in de eerste jaren van het proefproject afkomstig van Twence en worden daardoor niet van elders aangevoerd. Gelet op de capaciteitsvraag kunnen in een latere fase van het proefproject reststoffen van andere AEC's worden betrokken. Voor zand en klei is het evident dat het van elders betrokken moet worden. Overigens is de benodigde hoeveelheid dermate groot dat dat wellicht een aparte zandwinning op zo kort mogelijke afstand van de locatie rechtvaardigt. Niet reinigbare grond en baggerspecie komen vrij bij saneringen die op wisselende locaties in Nederland (en mogelijk ook Duitsland) worden uitgevoerd. Het zoutbedrijf van AkzoNobel levert de kalk- en gipsslurry.

Chemische en fysische toepasbaarheid

Reststoffen van AEC's, zand, klei en kalk- en gipsslurry (voornamelijk bestaande uit calciumcarbonaat en calciumsulfaat) zijn zodanig van chemische samenstelling dat ze toegepast kunnen worden als grondstof voor een vulstof met stabiliserende werking in de diepe ondergrond. Niet reinigbare grond en baggerspecie daarentegen zijn zeer wisselend van samenstelling. Om die reden moet het gebruik ervan binnen het proefproject vermeden worden.

Beschikbaarheid

Om een caveerne van gemiddeld 175.000 m³ te vullen is een hoeveelheid vaste stof voor het bereiden van een vulstof nodig van ongeveer 105.000 à 130.000 ton. In het proefproject wordt een caveerne in ongeveer twee jaar tijd gestabiliseerd met een vulstof. Dit betekent dat per jaar een hoeveelheid vaste stof van 50 tot 65 duizend ton beschikbaar moet zijn (inhoudende: ongeveer 65 duizend ton schoon zand of 175 duizend ton baggerspecie wanneer ingezet voor cavernestabilisatie). Bij Twence komt per jaar circa 20 tot 25 kton reststoffen van de AEC vrij. Dit is onvoldoende binnen de uitvoeringsperiode (6 tot 7 jaar) van het proefproject. Dit houdt in dat gedurende de eerste twee jaar van het proefproject reststoffen van alleen Twence gebruikt worden, maar dat daarna ook reststoffen van andere AEC's in Nederland (en mogelijk ook Duitsland) aangewend worden.

Overigens geldt dat grondstoffen die door binding met water een hoog eindvolume in de caveerne opleveren veel gunstiger zijn dan bijvoorbeeld zand en klei, die vrijwel 'onverdund' toegepast moeten worden. Er is dus relatief veel meer zand en klei nodig om een caveerne te stabiliseren dan reststoffen van een AEC.

Maatschappelijk verantwoord gebruik

Hoewel het resultaat van het stabiliseren van cavernes een meer duurzame eindsituatie oplevert dan nu het geval is, moet de aan te wenden grondstof geen grote inbreuk maken op natuurlijke reserves. Afvalstoffen, niet reinigbare grond en baggerspecie zijn om die reden te verkiezen boven zand en klei, die elders verantwoorde en nuttige toepassingen kennen, waarvan de waarde de prijs van de delfstof rechtvaardigt. In vergelijking met storten is gebruik van afvalstoffen, niet reinigbare grond en/of baggerspecie als grondstof voor vulstof een nuttige toepassing. Voor zand en klei ontstaat ook de vreemde en niet erg duurzame situatie dat een gat gegraven moet worden om een ander gat te vullen. De kalk- en gipsslurry wordt op dit moment nuttig toegepast als vulstof voor bij de A35 gelegen potentieel instabiele cavernes.

Aanschafkosten

De aanschafkosten van reststoffen van de AEC's van Twence is nihil, net als van kalk- en gipsslurry. Verwerking van reststoffen van andere AEC's dan Twence genereert inkomsten voor het proefproject. Op deze wijze kan de investering het proefproject worden opgebracht. Indien voor grondstoffen betaald zou moeten worden, is er geen financiële draagkracht voor het proefproject.

MER PSCT

Afhankelijk van de marktomstandigheden moet voor zand een prijs van circa €4,5 per ton worden afgerekend. Op jaarbasis bedraagt dat een somma variërend van €280.000 tot €320.000. Ook verwerking van niet reinigbare grond en baggerspecie genereert inkomsten. We gaan hier uit van een te ontvangen bedrag van €1 per ton. Dat komt neer op inkomsten voor het proefproject van €160.000 tot €190.000 per jaar.

Transportkosten

De transportkosten van reststoffen van de AEC's van Twence en van de kalk- en gipsslurry zijn zeer laag, immers beiden komen op de locatie vrij. Bij het – in een latere fase van het proefproject - betrekken van reststoffen van andere AEC's zijn er wel transportkosten. Per saldo wordt met het proefproject bereikt dat het aantal transportkilometers (en transportkosten) voor de afvoer van de reststoffen van Twence fors afneemt, omdat de afvoer naar Duitsland en de Maasvlakte wegvalt (in totaal drie bestemmingen: circa 155 en 335 km respectievelijk 235 km enkele reis).

Voor zand zijn de transportkosten afhankelijk van de locatie van de zandwinput. Bij een afstand van 25 km komen de jaarlijkse transportkosten uit op €200.000 tot €250.000. De herkomst van niet reinigbare grond en baggerspecie is sterk wisselend, waardoor de transportkosten onvoorspelbaar zijn. De meeste baggerspecie komt vrij bij de grotere waterwegen. Die liggen op een aanzienlijke afstand van de projectlocatie. De kosten per schip zijn, bij bijvoorbeeld een afstand van 75 km, veel hoger dan de transportkosten van zand. De kosten variëren van €600.000 tot €650.000.

De toetsing aan de hand van deze criteria leidt tot de conclusie dat reststoffen van AEC's in de gegeven situatie het meest geschikt zijn. Daarmee komt het basisalternatief tot stand: het aanbrenge van een vulstof gebaseerd op reststoffen van AEC's in drie cavernes onder het terrein van Twence en een technische installatie op het terrein van Twence.

5.3 **Bouwstenen voor het voorkeursalternatief**

Onderstaande bouwstenen binnen het basisalternatief leiden tot het formuleren van het voorkeursalternatief. De bouwstenen met de minste milieueffecten en/of de meest acceptabele uitkomst vormen met het basisalternatief het voorkeursalternatief. De bouwstenen (of varianten) betreffen:

- Keuze van drie cavernes
- Locatie van vulstofproductie installatie¹²
- Verwerking overschotpekel
- Verwerking condensaat

Keuze van drie cavernes

Pas als na het aanbrenge van de vulstof in de eerste caveerne en monitoring van de eerste resultaten vertrouwen is verkregen in de methode, wordt overgegaan tot het aanbrenge van de vulstof in de tweede caveerne, een potentieel meer instabiele caveerne. Na evaluatie van de gegevens daarvan, wordt het potentieel meest instabiele type als laatste 'behandeld'. In paragraaf 4.2.4 is aangegeven hoe de selectie van de cavernes, die deel uitmaken van het proefproject, tot stand is gekomen.

Er is met het oog op milieueffecten geen onderscheid tussen de onder het terrein van Boeldershoek gelegen cavernes waarin vulstof wordt aangebracht. 'Duurzame insluiting' is voor iedere caveerne waarin vulstof wordt aangebracht, ongeacht welke, aan de orde.

¹² Inclusief andere installaties zoals voor het indampen van pekel.

MER PSCT

Er bestaat geen onderscheid op het vlak van de andere aspecten die in dit MER worden beschouwd. Met deze opmerking is de keuze van cavernes niet een apart te toetsen bouwsteen (of variant).

Locatie van vulstofproductie installatie (en andere installaties)

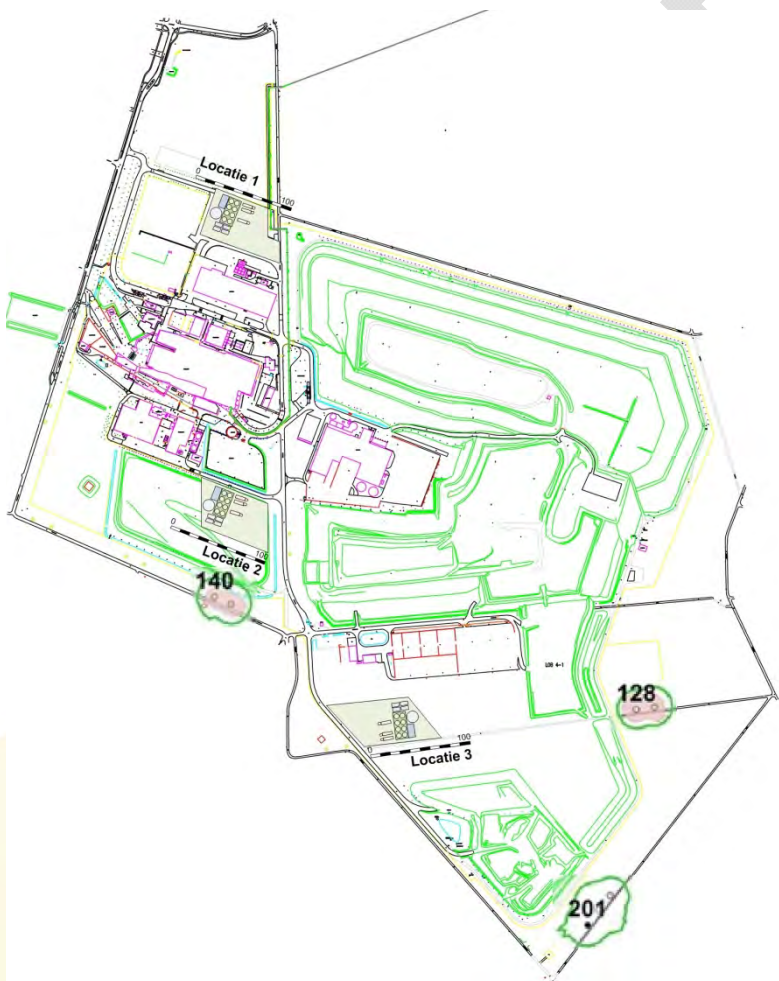
De oprichting van de vulstofproductie installatie stelt een aantal eisen aan de locatie op het terrein van Twence:

- Er moet - uiteraard - voldoende ruimte zijn. Uitgegaan wordt van een perceel van 40 bij 50 meter, inclusief losplaatsen voor trucks.
- De locatie moet bereikbaar zijn via de weg, omdat grondstoffen per truck aangevoerd worden.

In minder mate gelden de volgende eisen:

- De installatie moet buiten de mogelijke sinkholecontour van een potentieel instabiele caveerne worden geplaatst.
- De afstand tussen de installatie en de boorputten van de cavernes moet beperkt zijn, omdat voorkomen moet worden dat de vulstof al bij transport door de leidingen begint uit te harden.

Figuur 5-1 laat de mogelijke locaties van de vulstofproductie installatie (en andere installaties) ten opzichte van de drie geselecteerde cavernes zien. De bebouwingshoogte is maximaal 30 meter.






Figuur 5-1: Mogelijke locaties vulstofproductie installatie en de drie cavernes

MER PSCT

In onderstaande tabel zijn de factoren die een rol spelen bij de afweging aangegeven en is de toetsing tot uiting gebracht. Voor emissies (grond, water, lucht en geur) en bedrijfsvoering bestaat er geen onderscheid tussen de locaties.

Kenmerken	Locatie	1	2	3
Bevoegd gezag Wabo		Hengelo	Enschede	Enschede
'Ruimte' in bestemmingsplan		Mogelijk	Mogelijk	Niet toegestaan
Geluid		Acceptabel	Acceptabel	Mogelijk acceptabel
Visuele hinder		Zichtlocatie	Onttrokken aan het zicht	Te camoufleren
Uitvoerbaarheid bouwfase		Goed	Beperkte werkruimte	Goed
Bouwrijp maken		Mogelijk verontreinigde grond aanwezig	Afgraven deel van de stort	Geen belemmering
Afstand tot cavernes		Relatief groot	Acceptabel	Acceptabel
Stoom beschikbaarheid		Lange toevoerleiding	Acceptabel	Lange toevoerleiding
Kosten		Onzeker	Hoog	Acceptabel

Tabel 5-2: Beoordeling van locaties voor vulstofproductie installatie

	Acceptabel, dan wel positief
	Mogelijk acceptabel, licht negatief
	Niet acceptabel, dan wel negatief

Op het Twence terrein komen drie locaties naar voren die zijn getoetst. De vigerende bestemmingsplannen bieden - na het doorlopen van de noodzakelijke procedures - 'ruimte' voor locatie 1 en 2. Voor locatie 3 is geen bebouwing toegestaan. Op het vlak van geluid levert locatie 3 mogelijk overschrijding van grenswaarden op. Locatie 1 is vanuit vrijwel de gehele omringende omgeving prominent zichtbaar: er zijn geen structuren of gebouwen die de locatie aan het zicht onttrekken. Voor locatie 2 en 3 is dit veel minder aan de orde (Figuur 5-3). Tussen locatie 3 en Twekkelo zijn afschermwanden aangebracht, waardoor - na extra maatregelen - de industriële installatie aan het zicht kan worden onttrokken. Voor locatie 2 moet een gedeelte van de stortplaats worden afgegraven. De afstand tussen de productielocaties en de drie geselecteerde cavernes pakt nadelig uit voor locatie 1. De beschikbaarheid van stoom is voor locatie 2 het makkelijkst te realiseren. Door het afgraven van een deel van de stortplaats (Figuur 5-2) zijn de realisatiekosten voor locatie 2 hoog, en door de mogelijke aanwezigheid van bodemverontreiniging voor locatie 1 onzeker.



Figuur 5-2: Gedeelte van de stortplaats bij locatie 2.

MER PSCT



Figuur 5-3: Mogelijke locaties vulstofproductie installatie.

De locatie van de vulstofproductie installatie¹³ is een te toetsen bouwsteen (of variant), omdat er vanuit landschappelijk, visueel, cultuurhistorisch, archeologisch en ecologisch perspectief mogelijk verschillen tussen deze locaties zijn. Dat geldt wellicht ook voor geluid. Voor de overige aspecten die in dit MER worden beschouwd bestaat geen significant onderscheid.

Verwerking overschotpekel

De meest geschikte locatie voor verwerking van de overschotpekel is nabij de vulstofproductie installatie. Zo wordt vermeden dat er door dit proefproject op meerdere plaatsen op het terrein van Twence installaties verrijzen. Concentratie van installaties maakt afregeling, beheer en onderhoud efficiënter en doelmatiger dan verspreide opstelling. Er zijn meerdere technische opties voor behandeling van de overschotpekel. In het kort volgt in onderstaande tabel een verkenning van mogelijkheden en een conclusie over de haalbaarheid.

¹³ Daar waar in het vervolg gesproken wordt over de vulstofproductie installatie zijn ook andere installaties zoals de pekel indampinstallatie inbegrepen.

MER PSCT

Variant	Beschrijving	Uitwerking	Conclusie
1	Overschotpekkel opslaan in een zoutpan en water verdampen als solar salt	Resultaat berekeningen: Gedurende 5 mnd./ per jaar verdamping mogelijk tijdens een aantal uren per dag. Voor 5 m ³ /h 13 cm diep is 24 ha nodig. Moet overdekt zijn vanwege regen: circustent van zwart landbouwplastic met opening in het dak.	Niet reëel
2A	Overschotpekkel verwerken in nieuwe Multi Effect Evaporation (MEE)	Voor deze kleine zoutproductie (1,5 ton per uur) is een MEE geen reële optie gezien de hoge investering ten opzichte van een MVR.	Niet reëel
2B	Overschotpekkel verwerken in Mechanical Vapor Recompression (MVR)	Investering in MVR voor 1,5 ton per uur wordt geschat op 2 tot 3 miljoen euro. Dit is gelet op de lage productie een verhoudingsgewijs dure investering.	Optie
3	De pekkel voeden aan een nieuwe sproeidroger bij de BEC.	Temperatuur rookgas uit BEC is 160-180°C. Meer koeling kan niet vanwege optreden zuurvorming. Bij opschroeven rookgastemperatuur daalt efficiency van BEC. Dus er is geen rookgas beschikbaar om water te verdampen.	Geen optie
4	Pekeloverschot 2 jaar bufferen en in een dedicated (geïsoleerde) bestaande indampverwerker tot zout.	Vergt connectie met bestaande fabrieken en veel opslagruimte en afdekking daarvan. Kan leiden tot verontreinigde overschotpekkel.	Geen optie

Tabel 5-3: Vergelijking mogelijkheden voor verwerking overschot pekkel

Paragraaf 4.3.3 gaat in op de mogelijkheden tot verwerking van de zogenaamde overschotpekkel. Daar is beschreven dat is gekozen voor een pekkel indampinstallatie (MVR) die de energie van de AEC van Twence betreft. Er zijn geen reële alternatieven gevonden om de pekkel in te dikken tot een zoutslurry. De behandeling van overschotpekkel door middel van een MVR als pekkel indampinstallatie is daarom geen bouwsteen, maar onderdeel van het basisalternatief.

Verwerking condensaat

Bij het indampen van pekkel ontstaat water. We noemen dit condensaat, omdat het verkregen wordt door het condenseren van waterdamp. Het water is zuiver en bevat geen verontreinigingen. Het vrijkomend volume bedraagt circa 2.500 m³ per maand. Er zijn twee mogelijkheden voor verwerking van het condensaat: gebruiken in het productieproces van AkzoNobel of lozen. Een nadere afweging heeft duidelijk gemaakt dat toepassing in het productieproces een erg dure optie is, die verder geen direct milieuvoordeel levert of leidt tot een hogere efficiëntie. Gekozen wordt voor het lozen van het condensaat op het oppervlaktewater. Hiervoor moet een watervergunning worden aangevraagd. Met de uitkomst van deze afweging is de verwerking van condensaat geen bouwsteen. Het lozen van condensaat is onderdeel van het basisalternatief.

Het condensaat kent een relatief hoge temperatuur (50-70°C) en is daarom niet geschikt om direct op het oppervlaktewater te lozen. Aangezien de zoutslurry (overschotzout en pekkel) die naar de cavernes wordt teruggevoerd bij een te lage temperatuur gemakkelijk kristalliseert (en dan de leiding verstopt), wordt het condensaat gebruikt om de zoutslurry op voldoende hoge temperatuur te houden. Deze werkwijze levert twee voordelen op:

- De zoutslurry raakt niet verstopt in de leidingen.
- Het condensaat koelt af tot een acceptabele temperatuur voor lozing op oppervlaktewater.

MER PSCT

6 Effectbeoordeling

6.1 Referentiesituatie en referentiejaar

De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie en de autonome ontwikkeling in en rondom het projectgebied. Onder autonome ontwikkeling wordt verstaan: de toekomstige ontwikkeling van het milieu zonder dat er sprake is van de uitvoering van dit proefproject, maar wel rekening wordt gehouden met de effecten van concreet vastgesteld overheidsbeleid.

In de referentiesituatie wordt uitgegaan van een tijdshorizon van circa 10 jaar, tot circa 2025. Deze periode van circa 10 jaar komt overeen met de looptijd van ruimtelijke ordeningsplannen, waaronder een bestemmingsplan. Deze tijdshorizon heeft vooral betrekking op effecten op het niveau van de leeflaag. De gevolgen van de ingrepen van de voorgenomen activiteit in de diepe ondergrond zijn onomkeerbaar van karakter en daarmee van onbepaalde duur. De effecten van die ingrepen in de diepe ondergrond worden over een langere termijn dan 2025 beschouwd.

De beschrijving van de bestaande toestand en de autonome ontwikkelingen dient als referentiekader voor de beoordeling van de te verwachten milieueffecten bij realisatie van de voorgenomen activiteit.

6.2 Projectgebied, studiegebied en milieueffecten

In het MER wordt onderscheid gemaakt tussen het projectgebied en het studiegebied. Het projectgebied is het gebied waarbinnen de ontwikkelingen plaatsvinden. Het studiegebied is het gebied waarbinnen effecten kunnen optreden als gevolg van de voorgenomen activiteit. Daarmee bestaat het studiegebied uit het projectgebied en de aangrenzende gebieden waar mogelijk effecten kunnen optreden. Het studiegebied kan per milieuaspect verschillen.

De mogelijke milieueffecten hangen samen met de fasen binnen de pilot. In de aanlegfase van het op de praktijk gerichte deel wordt bijvoorbeeld de installatie opgebouwd, terwijl in de operationele fase de vulstof wordt aangebracht in de cavernes.

6.3 Beoordelingskader

In het MER zijn de effecten van het basisalternatief (en de bouwstenen) op verschillende aspecten in beeld gebracht en vergeleken met de referentiesituatie. Per aspect worden één of meer criteria gebruikt voor de effectbeoordeling. De effecten zijn kwalitatief dan wel kwantitatief beoordeeld met de volgende zeven punts-beoordelingsschaal:

Score	Omschrijving
++	Zeer positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
0/+	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal
-/0	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
--	Zeer negatief ten opzichte van de referentiesituatie

Tabel 6-1 geeft het beoordelingskader voor de voorgenomen activiteit en biedt een overzicht van de onderscheiden aspecten, criteria en parameters, en of de beoordeling voor lange (>2025) of korte termijn (tot 2025) geldt.

MER PSCT

Aspect	Criterium	Parameter	Termijn
Bodembeweging	Stabiliteit in maaiveldhoogte	Geschiktheid voor functies	Lang
Bodem en water: overige aspecten	Bodemkwaliteit	Het aantreffen van bodemverontreiniging tijdens de aanlegfase	Kort
		Het risico dat ten gevolge van de activiteiten een bodemverontreiniging ontstaat.	Kort
	Bodemverstoring	Het doorgraven van bodemlagen met een bijzondere aardkundige waarde / hydrologische functie.	Kort
	Grondwater	Tijdelijke grondwaterstanddaling	Kort
	Watersystemen	Verandering functies watersysteem (berging, afvoer)	Lang
	Waterkwaliteit	Verandering grond- en oppervlaktewaterkwaliteit	Kort
Natuur	Beschermde gebieden	Beïnvloeding beschermde gebieden (verstoring, depositie, verdroging)	Kort
	Beschermde soorten	Beïnvloeding flora en fauna (ruimtebeslag, verstoring, vergraving, verdroging)	Kort
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Landschap	Aantasting visueel ruimtelijke kenmerken	Kort
	Cultuurhistorie	Aantasting cultuurhistorisch waardevolle gebieden en aardkundige waarden	Kort
		Aantasting cultuurhistorisch waardevolle structuren, elementen en patronen.	Kort
	Archeologie	Aantasting archeologische monumenten	Kort
Aantasting archeologische waardevol en zeer waardevol gebied		Kort	
Woon- en leefmilieu	Geluid en trillingen	Hinder door geluid en trillingen	Kort
	Lucht	Emissies naar de lucht	Kort
	Verkeer	Hinder door verkeer	Kort
	Beeldkwaliteit	Mate van visuele hinder	Kort
	Licht	Lichthinder	Kort
	Externe veiligheid	Persoonsgebonden risico en groepsrisico	Kort
	Ruimtebeslag	Ruimtebeslag op bestaande en/of toekomstige woon- / werkgebieden en/of recreatieve functies	Kort
Energie en klimaat		Energieverbruik en CO2-emissie	Kort

Tabel 6-1: Beoordelingskader

6.4 Bodembeweging

Methodiek

Bodembeweging definiëren we als de relatieve stijging of daling van de aardoppervlakte en heeft hier betrekking op bodemdaling of maaiveldverzakking. Het basisalternatief wordt getoetst.

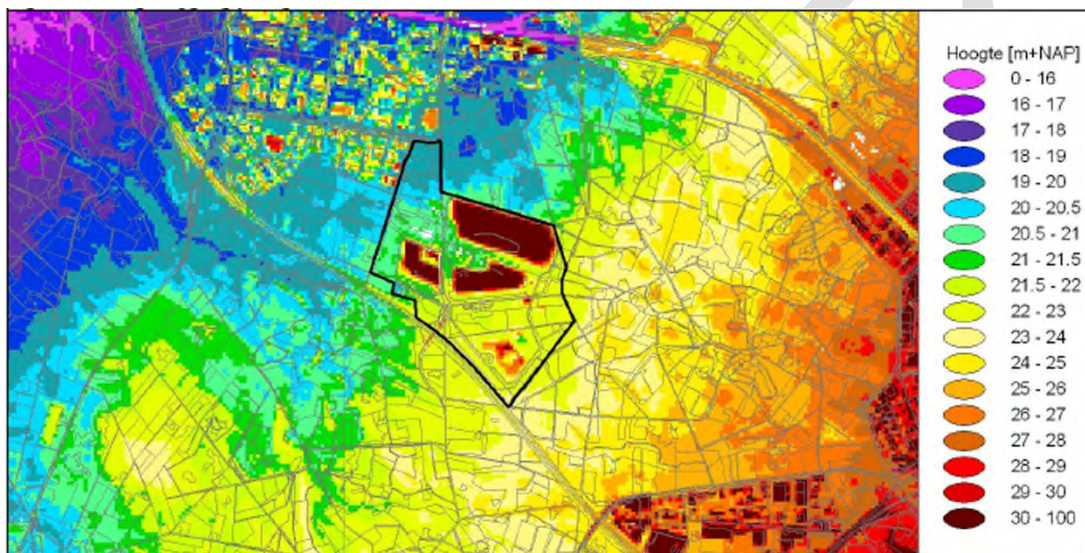
MER PSCT

Referentiesituatie

De referentiesituatie is voor een belangrijk deel beschreven in paragraaf 3.2. In de referentiesituatie kunnen potentieel instabiele cavernes actueel instabiel worden. Dit houdt in dat de cavernes daadwerkelijk (gaan) migreren. Op het moment dat sprake is van een acuut instabiele caveerne vindt bodemdaling of maaiveldverzakking plaats.

Deze opeenvolging van potentieel instabiel via actueel instabiel naar acuut instabiel kan voor de onder het Twence terrein gelegen potentieel instabiele cavernes optreden. Uiteindelijk leidt caveerne migratie tot bodemdaling. Belangrijk is op te merken dat de tijdschaal waarop caveerne migratie van een te stabiliseren caveerne optreedt, sterk kan variëren: in de orde grootte van tien tot twintig jaar tot tientallen, mogelijk honderden jaren van nu.

In Figuur 6-1 is het maaiveldverloop op en rondom het projectgebied weergegeven op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Het maaiveld loopt in noordwestelijke richting af van circa NAP +23 meter tot circa NAP +20 meter in de noordwestelijke punt van het projectgebied. De donkerbruine vlakken betreffen de stortplaatsen.



Figuur 6-1: AHN op en rondom het projectgebied in NAP + meters

Effectbeschrijving en -beoordeling

Het aanbrengen van vulstof in de cavernes moet er toe leiden dat de gevolgen van caveerne migratie sterk beperkt worden, zodat maaiveldverzakkingen en sinkhole vorming niet meer voorkomen. Door het stabiliseren van potentieel instabiele cavernes wordt het risico op bodemdaling / maaiveldverzakking weggenomen en worden belemmeringen in het gebruik van het gebied opgeheven. Het aanbrengen van de vulstof vindt pas plaats wanneer de veiligheid gewaarborgd kan worden. Zoals eerder aangegeven, het tijdstip waarop caveerne migratie van een te stabiliseren caveerne daadwerkelijk optreedt, staat niet vast. Om die reden heeft het stabiliseren van potentieel instabiele cavernes betekenis voor de korte termijn en – in nog sterkere mate - voor de lange termijn.

Het effect van het stabiliseren van potentieel instabiele cavernes op bodembeweging - en daarmee voor de geschiktheid voor functies - voor de korte (<2025) en lange (>2025) termijn wordt als sterk positief (++) beoordeeld.

MER PSCT

criterium	Basisalternatief
Stabiliteit in maaiveldhoogte (korte en lange termijn)	++

Tabel 6-2: Effectbeoordeling bodembeweging

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; - - = zeer negatief

6.5 Bodem en water

Methodiek

Beoordeeld wordt of de voorgenomen activiteit effecten heeft op het bodem- en watersysteem. Het basisalternatief wordt getoetst.

Referentiesituatie

Bodemopbouw

In onderstaand Figuur 6-2 is een fragment van de bodemkaart weergegeven.



Figuur 6-2: Fragment bodemkaart, schaal circa 1:35.000

De bodem is voornamelijk opgebouwd uit fijnzandig materiaal (Tabel 6-3). Er zijn geen bijzondere aardkundige lagen bekend in het projectgebied.

Diepte (m-mv)	Beschrijving	Formatie
0 - 20	Matig fijn zand met leem, klei en veenlagen	Boxtel
20 - 25	Matig fijn tot matig grof zand	Drenthe (laagpakket Schaarsbergen)
25 - 135	Ondiep: matig fijn zand, diep: klei	Dongen

Tabel 6-3: Bodemopbouw volgens REGIS-II

In hydrologisch opzicht is in het gebied sprake van wegzijging. De grondwaterstand ligt gemiddeld circa 1,25 meter beneden algemeen maaiveld, en varieert tussen 0,75 en 1,75 cm meter beneden maaiveld (TNO-NITG, Dinoloket).

MER PSCT

Oppervlaktewater

Het projectgebied grenst aan het stroomgebied van de Tweekelerbeek (ten zuiden) en de Strootbeek (aan de noordoost zijde). Het water in deze beken wordt deels gevoed vanuit het grondwater en deels vanuit bergingsvijvers in Enschede-zuid. Door de toevoer vanuit de vijvers is de afvoer van de beken onregelmatig. Figuur 6-3 geeft de ligging van de beken weer.

Het Waterschap Regge en Dinkel heeft inmiddels het plan in uitvoering om de Tweekelerbeek weer te laten meanderen en heeft, grenzend aan de Boeldershoek, een retentievoorziening aangelegd.



Figuur 6-3: Tweekelerbeek en Strootbeek

Door bodemdaling / maaiveldverzakking kan in de referentiesituatie het normale afvoerpatroon worden aangetast.

Watervoerende lagen

Figuur 4-11 geeft de belangrijkste geologische laagpakketten aan in Twente. De afgebeelde dikte en het karakter van de lagen zijn geen constante, maar variëren. Onder de cavernes bevinden zich voornamelijk kleistenen met afwisseling van silt en fijn zand (behorende tot de Solling Formatie), gevolgd door Rötzout (waarin de cavernes zijn ontwikkeld), met daarboven het vrij dikke kleisteenpakket van het Boven Röt. Tussen het Rötzout en de Röt kleisteen bevindt zich een circa 15 meter dikke anhydrietlaag. Deze laag vormt een steunlaag voor het dak van de cavernes en biedt weerstand tegen instorting.

Boven de Röt kleisteen ligt de Muschelkalk. De watervoerende lagen binnen dit pakket bevatten voornamelijk zout water, dat door het zoute karakter en de diepte van voorkomen niet geëxploiteerd wordt. Meer aan de oppervlakte gelegen Formaties (deel uitmakend van de Noordzee Supergroep) hebben aquifers met zoet water.

MER PSCT

Deze watervoerende lagen zijn een (potentiële) bron voor (drink)waterwinning. Beïnvloeding van deze aquifers door de vulstof moet worden voorkomen.

Het projectgebied is niet gelegen in of bij een grondwaterbeschermingsgebied.

In de referentiesituatie kan bij het optreden van caverne migratie het grondwatersysteem verstoord raken. Dat laat zich het sterkst gelden voor de zoet water aquifers van de Noordzee Supergroep. Dat onderdeel van het grondwatersysteem is het meest kwetsbaar, omdat het een potentiële drinkwaterbron vormt. Overigens beschouwt Vitens¹⁴ de geohydrologische situatie rond Hengelo als niet geschikt voor de drinkwaterproductie. Vitens heeft aangegeven geen toekomstplannen in de omgeving rond Hengelo te hebben die geraakt worden door het proefproject.

Effectbeschrijving

Afhankelijk van de gekozen locatie voor de vulstofproductie installatie kan tijdens de aanlegfase bodemverontreiniging worden aangetroffen. Dat geldt voor locatie 1. Van locatie 2 is bekend dat zich hier (een deel van) de stortplaats (met onderafdichting) bevindt. Het aanwezige stortmateriaal wordt niet geclassificeerd als bodemverontreiniging, maar moet wel voor de bouw worden verwijderd. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld.

Door de voorgenomen activiteit is er geen risico op het ontstaan van bodemverontreiniging. Installaties en bassin(s) worden volgens wettelijk vastgestelde regels en richtlijnen (bijvoorbeeld NRB) uitgevoerd. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld.

De beoordeling van 'bodemverstoring' heeft betrekking op het doorgraven van lagen met een bijzondere aardkundige waarde of hydrologische functie. Dergelijke lagen zijn niet bekend in het projectgebied. Op een groot deel van het projectgebied is een stortplaats gelegen die op de oudere plaatsen tot onder de grondwaterspiegel reikt. Bodemverstoring door de voorgenomen activiteit is niet aan de orde. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld.

Bij de aanleg van de vulstofproductie installatie zal kortdurend sprake kunnen zijn - afhankelijk van de benodigde funderingsdiepte - van bemaling van het freatische grondwater. Gelet op de samenstelling van het bodemmateriaal (fijn zand) zal snel herstel van de oorspronkelijke grondwaterstand optreden. Het effect op het niveau van het grondwater wordt als neutraal (0) beoordeeld.

Door de voorgenomen activiteit is geen sprake van veranderingen van de functies van het watersysteem. Eventuele toekomstige verstoring wordt juist voorkomen. Berging en/of afvoer wijzigen niet ten gevolge van de voorgenomen activiteit. Het effect op veranderingen van de functies van het watersysteem - met name op lange termijn (>2025) - wordt als positief (+) beoordeeld.

Door de voorgenomen activiteit is geen verandering voorzien van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Er vinden geen ingrepen plaats nabij de beken. Ten aanzien van de grondwaterkwaliteit is het begrip duurzame insluiting van toepassing. Door een uitgebreide risicoanalyse (paragraaf 4.2.3) is duidelijk gemaakt dat de kans op aantasting van de grondwaterkwaliteit verwaarloosbaar is op een tijdschaal van 10.000 jaar. Het borgen van duurzame insluiting is een voorwaarde voor uitvoering van het proefproject.

Door het lozen van condensaat vindt geen kwaliteitsverandering van het oppervlaktewater plaats. Het effect op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit wordt als neutraal (0) beoordeeld.

¹⁴ Het (drink)Waterbedrijf

MER PSCT

Effectbeoordeling

De resultaten leiden tot de volgende effectscores voor het aspect bodem en water:

Criterium	Basisalternatief
Bodemkwaliteit	0
Bodemverstoring	0
Grondwater	0
Watersysteem (lange termijn)	+
Waterkwaliteit	0

Tabel 6-4: Effectbeoordeling bodem en water

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; -- = zeer negatief

Mitigerende en compenserende maatregelen

Er zijn geen compenserende maatregelen aan de orde. Mitigerende maatregelen zijn geïntegreerd in het ontwerp van het proefproject.

6.6 Natuur

Methodiek

De aanwezige natuurwaarden zijn in beeld gebracht op basis van een verkenning van bestaande inventarisaties en een verkennend veldbezoek. De effectbeoordeling vindt plaats voor het basisalternatief inclusief de drie mogelijke locaties van de vulstofproductie installatie.

De volgende bronnen zijn in het kader van dit onderzoek gebruikt:

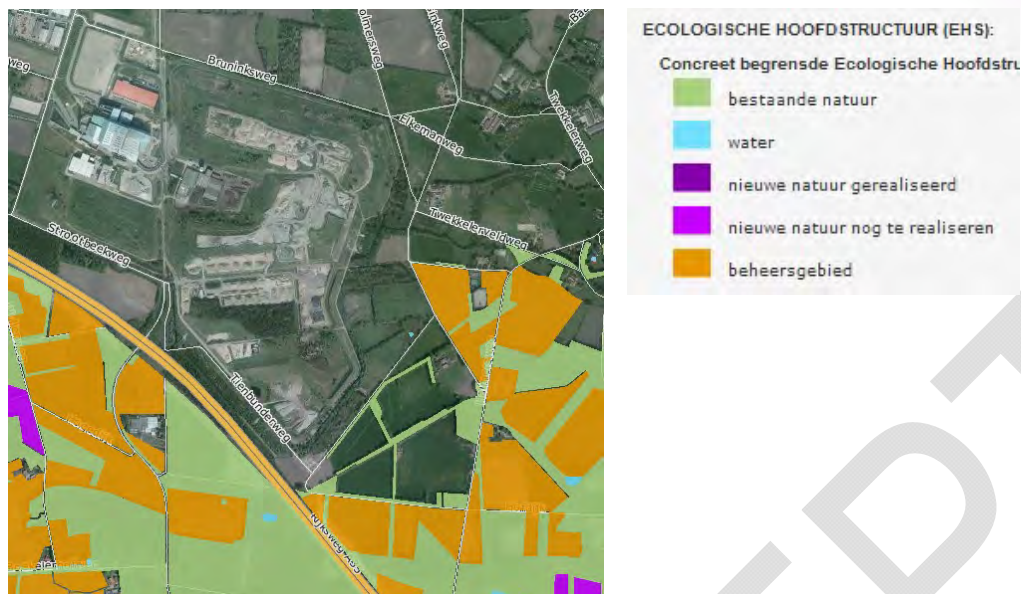
- Landelijke en provinciale verspreidingsinformatie met betrekking tot planten, dagvlinders, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren, met name uit verspreidingsatlassen,
- Diverse onderzoeksrapporten van het projectgebied en de omgeving,
- Provinciale verspreidingsgegevens met betrekking tot planten en vogels uit de jaren 1988, 2007 en 2008,
- De websites www.waarneming.nl en www.telmee.nl.

Op 20 november 2012 is een verkennend veldbezoek uitgevoerd, waarbij het (mogelijk) voorkomen van beschermde planten- en diersoorten is bepaald. Er heeft geen soortspecifiek onderzoek plaatsgevonden, wel zijn aangetroffen soorten genoteerd en in de analyse gebruikt om de mogelijke effecten te bepalen.

Referentiesituatie

Het projectgebied omvat het terrein van Twence B.V. De totale oppervlakte is ongeveer 150 hectare. Binnen dit terrein zijn diverse gebieden aanwezig met elk hun eigen karakteristiek. Binnen het projectgebied zijn de hoogste natuurwaarden aan de west- en zuidwestkant aanwezig. Hier zijn nog restanten van het oude landgoed zichtbaar, met oude beplanting en de deels heringerichte Tweekelerbeek. De voormalige stortplaats vormt een groot deel van het terrein. Het is gedeeltelijk begroeid met vegetatie gedomineerd door grassen en zaailingen van jonge bomen, en wordt begraaasd door schapen.

MER PSCT



Figuur 6-4: EHS gebied grenzend aan projectgebied

Beschermde gebieden: Natura 2000 en Ecologische Hoofdstructuur

Het meest nabij gelegen Natura 2000-gebied is het 'Lonnekermeer', op meer dan 5 km afstand noordnoordoostelijk. 'Lonnekermeer' maakt deel uit van de ecologische hoofdstructuur (EHS). Aan de zuidoostzijde grenst het projectgebied aan EHS-gebied, dat gedeeltelijk samenvalt met landgoed Twekkelo (Figuur 6-4).

Beschermde soorten

■ Flora

Tijdens het veldbezoek zijn in het projectgebied geen beschermde plantensoorten aangetroffen. Uit geraadpleegde gegevensbronnen blijkt dat 15 beschermde plantensoorten kunnen voorkomen in en rondom het projectgebied. Het betreft voornamelijk licht beschermde soorten (tabel 1), waarvoor een vrijstelling geldt bij ruimtelijke ontwikkelingen en enkele strikter beschermde soorten, bij gedegenereerd heidegebied langs de A35 aan de zuidoostkant van het projectgebied. Onderzoek ter plaatse in het voorjaar van 2012 heeft het voorkomen van deze soorten niet bevestigd.

■ Zoogdieren (vleermuizen)

Het projectgebied is beoordeeld op geschiktheid voor vleermuizen. De volgende soorten kunnen verwacht worden: gewone dwergvleermuis, laatvlieger (gebouwbewonend), ruige dwergvleermuis, gewone grootovleermuis (gebouw- en boombewonend), rosse vleermuis, franjestaart en watervleermuis (boombewonend).

In de bebouwing aan de westkant van het projectgebied zijn verblijfplaatsen te verwachten van gewone dwergvleermuis en laatvlieger. Vooral in het oostelijk en zuidoostelijk deel van het projectgebied is oudere opgaande beplanting aanwezig. Een aantal bomen is geschikt als vleermuisverblijfplaats. Het is zeer waarschijnlijk dat vleermuizen het projectgebied gebruiken als foerageergebied: langs de bosranden en houtwallen, in de luwte van de bebouwing en langs en boven de watergangen. De groenstructuren binnen het gebied verbinden geschikt foerageergebied en verblijfplaatsen en kunnen dienen als vliegroute.

■ Zoogdieren (grondgebonden)

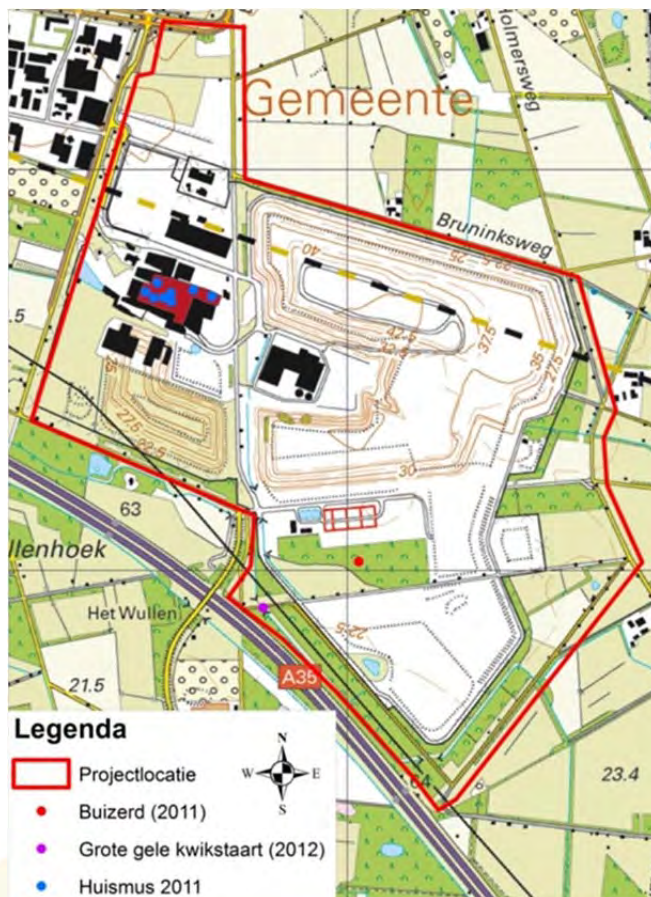
In het projectgebied kunnen onder andere de volgende algemene zoogdieren voorkomen: konijn, aardmuis, veldmuis, dwergmuis, rosse woelmuis, bosmuis, haas, mol, ree, egel en mogelijk hermelijn, vos, wezel, hermelijn, bunzing en algemene (spits)muizen (waarneming.nl, Royal Haskoning, 2008 en eigen waarnemingen). Dit zijn Tabel 1 soorten. De eekhoorn en mogelijk steenmarter (tabel 2 soorten) kunnen voorkomen.

MER PSCT

Er zijn echter geen sporen, verblijfplaatsen of nesten van deze soorten waargenomen. De soort komt wel voor in de omgeving (Zoogdierverseniging, waarneming.nl). Het projectgebied maakt mogelijk deel uit van hun territorium. Voor de Boommarter (een tabel 3 soort) is het projectgebied geschikt als leefgebied. Tijdens het onderzoek zijn geen verblijfplaatsen en sporen van boommarters aangetroffen. In en rondom het projectgebied zijn ook geen verspreidingsgegevens bekend van de soort. Aangenomen wordt dat de soort niet in het projectgebied voorkomt. Dat geldt ook voor de waterspitsmuis (tabel 3 soort). Het projectgebied is een te marginaal leefgebied door de aanwezigheid kruidenarme oevervegetaties en weinig onderwatervegetatie. Overige zoogdieren (o.a. das en veldspitsmuis) worden niet rondom het projectgebied verwacht, omdat het biotoop ongeschikt is en er geen verspreiding van bekend is.

■ Vogels (Broedvogels en categorie 5)

Er zijn bij het veldbezoek algemene soorten als buizerd, sperwer, koolmees, heggenmus, merel, pimpelmees, grote bonte specht, boomklever, houtduif en groene specht waargenomen. In 2011 zijn bij een inventarisatie struweelvogels als patrijs (1), fazant (15), roodborsttapuit (2), grasmus (32), braamsluiper (1), en bosrietzanger (13) waargenomen. In de bosrijkere deel aan de zuidoostkant van het projectgebied zijn territoria van boomkruiper, boomklever, grote bonte specht, koolmees, pimpelmees en goudvink aangetroffen.



■ Vogels (Categorie 1-4)

In 2011 zijn 3 soorten waargenomen waarvan de vaste rust- en verblijfplaats jaarrond beschermd is: buizerd, huismus en grote gele kwikstaart (zie Figuur 6-5). Rond de bebouwing aan de westkant zijn 7 territoria van huismus waargenomen. Zuidelijk in het projectgebied is een territorium van de buizerd en net daarbuiten van de grote gele kwikstaart bekend. Naast de genoemde soorten foerageren sperwer, steenuil en mogelijk rans- en kerkuil in het projectgebied.

Figuur 6-5: Voorkomen van vogels op het terrein van Twence.

■ Vogels (Jaarrondsoorten - categorie 5)

In de 'Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten' is in categorie 5 een aantal vogelsoorten opgenomen die ook in het projectgebied voor (kunnen) komen. Het gaat om een groep van broedvogelsoorten die vaak terugkeert naar de plaats waar ze hebben gebroed, maar die over voldoende flexibiliteit beschikken om, als de broedplaats door bijvoorbeeld ruimtelijke ontwikkelingen verloren gaat, uit te wijken naar andere locaties in de omgeving. In deze situatie gaat het om soorten als groene specht, spreeuw, en zwarte kraai.

MER PSCT

■ Amfibieën, reptielen en vissen

Binnen het projectgebied zijn bruine kikker en gewone pad waargenomen. Waarschijnlijk komen er ook algemene soorten als middelste groene kikker en kleine watersalamander voor. Poelkikker en kamsalamander komen voor in de directe omgeving van het projectgebied, maar bij het ontbreken van geschikte habitats, niet in het projectgebied. Andere strikt beschermde amfibieënsoorten, zoals boomkikker, heikikker en rugstreeppad, worden niet verwacht. Er zijn in het projectgebied geen waarnemingen bekend van reptielen. Zij worden ook niet verwacht. Dat geldt ook voor de beschermde vissoort kleine modderkruiper.

■ Ongewervelden

In en rond het projectgebied kunnen diverse algemene ongewervelden voorkomen zoals atalanta, gehakkelde aurelia, hooibeestje, kleine vos, landkaartje en diverse libellensoorten. Uit de omgeving zijn waarnemingen bekend van drie beschermde dagvlinders, te weten heideblauwtje, keizersmantel en rouwmantel (tabel 3 van de Flora- en faunawet). Deze soorten worden niet in het projectgebied verwacht. Voor de overige in de Flora- en faunawet opgenomen beschermde ongewervelden is het onwaarschijnlijk dat zij in het projectgebied voorkomen.

Effectbeschrijving

Effecten op Natura 2000

Gezien de afstand tot 'Lonnekermeer' en de emissies ten gevolge van de pilot worden geen versturende of significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen verwacht. Er wordt daarom van uitgegaan dat de kernopgaven van dit Natura2000 gebied niet belemmerd worden. Een nadere toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 wordt niet noodzakelijk geacht.

Effecten op de Ecologische Hoofdstructuur

Het projectgebied grenst aan de zuidoostzijde aan EHS-gebied. Er vinden geen ontwikkelingen plaats in de EHS. Negatieve effecten op de wezenlijke waarden en kenmerken van de EHS worden uitgesloten.

Beschermde soorten

■ Flora

De ingreep leidt vrijwel niet tot een verlies van groeiplaatsen van de genoemde plantensoorten van tabel 1 van de Flora- en faunawet. Er is geen negatieve invloed op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie. Voor deze soorten geldt bovendien een vrijstelling op de ontheffingsplicht. Aanvullend onderzoek naar beschermde planten is niet noodzakelijk.

■ Zoogdieren (vleermuizen)

Een aantal oudere bomen is geschikt zijn als verblijfplaats voor boombewonende vleermuizen. Omdat er geen houtkap voorzien is, zijn negatieve effecten op verblijfplaatsen, vliegroute en/of foerageergebied niet aan de orde.

■ Zoogdieren (grondgebonden)

De voorgenomen activiteit leidt tot een beperkt verlies van leefgebied van de genoemde zoogdieren van tabel 1 van de Flora- en faunawet. Dit heeft geen negatieve invloed op de gunstige staat van instandhouding van de lokale populatie. Voor deze soorten geldt een vrijstelling bij ruimtelijke ontwikkelingen. Wel geldt de algemene zorgplicht ten aanzien van deze soorten.

Met de voorgenomen activiteit worden negatieve effecten op eekhoorn uitgesloten. Met de ruimtelijke ontwikkeling gaat geen vaste verblijfplaats van steenmarter verloren, en blijft het gebied geschikt als foerageergebied. Negatieve effecten op de steenmarter worden uitgesloten. Andere zwaarder beschermde soorten worden niet binnen het projectgebied verwacht. Negatieve effecten zijn dan ook daarvoor niet aan de orde. Nader onderzoek of een ontheffing is niet noodzakelijk voor beschermde grondgebonden zoogdieren.

MER PSCT

■ Vogels

Door de voorgenomen activiteit kunnen mogelijk enkele nestlocaties van algemene broedvogels en categorie 5 vogels worden aangetast. Deze soorten zijn echter flexibel genoeg om tijdelijk uit te wijken. Er is voldoende alternatief leefgebied in de directe omgeving voor deze soorten.

De verblijfplaatsen van jaarrondsoorten en categorie 1-4 vogels bevinden zich niet binnen de invloedssfeer van de ruimtelijke ontwikkeling. Er worden daarom ook geen negatieve effecten op deze soorten verwacht. Met de ruimtelijke ontwikkeling blijft het gebied geschikt als leef- en foerageergebied voor steenuil, sperwer, kerkuil en ransuil. Negatieve effecten op vogels waarvan de vaste rust- en verblijfplaats jaarrond beschermd is, worden niet verwacht.

■ Amfibieën, reptielen en vissen

De ingreep kan leiden tot een (tijdelijke) verstoring van leefgebied van de genoemde amfibieën van tabel 1 van de Flora- en faunawet. Het gaat hier in hoofdzaak om aantasting van het overwinteringsgebied/foerageergebied. Van negatieve effecten op populatieniveau zal geen sprake zijn. Genoemde soorten zijn licht beschermd en vrijgesteld van de ontheffingsplicht bij ruimtelijke ingrepen. Er zijn geen effecten voor reptielen en vissen. Het aanvragen van een ontheffing of het uitvoeren van nader onderzoek is niet noodzakelijk voor beschermde amfibieën, reptielen en vissen.

■ Ongewervelden

Er worden geen negatieve effecten verwacht voor beschermde ongewervelden. Het aanvragen van een ontheffing of het uitvoeren van nader onderzoek is niet noodzakelijk voor beschermde ongewervelden.

Effectbeoordeling

De resultaten geven geen onderscheid aan tussen de locaties voor de vulstofproductie installatie. De effectscores voor het aspect natuur zijn als volgt:

criterium	Basialternatief	VPI locatie 1	VPI locatie 2	VPI locatie 3
Beïnvloeding beschermde gebieden (verstoring, depositie, verdroging)	0	0	0	0
Beïnvloeding flora en fauna (ruimtebeslag, verstoring, vergraving, verdroging)	0	0	0	0

Tabel 6-5: Effectbeoordeling natuur

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; - - = zeer negatief

Mitigerende maatregelen

■ Broedvogels

Voor alle beschermde, inheemse (ook de algemeen voorkomende) vogelsoorten geldt vanuit de Flora- en faunawet een verbod op handelingen die nesten of eieren beschadigen of verstoren. Ook handelingen die een vaste rust- of verblijfplaats van beschermde vogels verstoren zijn niet toegestaan. In de praktijk betekent dit dat verstorende werkzaamheden alleen buiten het broedseizoen¹⁵ uitgevoerd mogen worden, tenzij nader onderzoek heeft uitgewezen dat broedvogels afwezig zijn. Door rekening te houden met het broedseizoen, is nader onderzoek of het aanvragen van een ontheffing niet noodzakelijk voor vogels.

¹⁵ Er bestaat geen standaardperiode voor het broedseizoen. Van belang is of een broedgeval verstoord wordt, ongeacht de datum. Globaal betreft het de periode van 15 maart tot 15 juli.

MER PSCT

■ Overige soorten

Voor de overige soorten zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk. Wel geldt te allen tijde de zorgplicht die voortvloeit uit de Flora- en faunawet.

■ Natura 2000 en EHS

Gezien het feit dat geen versturende of significant negatieve effecten optreden op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebied zijn mitigerende maatregelen niet aan de orde. Voor de EHS geldt een compensatiebeginsel, waarbij oppervlak dat verloren gaat moet worden gecompenseerd. Dit is niet aan de orde aangezien het projectgebied niet in de EHS ligt.

6.7 Landschap, cultuurhistorie en archeologie

Referentiesituatie

Landschap

Het projectgebied is gekenmerkt als een gedeeltelijk industrieel en gedeeltelijk landelijk gebied, waar op dit moment ook nog sprake is van enige landbouwactiviteiten.

Het gebied maakt deel uit van het bedrijventerrein Twentekanaal, grenst aan de snelweg A35 en aan buurtschap Tweekelo. Het reliëf kenmerkt zich door (zeer) zwakke welvingen. Op het westelijk deel bevinden zich de bedrijfsgebouwen van Twence en een aanzienlijk deel van de stortplaats. In het oostelijk gebiedsdeel bevinden zich naast bedrijfsactiviteiten enkele akkers, met gras begroeide percelen en bosschages. Dit oostelijk deelgebied grenst aan Tweekelo. Tussen het bedrijfsterrein en Tweekelo zijn afschermwallen aangebracht van circa 10 tot 12 meter hoog. Binnen het projectgebied bevindt zich geen dag- of verblijfsrecreatie.

Vrijwel het gehele projectgebied is in eigendom van Twence B.V. Enkele percelen zijn verpacht aan boeren. Een aanzienlijk deel van het projectgebied bestaat uit een stortplaats die reikt tot een hoogte van circa 25 meter boven algemeen maaiveld.

Cultuurhistorie

In het projectgebied zijn geen kenmerkende aardkundige waarden waarneembaar of aangetroffen. Het gebied maakt geen deel uit van een cultuurhistorisch waardevol landschap. Cultuurhistorisch waardevolle patronen en/of structuren zijn niet geïdentificeerd. Eventuele patronen en/of structuren zijn door de aanleg en aanwezigheid van de stortplaats en overige activiteiten op het terrein verstoord.

Archeologie

Het gebied is niet gedefinieerd als een terrein van archeologische betekenis. Archeologische monumenten zijn niet bekend. De archeologische verwachtingswaarde is in Figuur 6-6 weergegeven. Op basis van de gemeentelijke archeologische verwachtingskaarten (Enschede en Hengelo) is nader inzicht verkregen in de archeologische waarden in het projectgebied.

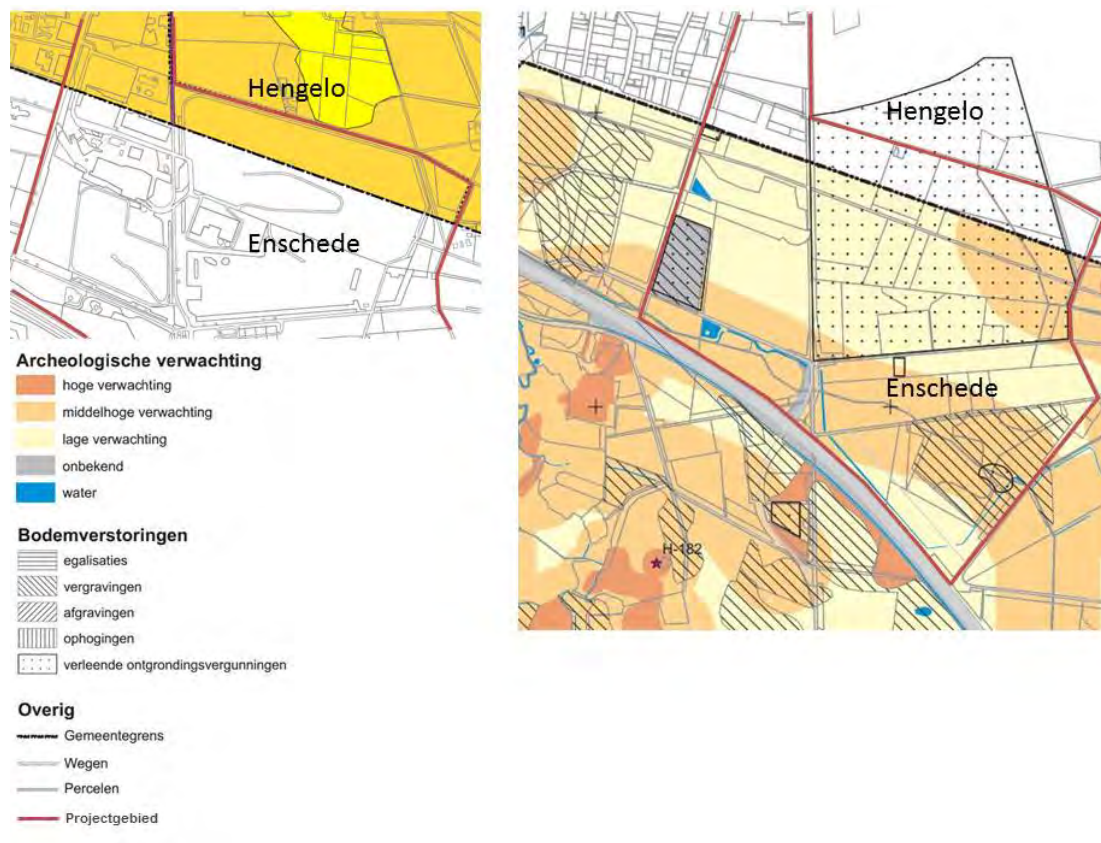
Uit de archeologische verwachtingskaart van Enschede blijkt dat het projectgebied voornamelijk een lage archeologische verwachtingswaarde (lichtgeel) kent afgewisseld met middelhoge archeologische verwachtingswaarden (donkergeel). Over een deel van zowel de lage als middelhoge verwachtingswaarde ligt feitelijk de stortplaats, en moet aangenomen worden dat de verwachtingswaarde laag is. Uit de kaart van Hengelo blijkt dat het projectgebied wordt gekenmerkt door een middelmatige archeologische verwachtingswaarde. De voorgenomen activiteit heeft betrekking op het deel van het terrein waarvoor de gemeente Enschede het bevoegd gezag is.

Eventuele archeologische overblijfselen zijn door de aanleg en aanwezigheid van de stortplaats en overige activiteiten op het terrein verstoord.

MER PSCT

Effectbeschrijving

Het effect van de voorgenomen activiteit voor landschap, cultuurhistorie en archeologie wordt als neutraal (0) beoordeeld voor het basisalternatief. De locaties van de VPI onderscheiden zich van het basisalternatief in de mate van visueel impact. Voor locatie 1 en 3 is die impact groter (een negatief effect) dan voor locatie 2 (een neutraal effect).



Figuur 6-6: Archeologische verwachtingskaart (gemeente Hengelo en gemeente Enschede)

Effectbeoordeling

De resultaten leiden tot de volgende effectscores voor het aspect landschap, cultuurhistorie en archeologie:

Criterium	Basis-alternatief	VPI locatie 1	VPI locatie 2	VPI locatie 3
Aantasting visueel ruimtelijke kenmerken	0	-	0	-
Aantasting cultuurhistorisch waardevolle gebieden en aardkundige waarden	0	0	0	0
Aantasting cultuurhistorisch waardevolle structuren, elementen en patronen.	0	0	0	0
Aantasting archeologische monumenten	0	0	0	0
Aantasting archeologische waardevol en zeer waardevol gebied	0	0	0	0

Tabel 6-6: Effectbeoordeling landschap, cultuurhistorie en archeologie

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; - - = zeer negatief

MER PSCT

Mitigerende en compenserende maatregelen

Voor locatie 3 kunnen - als mitigerende maatregel - de afschermwallen tussen het bedrijfsterrein en Twekkelo worden opgehoogd, waardoor sprake is van een licht negatief effect. Hiernaast zijn geen extra mitigerende en/of compenserende maatregelen aan de orde.

6.8 Woon- en leefmilieu

6.8.1 Geluid en trillingen

Methodiek

Voor de berekeningen van de geluidniveaus op zogenaamde beoordelingspunten is gebruik gemaakt van het basisrekenmodel zoals aangeleverd door de zonebeheerder (gemeente Hengelo). Dit rekenmodel is geactualiseerd met de geluidbronnen en objecten die deel uit kunnen maken van het voorkeursalternatief, namelijk de drie locaties van de vulstofproductie installatie. Met behulp van het computerprogramma Geomilieu versie 2.13 van DGMR zijn overdrachtsberekeningen uitgevoerd naar de vastgestelde immissiepunten. Het onderzoek is uitgevoerd conform de regels uit de 'Handleiding meten en rekenen industrielawaai' (HMRI-1999).

Referentiesituatie

Het projectgebied maakt deel uit van een gezonde industrieterrein, als bedoeld in de Wet geluidhinder. De geluidscontour van deze geluidzone ligt grotendeels buiten het projectgebied. De zone is vastgesteld voor het gehele industrieterrein Twentekanaal.

De vastgestelde (geluid)zone houdt in dat de som van de geluidbelasting van alle bedrijven op het industrieterrein Twentekanaal (inclusief het gebied binnen het bestemmingsplan Boeldershoek: het projectgebied) op de grens van de zone niet meer mag bedragen dan 50, 45, en 40 dB(A) tijdens respectievelijk de dag-, avond- en nachtperiode. De zone wordt beheerd door de gemeente Hengelo. Bij de afgifte van nieuwe vergunningen in het kader van de Wet milieubeheer dient de geluidzone in acht te worden genomen. De zonebeheerder ziet hierop toe. De geluidzone legt daarmee zowel de huidige als toekomstige geluidbelasting naar de omgeving vast. Bij nieuwe functies moet altijd worden getoetst aan de geluidzone.

In Tabel 6-7 zijn de berekende langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus op de beoordelingspunten voor de referentiesituatie opgenomen. In de tabel zijn alleen de rekenresultaten op de vergunningspunten van Twence weergegeven.

Zonebewakingspunt (ZBP)	Dagperiode 7.00 – 19.00 uur				Avond 19.00-23.00		Nacht 23.00-7.00	
	Statisch	Dynamisch	Totaal	Vergund	Totaal	Vergund	Totaal	Vergund
Z142	36,8	33,6	38,5	38,9	32,8	33,5	32,1	32,4
Z145	43,3	45,1	47,3	47,4	39,1	39,5	38,7	38,7
Z147	42,3	48,2	49,2	49,3	36,8	38,0	35,2	37,4
Z148	43,6	46,0	48,0	48,4	35,0	36,6	33,7	34,7
Z150	38,4	45,9	46,7	46,8	30,8	31,4	29,4	30,3
Z152	38,1	47,1	47,6	47,7	31,1	32,1	29,8	30,5
Z153	40,0	47,8	48,5	48,7	32,3	34,1	30,7	31,4

MER PSCT

Zonebewakingspunt (ZBP)	Dagperiode 7.00 – 19.00 uur				Avond 19.00-23.00		Nacht 23.00-7.00	
	Statisch	Dynamisch	Totaal	Vergund	Totaal	Vergund	Totaal	Vergund
Z155	44,4	47,4	49,2	49,4	33,8	36,3	31,1	32,8
Z156	40,1	47,7	48,4	48,4	30,4	31,0	27,6	29,4
MTG034, woning	39,4	53,1	53,3	53,3	36,3	37,5	35,4	35,9

Tabel 6-7: Langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus LAR,Lt en toetsing vigerende vergunning

Uit de tabel blijkt dat in de referentiesituatie (2025) nog voldaan wordt aan de grenswaarden uit de vigerende vergunning van Twence. Op enkele punten is nauwelijks tot geen geluidruimte meer binnen de vergunde geluidruimte. Ook blijkt dat ter hoogte van de geluidzone de bijdrage maximaal 49 dB(A) etmaalwaarde bedraagt. De berekende bijdrage is 1 dB(A) lager dan de voor het gehele industrieterrein gereserveerde geluidruimte. Voor het vaststellen van de referentiesituatie is ook rekening gehouden met industrielawaai van andere bedrijven en lawaai door wegverkeer. De bestaande geluidssituatie wordt in hoofdzaak bepaald door de bedrijven op het industrieterrein en door het wegverkeer (onder andere A35). Railverkeer en vliegtuigverkeer leveren nauwelijks een relevante geluidbijdrage en zijn niet onderzocht.

Effectbeschrijving

Omdat de inrichting is gelegen op een gezoneerd industrieterrein, kan op basis van vaste jurisprudentie een toetsing van de indirecte hinder (verkeer van en naar de inrichting) achterwege blijven. Onderzocht zijn de langtijdgemiddelde geluidniveaus en de maximale geluidniveaus. Tabel 6-8 geeft die zonebewakingspunten weer waar een overschrijding van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau is berekend, ten opzichte van de waarden in de huidige vergunning van Twence. De zonebewakingspunten zijn afgebeeld in Figuur 6-7. Opgemerkt moet worden dat de genoemde overschrijdingen van de nu vergunde waarden betrekking hebben op zonebewakingspunten en niet op woningen. Enige uitzondering betreft de woning binnen de geluidzone, die alleen in het geval van VPI locatie 1 te maken kan krijgen met een overschrijding van de nu vergunde grenswaarde.

Als gevolg van de aanvoer van reststoffen (vanaf het derde jaar van het proefproject) is in de dagperiode sprake van netto 9 extra vrachtwagens (18 bewegingen) van en naar de inrichting van Twence. In de huidige situatie vinden in de maximaal representatieve bedrijfssituatie 1569 bewegingen in de dagperiode plaats. Dit betekent dat de geluidemissie als gevolg van het verkeer met $10 \log(1569 + 18 / 1569) = 0,05 \text{ dB(A)}$ toeneemt. Binnen de rekennauwkeurigheid van 1 dB, zoals gesteld in de Handleiding meten en rekenen industrielawaai 1999, is er dan geen sprake van een relevante toename van de geluidemissie vanwege het verkeer van en naar de inrichting.

MER PSCT

Zonebewakingspunt (ZBP)	Vergund	Referentie	VPI locatie 1	VPI locatie 2	VPI locatie 3
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)					
Z148_A , ZBP 50 dB(A)	48,4	48,0	48,0	47,8	51,2
MTG034_A, woning binnen zone	53,3	53,3	53,4	53,3	53,3
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)					
Z148_A , ZBP 50 dB(A)	36,6	35,0	35,1	35,5	43,2
Z150_A , ZBP 50 dB(A)	31,4	30,8	30,8	31,1	32,0
Nachtperiode (23.00 - -07.00 uur)					
Z145_A , ZBP 50 dB(A)	38,7	38,7	38,8	38,9	38,8
Z148_A , ZBP 50 dB(A)	34,7	33,7	33,8	34,2	43,0
Z150_A , ZBP 50 dB(A)	30,3	29,4	29,4	29,7	31,0
Z152_A , ZBP 50 dB(A)	30,5	29,8	29,9	29,5	30,6
MTG034_A, woning binnen zone	35,9	35,4	36,0	35,4	35,4

Tabel 6-8: Overzicht overschrijdingen langtijdgemiddelde beoordelingsniveau (LAR,Lt in dB(A))

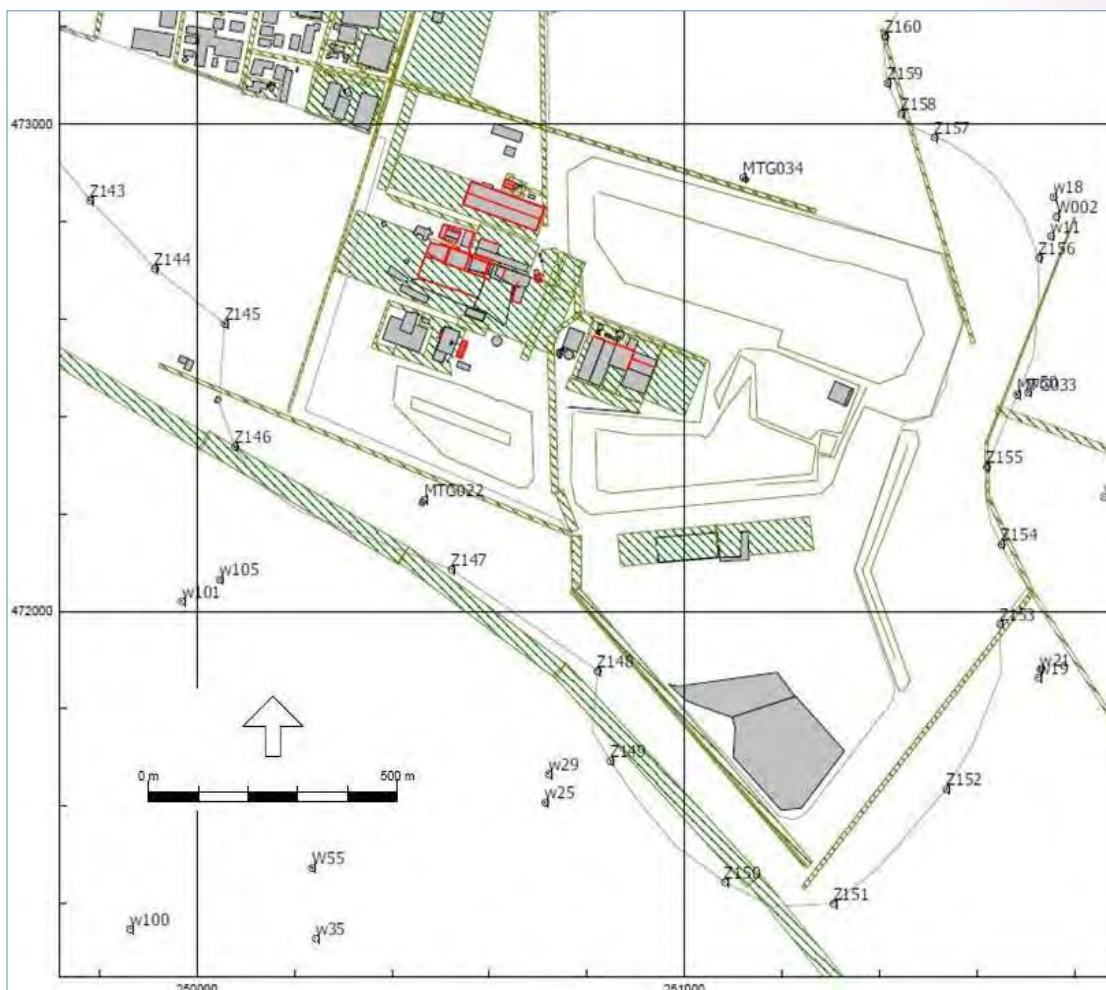
- Beneden grenswaarde vigerende vergunning
- Overschrijding grenswaarde vigerende vergunning

Ten aanzien van de maximale geluidsniveaus ontstaan, bij de drie beschouwde locaties voor de vulstofproductie, vergelijkbare maximale geluidsniveaus. Gezien de situering van de inrichting ten opzichte van woningen treden er voor de beschouwde locaties ter plaatse van woningen geen significante maximale geluidsniveaus op. Ter plaatse van de huidige vergunningspunten kunnen maximale geluidsniveaus ontstaan van minder dan 70 dB(A) in de dagperiode en 45 dB(A) in de avond- en nachtperiode.

Zonder mitigerende maatregelen is het effect van locatie 1 voor 'geluid' licht negatief, voor locatie 2 neutraal en voor locatie 3 zeer negatief ten opzichte van de huidige vergunde situatie van Twence.

Er zijn geen trillingen te verwachten (neutraal effect).

MER PSCT



Figuur 6-7: Zonebewakingspunten

6.8.2 Geur en lucht

Methodiek

De 'Wet luchtkwaliteit' 2007 bevat grenswaarden voor componenten als fijn stof en stikstofoxiden. De wet stelt dat een project doorgang kan vinden indien aan minimaal één van de volgende eisen door het project wordt voldaan:

- Geen overschrijding van de grenswaarden uit de Wet luchtkwaliteit.
- Geen verslechtering - al dan niet per saldo - van de luchtkwaliteit.
- Draagt 'niet in betekende mate' (NIBM) bij aan de luchtverontreiniging.
- Past binnen het NSL of binnen een regionaal programma van maatregelen.

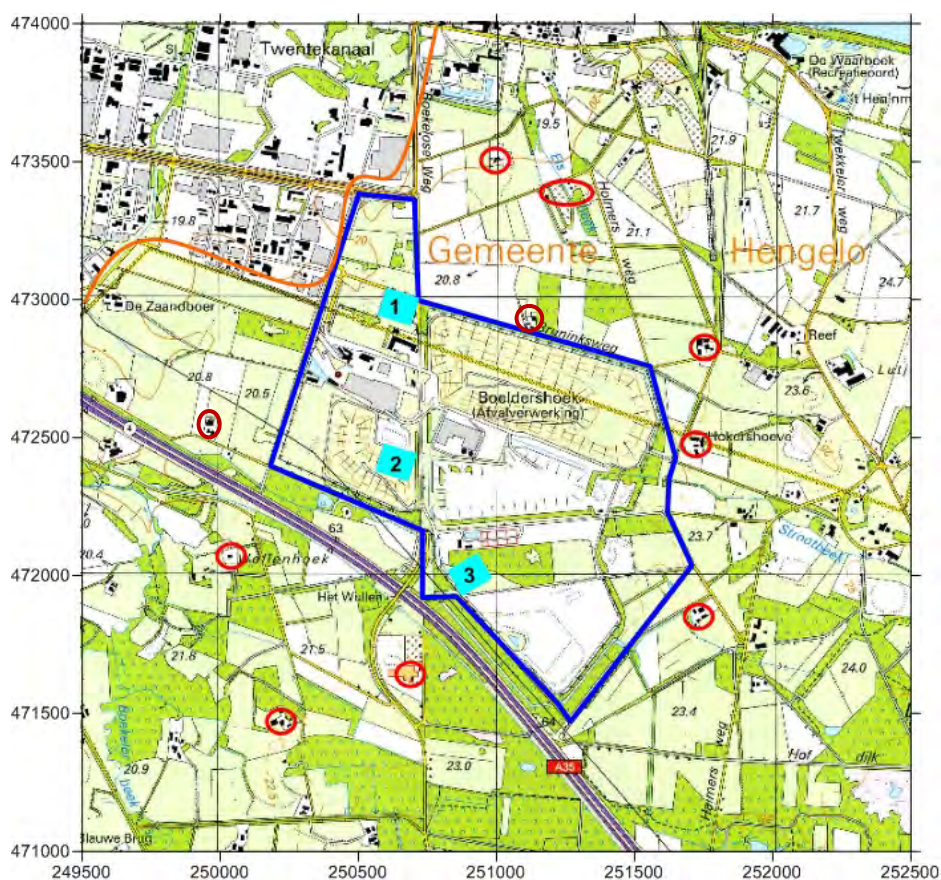
De grenswaarden in de Wet luchtkwaliteit geven een niveau van de buitenluchtkwaliteit dat op een aangegeven tijdstip moet zijn bereikt.

Bij de toetsing aan de Wet luchtkwaliteit moet rekening worden gehouden met de in het onderzochte gebied aanwezige achtergrondconcentraties. Er is gebruik gemaakt van de achtergrondconcentraties opgenomen in het Nieuw Nationaal Model. De beoordeling voor geur heeft betrekking op de vulstofproductie installatie en niet op andere installaties.

MER PSCT

Referentiesituatie

Figuur 6-8 geeft de ligging van de Boeldershoek weer (blauw omrand). De meest nabije woningen zijn rood gemarkeerd. De oranje lijn geeft de zuidoostelijke grens aan van het industrieterrein Twentekanaal. Aaneengesloten woonbebouwing is aanwezig op circa 1,5 km afstand van de Boeldershoek. De drie locaties voor de vulstofproductie installatie zijn lichtblauw gemarkeerd.



Figuur 6-8: Voor het geur- en luchtonderzoek relevante locaties, incl. omringende woningen

In de huidige situatie zijn de vier AEC's van Twence voorzien van gedeeltelijk verschillende rookgasreinigingssystemen. De opslag en transport systemen van de lijnen vertonen grote overeenkomsten en zijn gesloten naar de lucht uitgevoerd. De reststoffen worden onder de filtersystemen opgevangen in hoppers (soort opslagcontainers). Vliegafval, filterstof, cyclonas en ketelas (van de BEC) worden met lucht (fluïdisatie) getransporteerd naar de silo's.

Voor de rookgasreinigingszouten (RGR) is bij het ontwerp rekening gehouden met het hygroscopische karakter. Transport vindt plaats via een gesloten verwarmd kettingtransport. Van de AEC lijn 3 wordt ook het filterstof met behulp van kettingtransport naar de silo getransporteerd. Vanuit de silo's wordt een balg neergelaten op de vulopening van de onder de silo geplaatste bulktransportauto. De slurf sluit luchtdicht aan.

Via een kleppensysteem of een cellenrad worden de reststoffen in de bulkvrachtauto geladen. In alle gevallen gaat de verdringingslucht uit de bulkvrachtauto terug naar de silo. Bij de RGR zit er nog een extra filter in de retourleiding.

MER PSCT

De lucht die verdrongen wordt uit het complete systeem verlaat de installatie via een filtersysteem, dat voldoet aan de emissienorm van 5 mg per Nm³. Eventuele incidentele lekkages in het gesloten systeem zijn visueel goed waarneembaar, worden snel gesignaleerd en verholpen. Het systeem is zo ontworpen dat morsen vrijwel is uitgesloten.

De aangevoerde reststoffen betreffen reststoffen van afvalverbranding. De geuremissie hiervan is over het algemeen laag, omdat het gehalte aan organisch materiaal laag is. Bij Twence zijn diverse punten aanwezig waar emissie plaatsvindt als gevolg van reststoffenverwerking van de AEC's. Deze punten zijn nooit apart bemonsterd, omdat de geuremissie gering is. Specifieke emissiegegevens zijn dus niet voorhanden. Overigens is het biofilter van Twence wel een sterke bron van geur.

Effectbeschrijving

Geur

Er zijn twee beschouwde emissiebronnen:

- Geuremissie als gevolg van verdringingslucht bij het lossen van AEC reststoffen in silo's. Het emissiepunt is voorzien van een zakkenfilter.
- Geuremissie als gevolg van de vorming van waterstof bij het mengen van materialen in de vulstofproductie installatie. Emissie vindt - op een veilige wijze – plaats naar de buitenlucht.

De - bij het in de caveerne aanbrengen van vulstof - vrijkomende pekkel is geen geurrelevant product en wordt verder buiten beschouwing gelaten. In de berekeningen is een zeer veilige benadering aangehouden door uit te gaan van een geurconcentratie van de verdringingslucht van 5.000 ou_E/m³.¹⁶

De geuremissie is berekend door vermenigvuldiging van de geurconcentratie (ou_E/m³) met het debiet (m³/h). Voor de berekening is uitgegaan van een jaarlijks in de silo's te lossen hoeveelheid van 100.000 ton reststoffen. Dit is een overschatting. Aanvoer vindt plaats gedurende 12 uur per werkdag, 225 dagen per jaar, ofwel gemiddeld 2.700 h/jr. Gemiddeld wordt er zo 37 ton materiaal per uur gelost (gemiddelde losduur is 37 ton per uur). Met een vrachtgrootte van circa 20 ton betekent dit dat er gemiddeld per uur iets minder dan twee vrachtwagens lossen. Bij een dichtheid van circa 0,9 ton/m³ wordt er zo per uur 41 m³ reststoffen gelost. De geuremissie bedraagt dan (41 * 5.000) = 0,21 · 10⁶ ou_E/h ten gevolge van de verdringingslucht bij het lossen.

De emissie uit de vulstofproductie installatie zal niet hoger zijn dan de verdringingslucht als gevolg van verplaatsing van stoffen in de installatie. Het gaat om een (overschatte) hoeveelheid van in totaal 220.000 ton/jr. Dat leidt tot gemiddeld (bij 8.000 h/jr productie) (220.000 / 8.000) = 27,5 m³/h verdringingslucht (uitgaande van een dichtheid van 1,0 ton/m³). De emissie wordt zo berekend op (27,5 * 5.000) = 0,14 · 10⁶ ou_E/h.

De berekende emissies liggen beide beneden 1 · 10⁶ ou_E/h. Dit betekent dat het nagenoeg geen relevante bronnen betreffen. Ter vergelijking: de geuremissie van het biofilter (de grootste geurbron van Twence) bedraagt 175 · 10⁶ ou_E/h. Ook in het geurbeleid van de Provincie Overijssel wordt gesteld dat er geen geuronderzoek noodzakelijk is indien de geuremissie van de bronnen samen lager is dan 0,5 · 10⁶ ou_E/h. Dat is hier het geval. Zonder verdere berekeningen kan worden geconcludeerd dat de geuremissie als gevolg van de vulstofproductie installatie nagenoeg verwaarloosbaar is.

Voor het basisalternatief wordt het effect voor geuremissie als neutraal (0) beoordeeld. Er is geen onderscheid tussen de locaties van de vulstofproductie installatie.

Lucht

Voor de effecten wordt ingegaan op zwevende deeltjes (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂).

¹⁶ ou_E is de Europese odour unit. Eén Europese odour unit per kubieke meter is de concentratie geurstoffen die door een gemiddeld persoon nog net kan worden geroken. De uit een bron vrijkomende geuremissie uit wordt uitgedrukt in ou_E per tijdseenheid (ou_E/hr).

MER PSCT

Emissies vinden hoofdzakelijk plaats als gevolg van verbrandingsmotoren van machines en verkeer (vrachtwagens). De vulstofproductie installatie wordt elektrisch aangedreven en is daarmee geen bron. Bij de aanvoer van reststoffen kan stofemissie optreden door vrijkomen van verdringingslucht. In de berekeningen is net als bij 'geur' rekening gehouden met verdringingslucht bij het vullen van de silo's met reststoffen en bij het mengproces in de vulstofproductie installatie.

Stof	Jaar	Huidige situatie	Verkeer in kg/jr	Verdringingslucht in kg/jr	Toename in %
PM ₁₀	2013	41,3 ton/jr	6,6	1,66	0,02
	2020		3,8	1,66	
NO ₂	2013	450 ton/jr	418	-	0,09
	2020		172	-	

Tabel 6-9: Emissies ten opzichte van de huidige situatie

Het blijkt dat 'verkeer' ten opzichte van de andere bronnen van Twence een geringe bron is, zodat de toename van het aantal verkeersbewegingen nauwelijks tot een toename van de totale emissie leidt. Voor toetsing aan de Wet luchtkwaliteit moeten ook belangrijke bronnen in de directe omgeving worden betrokken. De gegevens zijn weergegeven in Tabel 6-10. De informatie, die in feite de autonome ontwikkeling weergeeft, is aangeleverd door de gemeente Hengelo.

Weg	2008	2010	2020
Rijksweg A35	50.000	51.500	61.225
Boldershoekweg	2.486	2.720	3.047

Tabel 6-10: Overzicht verkeerintensiteit (etmaalintensiteit werkdag) voor drie jaartallen.

Een hogere verkeersintensiteit in de toekomst betekent nog niet dat de emissies van fijn stof en stikstofoxiden toenemen. Uitgaande van de emissiefactoren voor de onderzochte jaren (in dit geval 2008, 2013 en 2020, waar voor 2013 is uitgegaan van de intensiteiten in 2010), blijkt dat de 2008 fijn stofemissie met 27% daalt in 2013 en met 40% daalt in 2020. Voor stikstofoxiden geldt dat de 2013 emissie ongeveer 30% hoger wordt berekend dan voor 2008, en de emissie in 2020 afneemt met 35% ten opzichte van 2008. De algemene tendens voor verkeer is dat de emissies in de loop der jaren verder afnemen. Voor stikstofoxiden geldt echter dat de emissiefactoren in 2010 zijn bijgesteld naar boven, met name voor het zwaardere vrachtverkeer. Daarom is er eerst nog een toename, maar uiteindelijk een afname in 2020.

Op basis van de emissiegegevens wordt geconcludeerd dat het basisalternatief niet tot significante veranderingen leidt in de immissieconcentraties voor fijn stof in de omgeving. Voor fijn stof wordt voldaan aan de grenswaarden van de Wet luchtkwaliteit.

Omdat voor stikstofoxiden door verkeer een hogere emissie wordt berekend in 2013, moeten voor dat jaar verspreidingsberekeningen worden uitgevoerd om de immissieconcentraties te bepalen. Er is onderscheid gemaakt tussen de 'Kop van de Boeldershoek' (bij vulstofproductie installatie 1) en de zone bij de snelweg A35.

MER PSCT

Kenmerk	Kop van de Boeldershoek	Nabij A35
Grenswaarde Wik [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40
Maximale jaargemiddelde achtergrondconcentratie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	18,4	18,4
Bronbijdrage (inrichting)	5,5	4,7
Verkeer (CAR)	8,3	0
Verkeer (ISL2, exclusief dubbeltellingcorrectie)	1,31	6,8
TOTAAL	33,5	29,9
Voldoet?	Ja	Ja
Grens maximaal aantal overschrijding*	18	18
Als gevolg van de achtergrondconcentratie	0	0
Als gevolg van de bronnen binnen de inrichting	2,4	9,8
Als gevolg van verkeer (CAR)	0	0
Als gevolg van verkeer (ISL2)	0	0
TOTAAL (afgerond)	2	10
Voldoet?	Ja	Ja

Tabel 6-11: Toetsing NO₂ aan grenswaarde achtergrondconcentratie (2010)

*) de toetsing aan de grenswaarde voor het aantal overschrijdingen per jaar van de grenswaarde van 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stikstofdioxide als uurgemiddelde concentratie.

Zoals blijkt uit de tabel wordt op beide plekken voldaan aan de criteria. Het effect van het basisalternatief op de emissie van fijn stof en stikstofoxiden wordt als neutraal (0) beoordeeld. Er is geen onderscheid tussen de locaties van de vulstofproductie installatie.

6.8.3 Verkeer

Methodiek

De emissies samenhangend met het verkeer zijn hierboven bij 'geluid' en 'lucht' beschreven en beoordeeld. Hieronder wordt ingegaan op de verkeersbewegingen. Het basisalternatief wordt beoordeeld. Er is geen onderscheid voor de locaties van de vulstofproductie installatie.

Referentiesituatie

Voor de ontsluiting van de Boeldershoek wordt gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuur. Het terrein wordt ontsloten via de Boeldershoekweg en de Diamantstraat. In de huidige situatie vinden circa 1570 verkeersbewegingen¹⁷ van en naar de Boeldershoek per (werk)dag plaats. In de huidige situatie voert Twence de AEC reststoffen af naar elders. Het transport gebeurt per vrachtwagen. Er zijn een tweetal bestemmingen in Duitsland, en één in Nederland op de Maasvlakte.

In de referentiesituatie voert Twence AEC reststoffen af naar Duitsland en naar de Maasvlakte in een hoeveelheid van 22.500 ton (gegevens 2012). Uitgaande van een vracht van 25 ton per vrachtwagen, betekent dat 900 vrachten ofwel 1800 verkeersbewegingen per jaar (gemiddeld ruim 7 per dag).

¹⁷ De aankomst en het vertrek van een vrachtwagen levert twee verkeersbewegingen op.

MER PSCT

Effectbeschrijving

Door het benutten van de AEC reststoffen voor de vulstof staken de vrachten naar Duitsland en de Maasvlakte. De aanvoer van reststoffen van elders leidt in de komende jaren tot verkeersbewegingen. Het betreft 9 extra vrachtwagens per werkdag, ofwel 18 bewegingen van en naar de inrichting. Netto leidt de voorgenomen activiteit tot een toename van het aantal verkeersbewegingen in de orde grootte van 11 verkeersbewegingen per (werk)dag. Afgezet tegen het totaal aantal verkeersbewegingen van en naar Twence gaat het om een groei met 0,7%. Het effect 'hinder door verkeer' wordt als neutraal (0) beoordeeld.

6.8.4 Beeldkwaliteit

Methodiek

Ingegaan wordt op de locaties van de vulstofproductie installatie.

Referentiesituatie

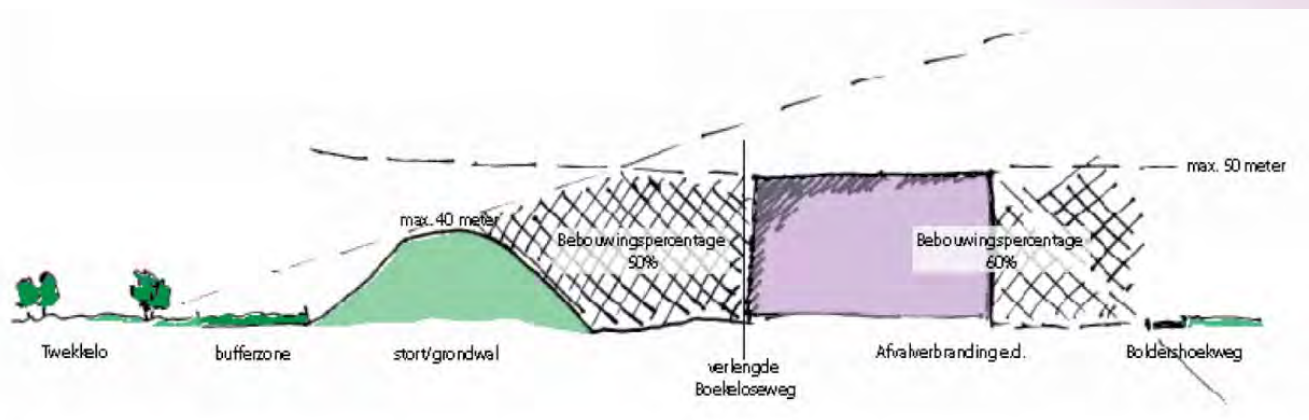
De omgeving en de oorsprong van het terrein Boeldershoek vormen de basis voor de landschapsstructuur zoals die op het terrein aanwezig is. De volgende uitgangspunten liggen daaraan ten grondslag:

- Oostzijde: aansluiting op het kleinschalige landschap van Tweekelo. Openheid naar aangrenzend kleinschalig gebied staat centraal. Overgangen van het gebied naar de stortheuvels verloopt in de vorm van flauwe taluds. Door het Waterschap Regge en Dinkel is juist buiten het projectgebied een nieuw waterretentiegebied aangelegd. De kleinschaligheid van het landschap loopt over in de taludvlakken en de groenstructuur,
- Noordzijde: vormgeving wordt bepaald door een functionele belijning van de taluds in relatie tot het industrieterrein Twentekanaal. De 'Kop van de Boeldershoek' ligt bij de entree van het Twence terrein aan de drukke Diamantstraat,
- Zuidzijde: de vormgeving wordt sterk bepaald door de aangrenzende A35, waarbij het stortlichaam enerzijds een groot zelfstandig element vormt dat de snelweg begeleidt. Anderzijds wordt het terrein door doorlopende groenstructuren aan de overzijde van de A35 geïntegreerd in het totaalbeeld van het aanwezige landschap. De maatvoering van de groenstructuur en de afwisseling van open-gesloten sluit daarbij aan op de maatvoering van het aanwezige landschap,
- Westzijde: landschappelijke en natuurwaarde van het gebied is vrij beperkt. Er is sprake van een vrij open landschap, met enkele bosjes en andere groenelementen.

Voor het bestemmingsplan 'Boeldershoek 2009' zijn op grond van de oorspronkelijke landschappelijke uitgangspunten, de huidige situatie en de gewenste ontwikkeling van de Boeldershoek aanvullende uitgangspunten geformuleerd voor de inpassing van het terrein. Er wordt uitgegaan van een maximale bouwhoogte van 50 meter voor gebouwen, voor schoorstenen geldt een uitzondering. De maximale bouwhoogte van 50 meter sluit aan bij de bestaande bouwhoogte van de AEC's en wordt mede bepaald door een bouwhoogtebeperking in het plangebied door een radar van defensie. Defensie geeft aan dat in verband met de radar tot maximaal 85 meter +NAP mag worden gebouwd. Gelet op de hoogteligging van gemiddeld 22 meter +NAP, bijt dit niet met een bouwhoogte van 50 meter.

Onderstaande afbeelding geeft een visualisatie van het gebruik van zichtlijnen, hoogtelijnen en bebouwingspercentages.

MER PSCT



Figuur 6-9: Visualisatie voor 'Boeldershoek' (uit vigerend bestemmingsplan)

Effectbeschrijving

De hoogte van de vulstofproductie installatie bedraagt circa 30 meter. Dit valt binnen de toegestane hoogte in het bestemmingsplan voor locatie 1 en 2. Voor locatie 2 vindt geen aantasting van de beeldkwaliteit plaats, omdat de installatie naast de bestaande bedrijfsbebouwing wordt geplaatst. Het zicht uit de omgeving op Twence verandert daarmee nauwelijks. Anders ligt dat voor locatie 3. Met de huidige hoogte van de afschermwallen is deze locatie vanuit Twekkelo zichtbaar. De installatie biedt een industrieel aanzien, hetgeen niet past bij de uitgangspunten van het bestemmingsplan. Ophoging van de afschermwallen, als mitigerende maatregel, kan hieraan tegemoet komen. De mate van visuele hinder van locatie 1 en locatie 3 wordt als negatief (-) beoordeeld en locatie 2 als neutraal (0). Bij het ophogen van de afschermwallen is voor locatie 3 sprake van een licht negatief effect (0/-).

6.8.5 Licht

Verlichting is van toepassing op de vulstofproductie installatie (en andere installaties). Verlichting is van invloed op omwonenden en natuur. Met het oog op de bestaande bedrijfsactiviteiten in het projectgebied is er nauwelijks sprake van extra lichtemissie. Gelet op de afstand tot woonhuizen treedt geen negatief effect op. Er is geen effect op beschermde diersoorten. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld.

6.8.6 Externe Veiligheid

Ten aanzien van de vulstofproductie installatie (en andere installaties) is geen opslag, productie, gebruik en vervoer van gevaarlijke stoffen¹⁸ aan de orde. Daarmee samenhangende risico's zijn dan ook niet van toepassing. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld.

6.8.7 Ruimtebeslag

Wonen

Binnen het projectgebied zijn geen woningen gelegen. Er zijn geen beleidsmatige ontwikkelingen ten aanzien van woningbouw.

¹⁸ De hier bedoelde gevaarlijke stoffen zijn brandbaar, toxisch of explosief en hebben geen betrekking op gevaarlijke afvalstoffen.

MER PSCT

Werken-bedrijvigheid

Binnen het projectgebied is als enige bedrijf Twence B.V. gelegen. Er zijn geen beleidsmatige ontwikkelingen ten aanzien van nieuwe bedrijfsvestigingen of uitbreiding van het bestaande bedrijf.

Verkeer en recreatie

Binnen het projectgebied bevinden zich geen doorgaande wegen. Er zijn geen (beleids)plannen die een verandering voorstellen. Binnen het projectgebied is geen sprake van recreatie. Hierin treedt geen verandering op.

Omdat er in het projectgebied geen woon-, werkgebied en/of recreatieve functies zijn, is er geen sprake van ruimtebeslag (neutraal effect, 0).

6.8.8 Effectbeoordeling woon- en leefmilieu

De resultaten leiden tot de volgende effectscores voor het aspect woon- en leefmilieu.

criterium	Basialternatief	VPI locatie 1	VPI locatie 2	VPI locatie 3
Hinder door geluid en trillingen	Nvt.	-	0	--
Emissies naar de lucht	0	0 (Geen onderscheid)		
Hinder door verkeer	0	0 (Geen onderscheid)		
Mate van visuele hinder	Nvt.	-	0	-
Lichthinder	0	0 (Geen onderscheid)		
Persoonsgebonden- en groepsrisico	0	0 (Geen onderscheid)		
Ruimtebeslag op woongebieden, werkgebieden en/of recreatieve functies	0	0 (Geen onderscheid)		

Tabel 6-12: Effectbeoordeling woon- en leefmilieu

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; -- = zeer negatief

Nvt.: niet van toepassing

Mitigerende en compenserende maatregelen

Voor locatie 3 kunnen - als mitigerende maatregel - de afschermwanden tussen het bedrijfsterrein en Tweekelo worden opgehoogd. De mate van visuele hinder wordt dan als licht negatief beoordeeld. Door de vulstofproductie installatie op locatie 3 te voorzien van geluidisolatie kan het zeer negatieve effect worden gemitigeerd. Hiernaast zijn geen extra mitigerende en/of compenserende maatregelen aan de orde.

6.9 Klimaat en energie

Referentiesituatie

In de huidige situatie voert Twence de reststoffen van de AEC's en de BEC af naar elders. Het transport gebeurt per vrachtwagen. Er zijn een tweetal bestemmingen in Duitsland, en één in Nederland op de Maasvlakte. De referentiesituatie komt overeen met de huidige situatie. De exacte bestemming is afhankelijk van de prijsontwikkelingen. Omdat bij wijziging het afvalstoffenbeleid grote impact kan hebben, kan niet verder vooruitgekeken worden dan 4 tot 5 jaar van nu.

MER PSCT

Effectbeschrijving

In onderstaande tabel zijn de berekeningen weergegeven voor de netto emissies als resultante van het wegvallen van het transport van reststoffen naar bestemmingen buiten Twence en de extra aanvoer van reststoffen van andere AEC's. De berekening is uitgevoerd met de gegevens van Twence voor het jaar 2012 en met de aanname dat de afstand voor aanvoer gemiddeld 125 km bedraagt. In 2012 is er afgevoerd naar twee bestemmingen in Duitsland (155 km en 335 km) en naar de Maasvlakte (235 km). Aangegeven zijn de afgevoerde tonnages en het te verwachten aan te voeren tonnage. Deze hoeveelheid reststoffen (circa 22.500 ton) is wat Twence op jaarbasis gaat leveren voor de productie van de vulstof. Het effect op de emissie van CO₂ wordt als positief beoordeeld.

Vervoerstroam	CO ₂ (ton)	NO _x (ton)	SO ₂ (kg)	PM ₁₀ (kg)
Bij transport van 7.900 ton over 155 km	-137	-1,38	-90,7	-18,1
Bij transport van 5.500 ton over 335 km	-218	-2,08	-136,5	-27,3
Bij transport van 9.100 ton over 235 km	-253	-2,42	-158,4	-31,7
Bij transport van 20.000 ton over 125 km	160	1,52	100	20
Totaal (per jaar)	-448	-4,36	-285,6	-57,1

Tabel 6-13: Netto emissies transport AEC reststoffen (per jaar)

De pekel indampinstallatie of MVR vergt een aanzienlijke hoeveelheid energie. Bij maximaal vermogen vraagt een dergelijke installatie 90 kWh. Door de energie te betrekken van de AEC van Twence, wordt gebruik gemaakt van duurzaam opgewekte elektriciteit. De energievraag van een MVR wordt in hoge mate bepaald door de benodigde pompenergie van de compressor die ook als warmtepomp fungeert. Gelet op het doel (het indampen van overschotpekel) is een MVR door recompressie van waterdamp de meest energiezuinige installatie. Het effect op energieverbruik wordt als licht negatief beoordeeld.

Effectbeoordeling

De resultaten leiden tot de volgende effectscore voor het aspect klimaat en energie:

Criterium	Basisalternatief
CO ₂ emissie	+
Energieverbruik	-/0

Tabel 6-14: Effectbeoordeling klimaat en energie

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; - - = zeer negatief

Er zijn hier geen mitigerende en compenserende maatregelen aan de orde.

MER PSCT

7 Leemten in kennis & informatie en Evaluatie

7.1 Leemten

Bij het bepalen van milieueffecten (in een MER) is vrijwel altijd sprake van onzekerheden door leemten in kennis, informatie of ervaring. Dit kan gevolgen hebben voor de besluitvorming. Er wordt onderscheid gemaakt tussen leemten in informatie en leemten in kennis. Een leemte in kennis ontstaat wanneer weinig bekend is over de relatie tussen een bepaalde ingreep en het daardoor veroorzaakte effect, of wanneer de methode om een goede voorspelling van de ingreep te maken (gedeeltelijk) ontbreekt.

Van een leemte in informatie wordt gesproken wanneer er niet voldoende basisgegevens beschikbaar zijn om betrouwbare voorspellingen te kunnen doen. Het overzicht van leemten in kennis en informatie geeft een indicatie van de volledigheid van de informatie voor de besluitvorming.

In dit MER zijn de te verwachten milieueffecten beschreven. Het betreft effecten die op basis van de huidige kennis en ervaring in alle redelijkheid verwacht mogen worden. Sommige effecten kunnen met een grotere zekerheid worden voorspeld dan andere effecten. Omdat bepaalde effecten een doorslaggevende betekenis hebben voor het doorgaan en succes van het proefproject is een uitgebreide risicoanalyse uitgevoerd. Daarmee zijn op systematische wijze de risico's verkend en bepaald van leemten in kennis. Deze aanpak sluit volledig aan bij het doel van de voorgenomen activiteit: het opdoen van leerervaringen door middel van een proefproject.

De milieueffecten kunnen vrij nauwkeurig worden ingeschat voor de periode tot circa 2025. Voor de periode daarna nemen de onzekerheden toe, omdat beleidskaders niet verder reiken dan circa 2025. In het kader van het traceren en benoemen van leemten in kennis en informatie is een uitgebreide risicoanalyse uitgevoerd. De neerslag daarvan is in dit MER opgenomen (paragraaf 4.2.3).

Met die risicoanalyse zijn de volgende leemten in kennis en informatie geconstateerd, die potentieel invloed kunnen hebben op de te verwachten milieueffecten:

- Wet- en regelgeving. Het provinciale, nationale en internationale beleid en de daaruit volgende wetgeving is voortdurend in ontwikkeling. Het anticiperen op nieuw beleid en toekomstige wetgeving is in het kader van een MER-studie slechts beperkt mogelijk en niet altijd relevant,
- Betrouwbaarheid van duurzame insluiting,
- Snelheid van uitharden van de vulstof in de caverne,
- De milieusituatie en ruimtelijke situatie in de periode na 2025 is onzeker, omdat de horizon van beleidsplannen niet verder reikt dan circa 2025. De verwachting is dat de milieusituatie en ruimtelijke situatie niet sterk zullen afwijken van de referentiesituatie zoals in dit MER beschreven.

7.2 Evaluatie

Met de resultaten van dit MER neemt het bevoegd gezag besluiten. De besluiten zijn onder andere gebaseerd op de verwachte milieueffecten van het voorkeursalternatief.

Gelet op artikel 7.39 van de Wet milieubeheer dient de vergunningverlenende instantie de werkelijke gevolgen voor het milieu te onderzoeken, zoals die optreden na de besluiten en na de start van de activiteiten.

Voorspelde effecten en werkelijk optredende effecten moeten worden vergeleken, waarna zo nodig aanvullende mitigerende maatregelen kunnen worden getroffen. Hiertoe zal een evaluatieprogramma moeten worden opgesteld. Mogelijke onderwerpen van evaluatie hier zijn aangegeven.

Het evaluatieprogramma zal in een later stadium door het bevoegd gezag worden opgesteld en heeft een driedelig doel:

MER PSCT

- Voortgaande studie naar vastgestelde leemten in kennis en informatie.
- Toetsing van de voorspelde effecten aan de daadwerkelijk optredende effecten. Op basis van de hieruit te verkrijgen inzichten kan meer zekerheid ontstaan over de in de toekomst optredende effecten, en kan het verkregen inzicht toegepast worden in toekomstige vergelijkbare projecten.
- Bepaling van de noodzaak tot het treffen van aanvullende mitigerende maatregelen en de toetsing van de noodzaak van deze maatregelen.

Bij de beschrijving van de bestaande toestand, de autonome ontwikkeling en de optredende effecten zijn - met inachtneming van de uitgevoerde risicoanalyse - enkele leemten in kennis en informatie naar voren gekomen. We verwachten dat dit geen gevolgen heeft voor de kwaliteit van de besluitvorming.

De daadwerkelijk optredende effecten kunnen anders blijken te zijn dan in het MER is beschreven, bijvoorbeeld doordat:

- Het consoliderend en uithardend gedrag van de vulstof anders is dan verwacht,
- De vullingsgraad van circa 80% niet gehaald wordt,
- Bepaalde effecten in een andere mate werden voorzien,
- Er elders onvoorziene, maar invloedrijke ontwikkelingen hebben plaatsgevonden.

Het monitoren vormt een belangrijk onderdeel van het proefproject en daarmee van het evaluatieprogramma.

MER PSCT

8 Conclusie

In onderstaande tabel is van alle thema's per aspect de effectbeoordeling weergegeven voor het basisalternatief en de getoetste bouwsteen.

Aspect en criterium	Beoordeling				Termijn
Bodembeweging	Basisalternatief				
Stabiliteit in maaiveldhoogte	++				Lang
Bodem en water	Basisalternatief				
Bodemkwaliteit	0				Kort
Bodemverstoring	0				Kort
Grondwater	0				Kort
Watersysteem	+				Lang
Waterkwaliteit	0				Kort
Natuur	Basisalternatief	VPI 1	VPI 2	VPI 3	
Beschermde gebieden	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Beschermde soorten	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Basisalternatief	VPI 1	VPI 2	VPI 3	
Landschap	0	-	0	-	Kort
Cultuurhistorie	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Archeologie	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Woon- en leefmilieu	Basisalternatief	VPI 1	VPI 2	VPI 3	
Hinder door geluid en trillingen	Nvt.	-	0	--	Kort
Emissies naar de lucht	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Hinder door verkeer	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Beeldkwaliteit	Nvt.	-	0	-	Kort
Lichthinder	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Externe veiligheid	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Ruimtebeslag	0	0 (Geen onderscheid)			Kort
Energie en klimaat	Basisalternatief				
CO ₂ emissie	+				Kort
Energieverbruik	-/0				Kort

Tabel 8-1: Effectbeoordeling totaal

Score: ++ = zeer positief; + = positief; 0/+ = licht positief; 0 = neutraal; 0/- = licht negatief; - = negatief; - - = zeer negatief

Nvt.: niet van toepassing

MER PSCT

Keuze voorkeursalternatief

Als voorkeursalternatief komt het basialternatief met als bouwsteen locatie 2 voor de vulstofproductie installatie (en andere installaties) naar voren. Doorslaggevend voor de keuze is de constatering dat deze bouwsteen het best uitvoerbaar is gelet op het vigerende bestemmingsplan. Voor de overige criteria zijn er geen verschillen tussen de bouwstenen.

Beoordeling voorkeursalternatief

Concluderend wordt gesteld dat de voorgenomen activiteit zoals uitgewerkt in het voorkeursalternatief (dat wil zeggen inclusief de in het ontwerp opgenomen mitigerende maatregelen) een neutraal milieueffect heeft voor de onderscheiden aspecten. Er is een (sterk) positief effect voor stabiliteit in maaiveldhoogte, de functies van het watersysteem en CO₂-emissie. Bij slecht één criterium (energieverbruik) is sprake van een (licht) negatief effect.

Bijlage 1

Lijst van afkortingen en verklarende woordenlijst

CONCEPT

Bijlagen

AFKORTINGEN

AEC	=	Afval energie centrale
-mv	=	Beneden het maaiveld
BBT	=	Best beschikbare techniek
BEC	=	Biomassa energie centrale
BREF	=	Best Reference Document
BSSA	=	Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen
CO ₂	=	Kooldioxide, koolzuurgas
dB(A)	=	decibel, eenheid voor de sterkte van geluid
EC	=	Europese Commissie
EEI	=	Energie Efficiency Index
EU	=	Europese Unie
EZ	=	Ministerie van Economische Zaken
GS	=	Gedeputeerde Staten
I&M	=	Ministerie van infrastructuur en milieu
IPPC	=	Integrated pollution Prevention and Control
kton	=	kiloton (10 ³ ton)
kWh	=	kilowatt uur
m.e.r.	=	Milieueffectrapportage
MER	=	Milieueffectrapport
MTG	=	Maximaal Toelaatbare Grenswaarde
Nb-wet	=	Natuurbeschermingswet
NRB	=	Nederlandse Richtlijn Bodembescherming
RIE	=	Richtlijn industriële emissies
SodM	=	het Staatstoezicht op de Mijnen
VROM	=	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Wro	=	Wet op de ruimtelijke ordening
Wm	=	Wet milieubeheer
Mbw	=	Mijnbouwwet
Wabo	=	Wet algemene bepaling omgevingsrecht

Bijlagen

VERKLARENDE WOORDENLIJST

AEC	Afvalenergiecentrale waarvan de installatie van Twence een voorbeeld is, en waarvan er enkele tientallen in Nederland en grensnabij in Duitsland aanwezig zijn.
AEC reststof	Stoffen zoals vliegias, bodemas, ketelas en vaste rookgasreinigingzouten die vrijkomen bij de verbranding van afval in een AEC.
AEC vliegias	De as die met de verbrandingsgassen in een AEC wordt meegevoerd en in de zogenaamde elektrostaatscheider wordt afgescheiden. AEC-vliegias wordt bijvoorbeeld toegepast in asfalt als vulstof. AEC-vliegias bevat relatief veel halogenen (chloor, broom en jood) en zware metalen. In het kader van het Bouwstoffenbesluit is AEC-vliegias alleen in gebonden vorm toepasbaar.
Alternatief	Oplossingsrichting om met de voorgenomen activiteit (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Archeologie	Wetenschap die zich bezighoudt met de historie op grond van bodemvondsten en opgravingen.
Autonome ontwikkeling	Ontwikkelingen die optreden zonder dat de voorgenomen activiteit wordt uitgevoerd.
Batch	Een afgeronde partij (batch) van een product.
Bevoegd gezag	De overheidsinstantie die bevoegd is het MER-plichtige besluit te nemen en die de m.e.r.-procedure organiseert.
Biosfeer	Het gedeelte van de aarde, lucht en water waar organismen zich ontwikkelen en leven.
Bodemdaling	(in dit verband) Het door zoutwinning dalen van het maaiveld.
Caverne	Holruimte ontstaan door oplosmijnbouw van voornamelijk natriumchloride (keukenzout) ten behoeve van de vacuümzout productie bij AkzoNobel Hengelo.
Commissie voor de m.e.r.	Onafhankelijke commissie die het bevoegd gezag adviseert over de reikwijdte en detailniveau van de inhoud van het MER en de beoordeling van de kwaliteit van het MER.
Cultuurhistorie	Geschiedenis van de ontwikkelingsgang der beschaving.
Cultuurhistorische kenmerken	Kenmerken die te maken hebben met de door de mens aangebrachte elementen, patronen en structuren die de ontwikkeling van het landschap illustreren in de historische tijdperiode.
Etmaalwaarde (Letmaal) of geluidbelasting	De hoogste van de volgende drie waarden van het equivalente geluidniveau of het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau: <ol style="list-style-type: none"> 1. de waarde over de periode 07.00-19.00 uur (dag) 2. de met 5 dB(A) verhoogde waarde over de periode 19.00-23.00 uur (avond) 3. de met 10 dB(A) verhoogde waarde over de periode 23.00-07.00 uur (nacht).
Fauna	De dierenwereld.
Flora	De plantenwereld.
Geluidzone	In het bestemmingsplan vastgelegde zone rond een gezoneerd industrieterrein waarbuiten de geluidbelasting ten gevolge van het industrieterrein niet meer dan 50 dB(A) mag bedragen.
Geohydrologie	De leer van het vóórkomen, het gedrag en de chemische en fysische

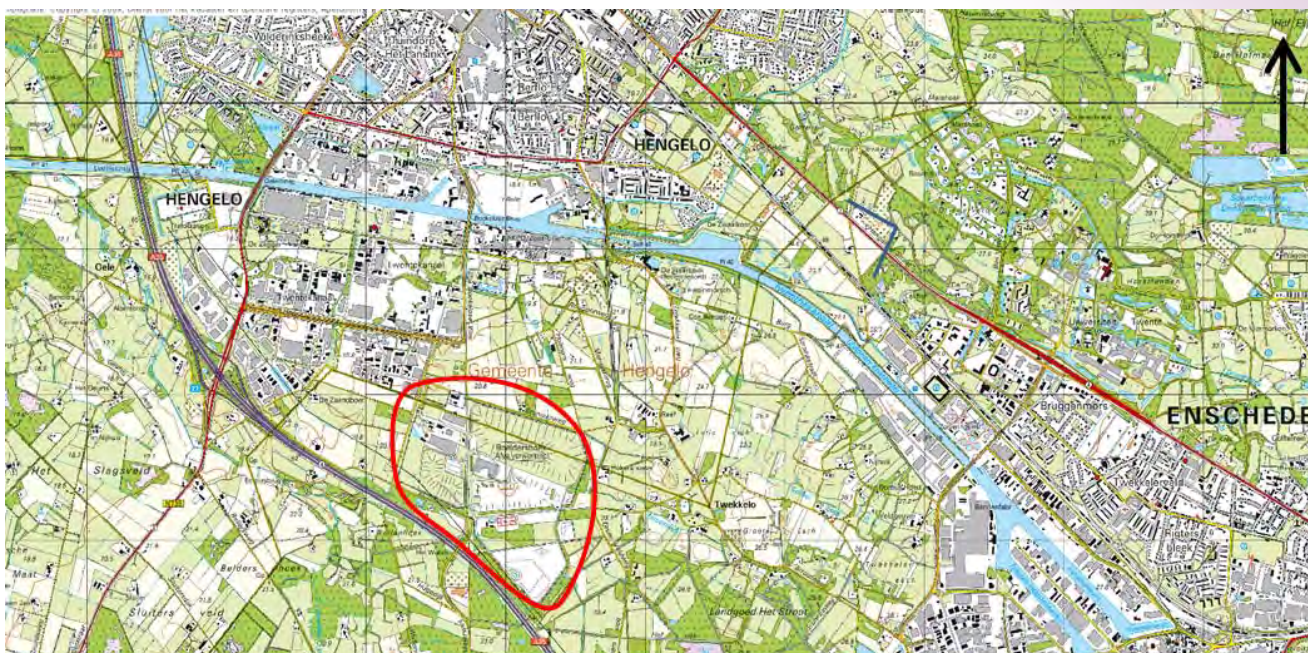
Bijlagen

	eigenschappen van grondwater.
Infrastructuur	Systeem van voorzieningen en verbindingen als (spoor)wegen en vaarwegen, hoogspanningskabels, waterleidingen etc.
Initiatiefnemer	Natuurlijk persoon of privaat- of publiekrechtelijk persoon die een activiteit wil ondernemen en daarover een besluit vraagt.
Inspraak	Mogelijkheid om informatie te verkrijgen en om een mening, wens of bezwaar kenbaar te maken.
Integriteit van een caveerne	Staat van de caveerne met het oog op veiligheid, betrouwbaarheid van de aangebrachte vulstof en duurzame insluiting.
Landschap	“Wat je ziet als je buiten bent” ofwel het geheel van visueel waarneembare kenmerken aan het oppervlak van de aarde.
Langtijdgemiddelde beoordelingsniveau (LAr,LT)	Het A-gewogen energetisch gemiddelde van de fluctuerende geluidniveaus van het in de loop van een bepaalde periode optredende geluid.
Maaiveld	De oppervlakte van het natuurlijke of aangelegde terrein.
Mitigeren	Het treffen van maatregelen waardoor het effect van ingrepen wordt verzacht, verkleind of voorkomen (bijvoorbeeld het toepassen van geluidsisolatie).
Pekel	Water met grote hoeveelheid opgeloste zouten (vooral natriumchloride). Pekel is de grondstof voor de vacuümzout fabriek van AkzoNobel in Hengelo.
Referentie	Vergelijking of maatstaf.
Rookgasreinigingsresiduen (RGR)	Deze stoffen komen vrij bij het reinigen van rookgassen uit verbrandingsinstallaties en bestaan uit filterkoek en zouten. RGR komen onder andere vrij bij AVI's en worden momenteel gestort omdat er geen nuttige toepassing is voor deze afvalstoffen.
Rötevapriet - Rötzout	Samenstel van zoutlagen in de ondergrond ontstaan tijdens de Trias geologische periode, ongeveer 250-200 miljoen jaar geleden. Het Rötevapriet bij Hengelo bestaat uit een basisanhydriet waarop vier steenzoutlagen zijn afgezet. De vier lagen (A t/m D) noemen we het Rötzout.
Seismiek	Een geofysische methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte drukgolven. Seismiek wordt met name gebruikt in de olie-industrie, maar ook binnen de wetenschap vindt steeds meer toepassing van seismiek plaats.
Variant	Concrete deeloplossing voor een knelpunt (bouwsteen voor een alternatief).
Zonebewakingspunt	Een beoordelingspunt waarop de geluidniveaus vanwege het gezoneerde industrieterreinen wordt bewaakt. Dit kan zowel op de geluidzone zelf zijn of ter plaatse van geluidgevoelige bestemmingen zoals woningen.

Bijlage 2
Ligging projectlocatie

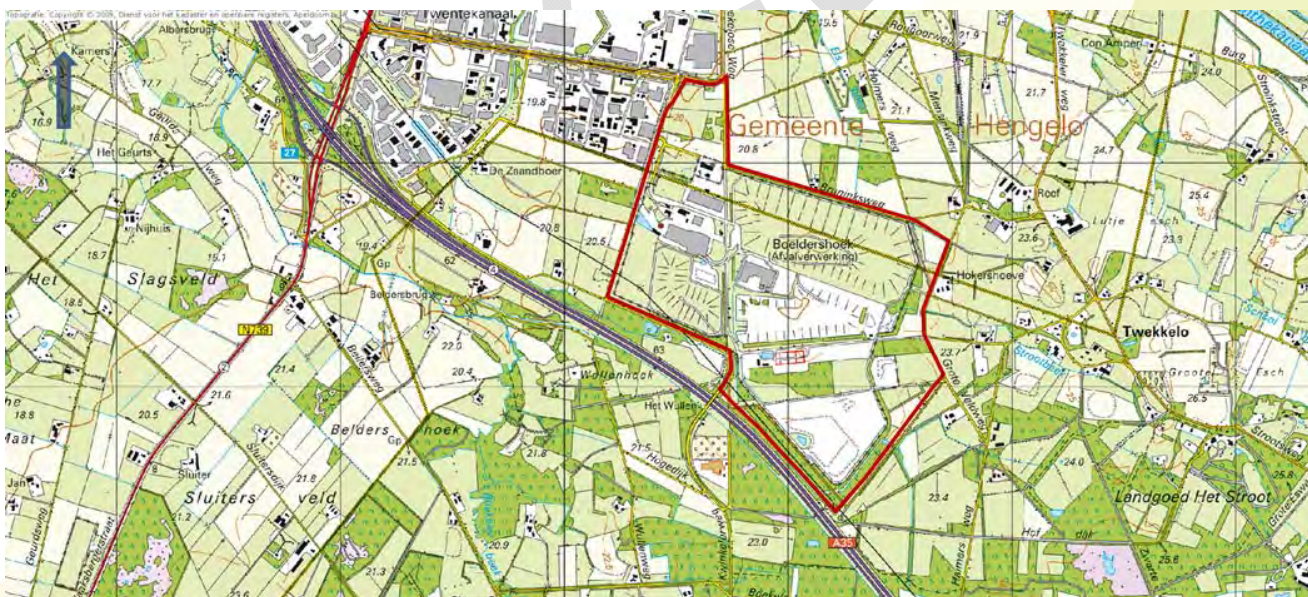
CONCEPT

Bijlagen



Schaal 1: 35.000

Rood omsloten = locatie projectgebied

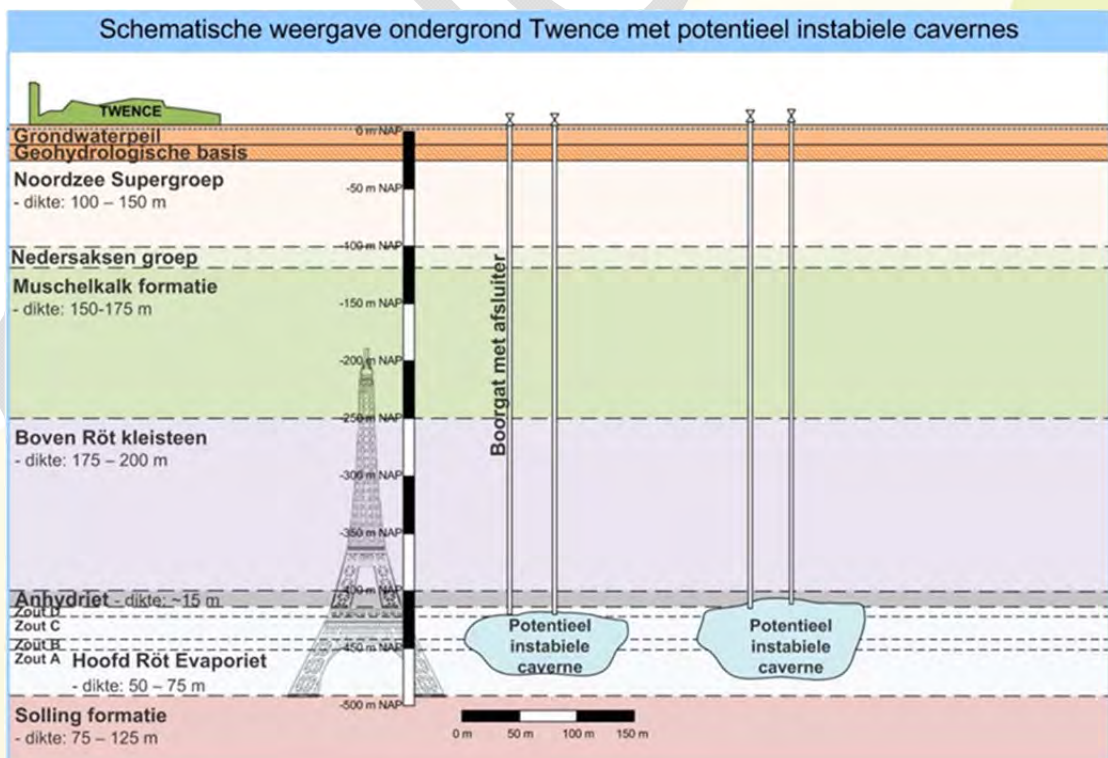
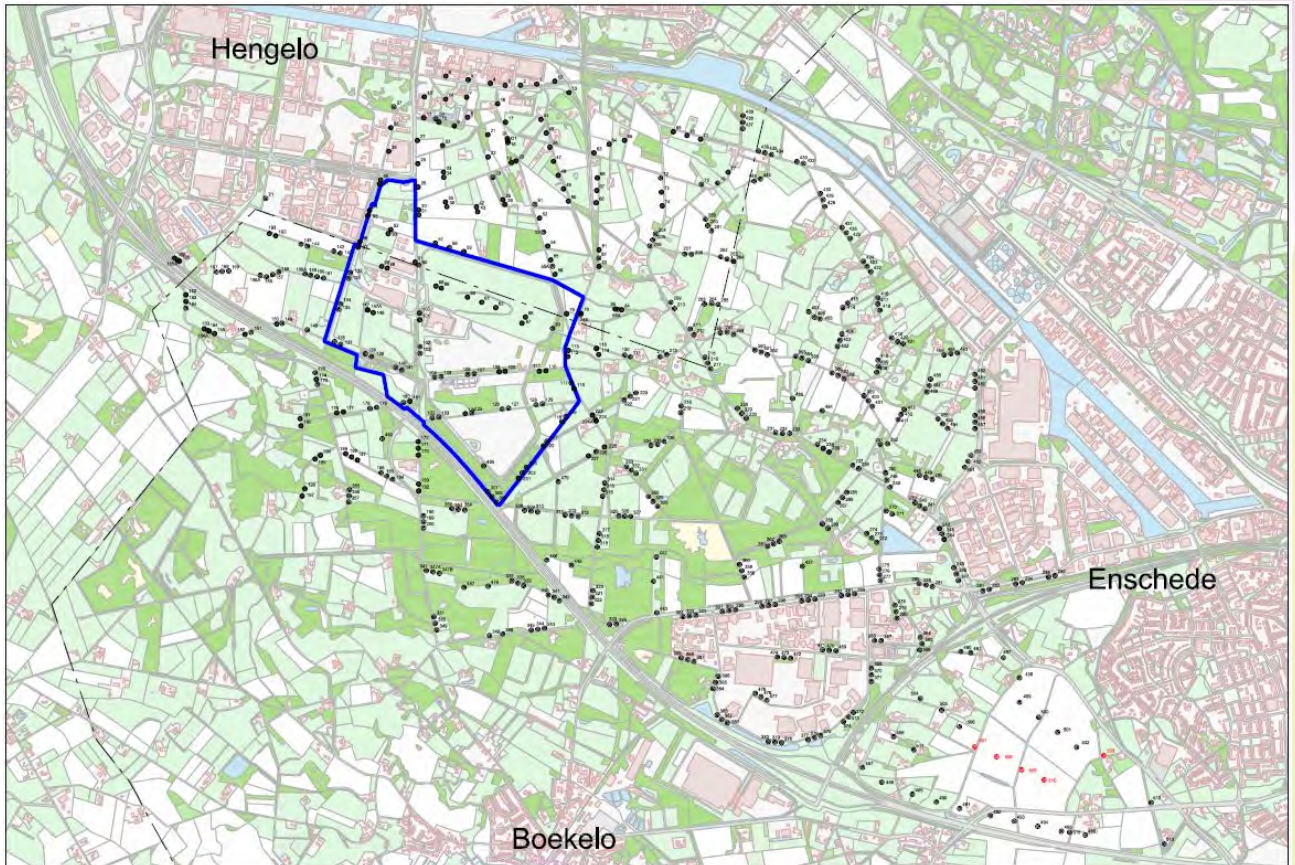


Schaal: 1: 27.500

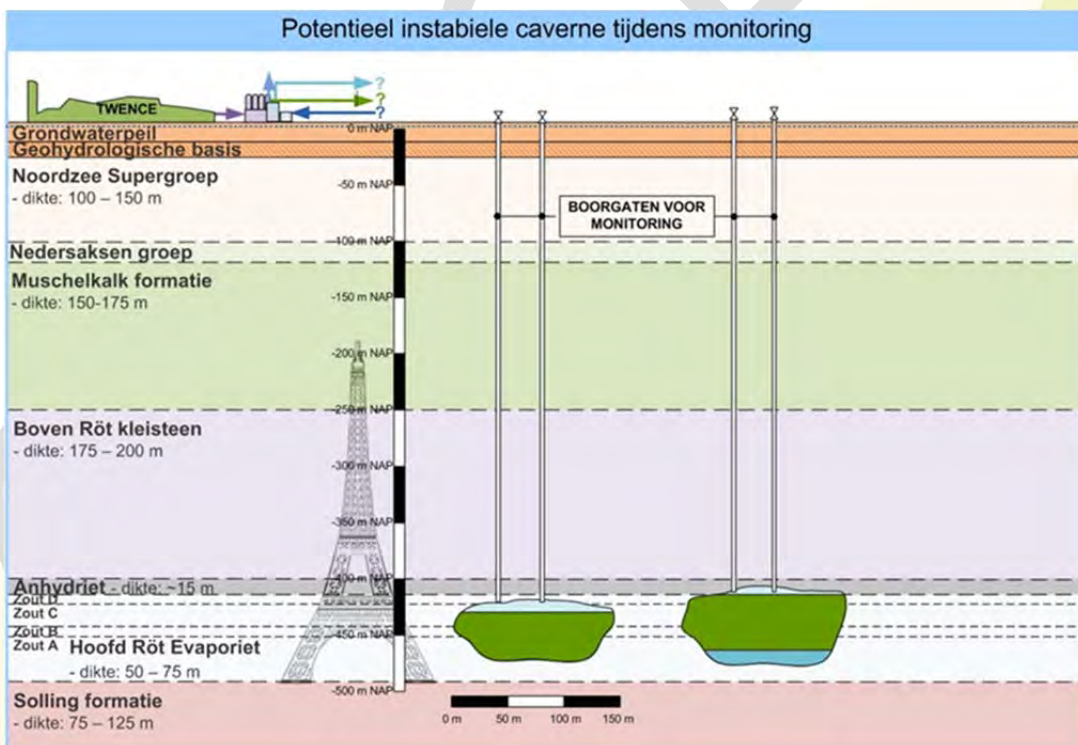
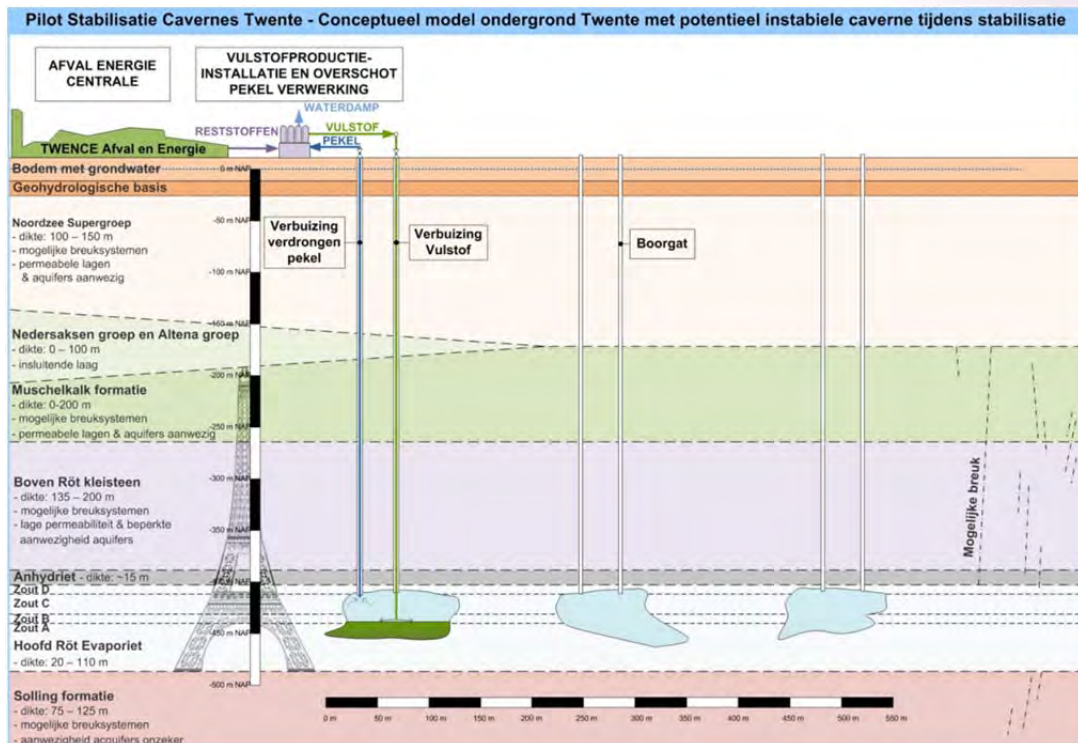
Rode lijn: projectgebied

Bijlage 3
Ligging cavernes en schema stabilisatieproces

Bijlagen



Bijlagen





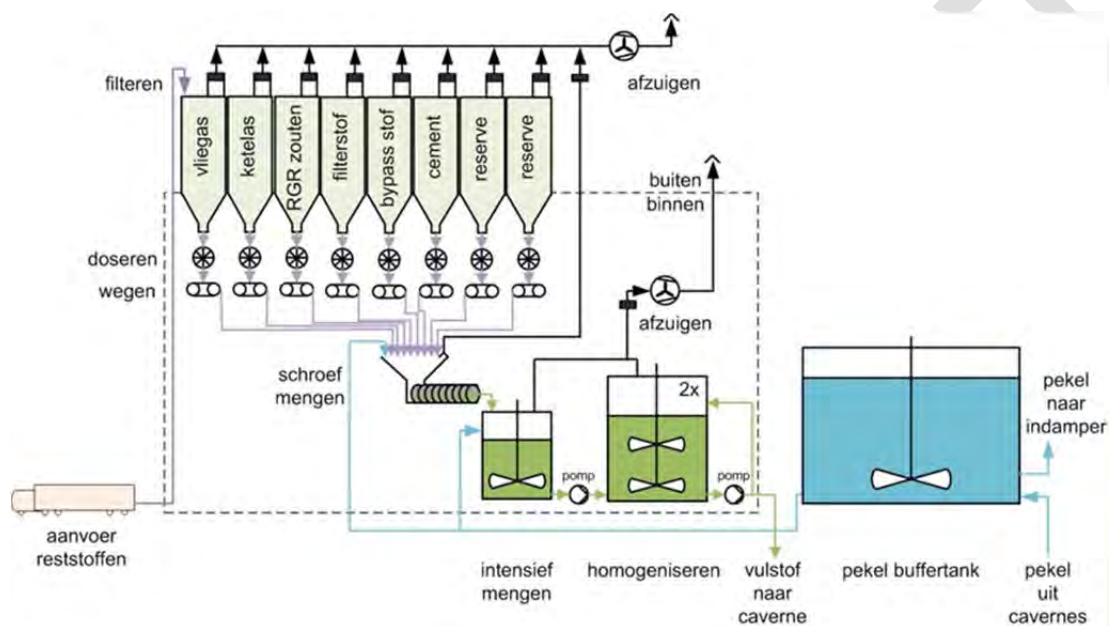
**Royal
HaskoningDHV**
Enhancing Society Together

Bijlage 4
Technische beschrijving

Bijlagen

Procesbeschrijving

De reststoffen worden aangevoerd vanaf de installatie van Twence of per vrachtwagen van andere installaties die vergelijkbare geschikte stoffen produceren. De reststoffen worden opgeslagen in silo's welke zijn voorzien van een transportsysteem om het materiaal naar de schroefmenger te voeren. Vanuit iedere silo kan nauwkeurig de hoeveelheid reststof worden afgewogen door middel van de bandweger. Zo wordt op basis van de receptuur de vulstof zorgvuldig samengesteld. De reststoffen worden in de schroefmenger gemengd met pekels vanuit de pekelopslagtank. Na homogenisatie in een mengtank, wordt de vulstof naar het reactievat gepompt. Het reactievat, tevens voorzien van een roerwerk, is geschikt om meerdere batches vanuit de mengtank op de juiste chemische en fysische eigenschappen te brengen waarna deze als vulstof geschikt is voor toepassing in de caverne. Het transport van de vulstof richting de te stabiliseren caverne vindt mogelijk plaats via een pompinstallatie en (bovengronds) leidingnetwerk.



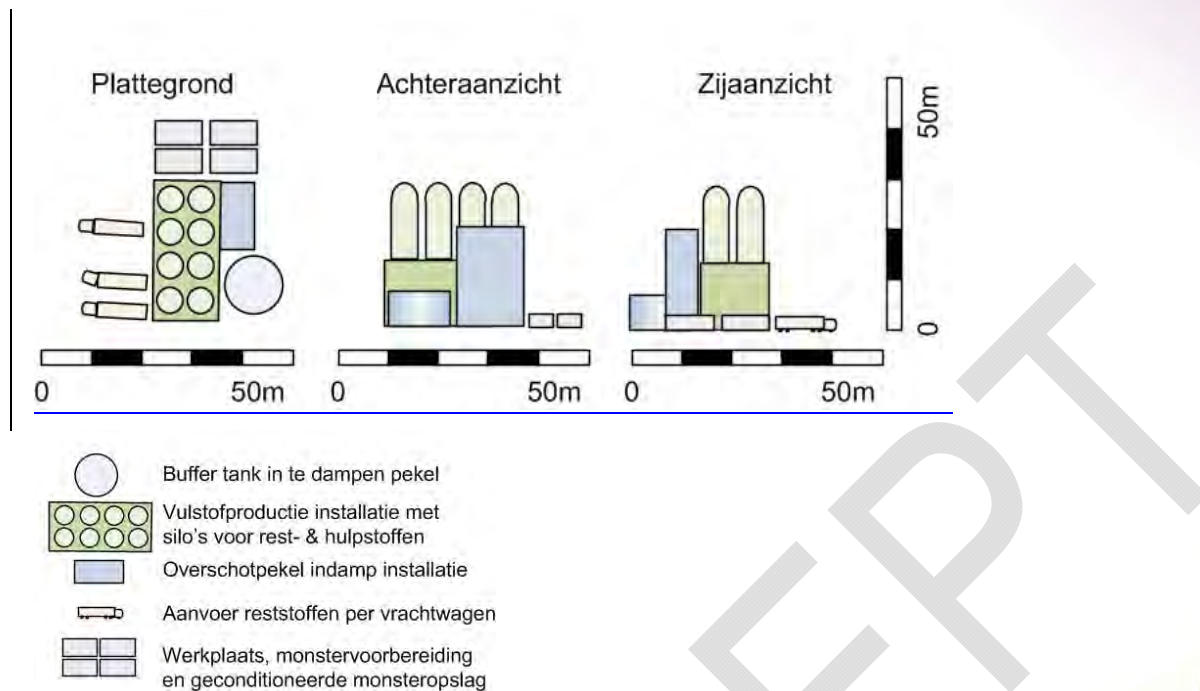
Figuur 1: Schematisatie ondergrond en productieproces

Vulstofproductie-installatie

De belangrijkste onderdelen van deze installatie zijn:

- Opslagsilo's en tank: de reststoffen en pekels worden opgeslagen in aparte silo's en tanks.
- Schroefmenger: in deze menger worden de reststoffen samen met pekels intensief met elkaar in contact gebracht.
- Mengvat: in dit vat worden de reststoffen en pekels verder gemengd en starten de eerste reacties tussen de verschillende stoffen in de vulstof.
- Reactievat: tank waarin de vulstof, door middel van roeren, de juiste eigenschappen krijgt om als vulstof aangebracht te kunnen worden in de caverne.
- Pekelopslagtank.

Bijlagen



Figuur 2: Schematisatie aanzicht van vulstofproductie

De caveerne waarin de vulstof wordt aangebracht is aan het maaiveld afgesloten door een boorgat afsluiter en in de ondergrond door een aan het gesteente vast gecementeerde stalen buis.

In het boorgat wordt een binnenbuis aangebracht waardoor de vulstof naar de caveerne stroomt. De vulstof wordt onderin de caveerne ingebracht (door dichtheidsverschil met de in de caveerne aanwezige pekkel), waarbij pekkel wordt verdrongen. Deze pekkel wordt (door een tweede binnenbuis in hetzelfde boorgat of via een buis in een tweede boorgat) naar het maaiveld gepompt en via het leidingnetwerk naar de pekkelopslagtank getransporteerd.

De door de vulstof verdrongen pekkel in de caveerne wordt opgeslagen in een buffertank. Vanuit deze opslagtank wordt pekkel door middel van een pomp naar de verdampingsinstallatie getransporteerd.

Pekkel indampinstallatie

De verdampingsinstallatie bestaat uit 'forced circulated' verdamper uitgerust met één circulatie loop, externe verwarming en een circulatiepomp. De verdamper is voorzien van een zogenaamd 'elutration leg' waarin het product neerslaat door middel van zwaartekracht. De installatie omvat verder een drietal compressoren voor de mechanische damp recompressie.

Door verdamping en kristallisatie wordt pekkel gescheiden in een ingedikte pekelslurry en een condensaat. Het condensaat zal deels worden gebruikt als spoelwater ten behoeve van het reactievat en algemene schoonmaakwerkzaamheden. Het overtollige condensaat zal worden geloosd. De ingedikte pekelslurry zal worden opgeslagen in een toekomstig te stabiliseren caveerne.



**Royal
HaskoningDHV**
Enhancing Society Together

Bijlage 5
Beleidskader

Bijlagen

Dekking	Document
<i>Nationaal</i>	Landelijk Afvalbeheerplan 2009-2021 (2010)
	Mijnbouwwet
	Rijksvisie Duurzaam Gebruik Ondergrond
	Natuurbeschermingswet 1998 (1998/2005)
	Flora- en faunawet (2002)
	Wet Bodembescherming (Wbb) (2006)
	Wet ruimtelijke ordening
	Nota Ruimte
	Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (2012)
	<i>Provinciaal/regionaal</i>
Omgevingsvisie Overijssel – Provincie Overijssel (2009)	
Natuurbeleidsplan Overijssel (2007)	
Regionaal Mobiliteitsplan Twente 2012-2020	
Waterbeheerplan 2010 - 2015	
<i>Gemeentelijk beleid</i>	Structuurvisie Enschede 2011
	Bestemmingsplan 'Boeldershoek 2009' – Gemeente Enschede (en gemeente Hengelo) (onherroepelijk 2012)
	Gemeentelijk waterbeleid Enschede (2002)
	Archeologische waardenkaart (2008)
	Bodemkwaliteitskaart

Generieke regelgeving

Landelijk Afvalbeheerplan 2009-2021 (LAP-2)

Het Landelijk Afvalbeheerplan biedt een overzicht van het beleid voor afvalpreventie en het beheer van alle afvalstoffen waarop de Nederlandse Wet milieubeheer van toepassing is. In het LAP staan de doelstellingen van het afvalbeleid. Het LAP beschrijft het beleid voor nuttige toepassing, voor het storten en verbranden van afval. Preventie is er op gericht te voorkomen dat (gevaarlijk) afval ontstaat. Het LAP stimuleert de nuttige toepassing van reststoffen / afvalstoffen. Artikel 21.17.3 van het LAP beschrijft de mogelijk van de uitvoering van een pilot. Dit MER is daarvan de neerslag. De letterlijke tekst in het LAP is:

"21.17.3 Nuttige toepassing van afval in de diepe ondergrond

Afvalstoffen kunnen nuttig worden toegepast in de diepe ondergrond, bijvoorbeeld wanneer oude mijnschachten of zoutcavernes wegens instortingsgevaar of stabiliteitsproblematiek met afvalstoffen worden opgevuld. De instabiliteit maakt het opvullen immers noodzakelijk en door afvalstoffen te gebruiken, worden primaire grondstoffen gespaard.

Opvullen zoutcavernes

De stabiliteitsproblematiek bij zoutcavernes speelt voor zover de huidige kennis strekt bij ongeveer 60 van de 200 cavernes. Deze 60 oude cavernes, vrijwel allemaal gesitueerd in Twente, voldoen niet aan de huidige zekerheidsmarges en zijn daarom potentieel instabiel. Het is niet te voorspellen wanneer een caveerne daadwerkelijk instabiel wordt. Wel is op grond van metingen eenduidig vast te stellen wanneer een caveerne daadwerkelijk als instabiel moet worden aangemerkt. Om schade te voorkomen moet een instabiele caveerne binnen 15 jaar via injectie worden opgevuld.

Bijlagen

De overige 140 zoutcavernes zijn niet instabiel. Het bergen van afvalstoffen in deze stabiele cavernes kan daarom nooit als een nuttige toepassing worden aangemerkt. Voor het opvullen van instabiele cavernes is tot op heden, geheel in lijn met het LAP beleid voor het beheer van afvalstoffen, gebruik gemaakt 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 opgevuld, zal de inzet van andere stabiliseringsmaterialen moeten worden bezien. Naast primaire grondstoffen kan dan de inzet van afvalstoffen die niet (ter plekke) uit de ondergrond afkomstig zijn worden overwogen. Er moet dan wel worden voldaan aan de in paragraaf 21.17.2 opgenomen uitgangspunten. Dit LAP geeft echter de ruimte om een pilotproject uit te voeren, waarbij de uitgangspunten niet gelden (zie kader hierna).

Pilotproject voor opvullen zoutcaverne

Op dit moment (eind 2009) is er nog geen ervaring opgedaan met het gebruik van afvalstoffen die niet afkomstig zijn van het eigen zoutwinnings- of productieproces voor stabiliseringsdoeleinden van een zoutcaverne. Gedurende de planperiode van dit LAP kan in afstemming met het Ministerie van VROM, Staatstoezicht op de mijnen en de bevoegde gezagen (Ministerie EZ, provincie) door de winningsvergunninghouder van de betreffende cavernes een pilotproject worden gestart met als doel te bepalen welke niet bodemeigen afvalstoffen onder welke voorwaarden zonder milieuhygiënisch risico's in principe toegepast kunnen worden voor het stabiliseren van een (potentieel) instabiele caverne. Als gevolg van overleg tussen de Minister van VROM en de Tweede Kamer op 8 oktober 2009 geldt dat voor dit pilotproject de uitgangspunten uit paragraaf 21.17.2 van dit LAP niet gelden. Dat betekent onder meer dat bij het pilotproject geen rekening hoeft te worden gehouden met de eis tot terugneembaarheid van de in de cavernes gebruikte afvalstoffen. Na afloop van het project zal worden bezien wat de resultaten van het project betekenen voor het LAP en de daarin opgenomen uitgangspunten.

Alhoewel het gebruik van afvalstoffen voor stabilisering van instabiele zoutcavernes als een nuttige toepassing wordt gekarakteriseerd, dient in het oog te worden gehouden dat er op dit moment beperkt maatschappelijk draagvlak is voor toepassen van afvalstoffen in de diepe ondergrond. De eventuele gevolgen van instabiele cavernes (bodemdalingen, gaten, sink holes) worden maatschappelijk ook niet aanvaardbaar geacht. Er dient dus altijd een zorgvuldige belangenafweging te 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. Economisch schade of materiële schade aan de gebouwde omgeving is van een andere orde dan een schade in een agrarische omgeving. Het preventief opvullen (om gewenst toekomstig ruimtegebruik mogelijk te maken) is van een andere orde dan de noodzaak tot opvullen omdat de caverne daadwerkelijk instabiel is. In alle gevallen zal aantoonbaar moeten zijn dat de hoeveelheid kalkslurry zoals deze bij de zoutwinning en -productie vrijkomt onvoldoende is om de stabilisering binnen de gewenste tijdsperiode (die voor daadwerkelijk instabiele cavernes anders zal liggen dan cavernes waarvan opvulling vanuit preventief oogpunt wordt overwogen) tot stand te brengen en dus de inzet van andere afvalstoffen noodzakelijk is. In geval er sprake is van een daadwerkelijk instabiele caverne en een kapitaalintensief gebruik van de bovengrond, zal de toepassing van afvalstoffen als hiervoor aangegeven als nuttige toepassing kunnen worden aanvaard. In geval er sprake is van het preventief opvullen van een potentieel instabiele caverne met een agrarisch gebruik van de bovengrond, zal het toepassen van afvalstoffen niet voor de hand liggen. In dat geval ligt het meer voor de hand de eigenaar een schade te vergoeden of bijvoorbeeld over te gaan tot de aankoop van het stuk land, dan wel het ongewenste effect te aanvaarden."

RIE, BBT en BREF

De richtlijn industriële emissies (RIE, 2011) is per 1 januari 2013 de opvolger van de Integrated Pollution Prevention Control (IPPC)-Richtlijn (1996) en verplicht Europese lidstaten grote milieuvervuilende bedrijven te reguleren met een integrale vergunning. De IPPC richtlijn en 6 sectorrichtlijnen op het terrein van industriële emissies zijn aangescherpt en opgenomen in de nieuwe Richtlijn industriële emissies (RIE).

Bijlagen

Nederland heeft de richtlijn verankerd in de Wet milieubeheer (Wm) en de Waterwet. De richtlijn verplicht bedrijven de best beschikbare technieken te gebruiken om hun verontreinigingen te beperken en zo min mogelijk afval, energie en grondstoffen te gebruiken. De inrichting van Twence is een RIE (IPPC) inrichting.

De winning van zout is geen IPPC-activiteit. Wel dienen de onderdelen op basis van de wetgeving en de richtlijnen te voldoen aan de Best Beschikbare Technieken (BBT). Als hulp voor de bevoegde, vergunningverlenende instanties zijn deze BBT's beschreven in de Europese Best References of BREF-documenten.

Mijnbouwwet

De Mijnbouwwet (2002) vervangt sinds 2003 een scala aan andere wetgeving ten aanzien van mijnbouwactiviteiten. De Minister van Economische Zaken is het bevoegd gezag van de MW.

Bij de totstandkoming van de wet is ook de opslag c.q. winning van stoffen nadrukkelijk betrokken (op een diepte van meer dan 100 meter¹⁹). De MW is vooral gericht op de eisen en voorwaarden die gesteld worden om gevaarlijke incidenten te voorkomen. Preventieve maatregelen kunnen technische, organisatorische, procedurele of toezichthoudende aspecten betreffen. De Mijnbouwwet, met name het vergunningstelsel en besluitvorming door EZ, reguleert het gebruik van de ondergrond. De Mijnbouwwet biedt de instrumenten die de EU voorziet in haar voorstellen, met name de exploratievergunning, de winningsvergunning (inclusief de instemming op het zogeheten 'Winningsplan'), de onafhankelijke inspectie via onder meer het Staatstoezicht op de Mijnen en diverse algemene regels rond het ontwerpen, opereren en monitoren van mijnbouwwerken waar stoffen worden opgeslagen.

Wet milieubeheer

De Wet milieubeheer (Wm) is sinds maart 1993 in werking en is een zogenaamde kaderwet, die algemene regels bevat ten aanzien van milieubeheer. De Wm beschrijft de milieuaspecten van (industriële) installaties en activiteiten, inclusief emissies en maatregelen om die te beperken. Specifieke regels zijn uitgewerkt in besluiten of ministeriële regelingen. Voor mijnbouw is de minister van EZ aangewezen als bevoegd gezag (artikel 8.2 lid 3 Wm). Sinds 1 juni 2008 is aan hoofdstuk 17 van de Wm een nieuwe titel toegevoegd: titel 17.2 "maatregelen bij milieuschade of een onmiddellijke dreiging daarvan". Met deze nieuwe artikelen in de Wet milieubeheer heeft de wetgever de Richtlijn milieuaansprakelijkheid (2004/35/EG) in Nederlandse regelgeving geïmplementeerd.

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (WABO)

Op 1 oktober 2010 is de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) in werking getreden. Doel van de Wabo is een eenvoudiger en snellere vergunningverlening en een betere dienstverlening door de overheid op het terrein van bouwen, ruimte en milieu. De Wabo regelt de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu.

Wet ruimtelijke ordening

De Wro is een wet die regelt hoe de ruimtelijke planvorming in Nederland tot stand komt en hoe ruimtelijke plannen gewijzigd kunnen worden. Zowel het Rijk, de provincies als de gemeenten hebben de bevoegdheid om ruimtelijke plannen op te stellen. De wet bepaalt de taken van de overheid en de rechten en plichten van burgers, bedrijven en instellingen.

¹⁹ Mijnbouwwet artikel 1i

Bijlagen

Van de ruimtelijke plannen is het bestemmingsplan het belangrijkste instrument, welke ook juridisch bindend is. De voorgenomen activiteit moet door de gemeente Enschede planologisch worden verankerd in een bestemmingsplan.

Bodembeweging

Mijnbouwwet

In de Mijnbouwwet is bodembeweging (de verzamelnaam voor stijging of daling en trillingen) als gevolg van mijnbouwactiviteiten gereguleerd. De wet bevat instrumenten en waarborgen om de effecten van bodembeweging te voorkomen, te mitigeren dan wel te vergoeden. Tevens is daarvoor een onafhankelijk beoordelingsinstituut, de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB), ingesteld. Ook andere gebruiksvormen van de diepere ondergrond zijn onderwerp van de Mijnbouwwet. De winnings- en opslagplannen onder de Mijnbouwwet vormen de kerninstrumenten in de beheersing van bodembeweging en andere effecten.

Rijksvisie Duurzaam Gebruik Ondergrond

Het ministerie van VROM (inmiddels Ministerie van Infrastructuur en Ruimte) heeft in 2010 de 'Rijksvisie op het Duurzaam Gebruik van de Ondergrond' opgesteld. In deze visie gaat de overheid in op het gebruik van de ondergrond als voorraad van delfstoffen, als opslagruimte en het beleid hieromtrent. De beleidsvisie gaat aanvullend te werk op reeds bestaand kader als de Mijnbouwwet. Het kabinet streeft naar een meer duurzaam gebruik van de ondergrond. De ondergrond moet onderdeel worden van het ruimtelijke ordeningsproces waarbij de geschiktheid van de ondergrond een rol krijgt bij het toekennen van boven- en ondergrondse functies.

Voor bijvoorbeeld de winning van delfstoffen zullen, op plekken waar dergelijke functies worden benut, strijdige activiteiten boven- en/of ondergronds moeten wijken en dienen andere bodemfuncties in combinatie daarmee te bestaan. In die gevallen kan extra aandacht voor ruimtelijke inpassing, ontwerp en mitigerende maatregelen nodig zijn om tot passende oplossingen te komen voor strijdige functies en belangen. Bij ondergrondse aangelegenheden van nationaal belang zoals de winning van nationale bodemschatten zal het rijk een sturende rol blijven vervullen met gebruikmaking van het daartoe aanwezige rijksinstrumentarium en rekening houden met decentrale belangen.

Bodem en grondwater

Waterbeheerplan 2010 - 2015

Het projectgebied valt volledig binnen de grenzen van het Waterschap Regge en Dinkel.

De doelstellingen van het waterschap kunnen slechts worden verwezenlijkt als het aspect 'water' wordt geïntegreerd in het ruimtelijke ordeningsbeleid en het milieubeleid van de diverse partners. De opdracht waar het Waterschap de komende jaren voor staat, is de veerkracht van het water terugbrengen. Dit is mogelijk door een meer natuurlijk watersysteem te realiseren. Het water moet weer opnieuw de ruimte krijgen, wat ten goede komt aan natuur en landschap. Het Waterschap richt zich op de realisatie van waterparels, stroomgebieden van beken die dankzij een zeer rijke flora en fauna van groot belang zijn voor de natuur.

Gemeentelijk Waterbeleid (Enschede, 2002)

De aanpak en benadering van de waterhuishouding van Enschede sluit aan op de richtlijnen die de rijksoverheid heeft vastgesteld voor het waterbeheer in Nederland. De missie van de watervisie is het aanzetten tot het aanpakken van problemen en het grijpen van de kansen in het stedelijk waterbeheer:

Bijlagen

- Water moet een leidende rol vervullen bij de ruimtelijke inrichting,
- Samenwerking tussen de verschillende 'waterpartners' (bijvoorbeeld het waterschap), de gemeentelijke organisatie en samenwerking tussen de gemeente en de bewoners moet bevorderd worden,
- Water moet weer in de belevingswereld van de bewoners komen.

Het geraamte van de visie bestaat uit een viertal leidende principes, die zijn afgeleid uit de richtlijnen die de rijksoverheid heeft vastgesteld voor het waterbeheer in Nederland: Vasthouden (infiltreren), bergen en afvoeren, scheiden van schone en vuile waterstromen, minimaliseren van de kosten en effecten op het milieu van de waterketen, en water een expliciete rol geven in de leefomgeving van mensen.

Bodemkwaliteitskaart

De bodemkwaliteitskaart is een instrument bij het toepassen van grond en baggerspecie in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. In de bodemkwaliteitskaart worden de eisen vastgelegd die gelden voor het toepassen van grond en bagger op de bodem. De kaart verdeelt de gemeente Enschede in zones met ieder een eigen bodemkwaliteit. De bodemkwaliteitskaart kan worden ingezet voor:

- Het bepalen van de mogelijkheden van hergebruik voor vrijkomende grond of gekeurde grond,
- Vrijstelling van bodemonderzoek bij bouwvergunningen,
- De gemiddelde concentraties van bepaalde stoffen in de bodem (van een zone) afleiden.

Natuur

Vogel- en Habitatrichtlijn en Natura 2000

Op Europees niveau bestaan twee richtlijnen die bepalend zijn voor het natuurbeleid in de verschillende lidstaten: de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn.

- De Vogelrichtlijn (Richtlijn 79/409/EEG) verplicht alle in het wild levende vogelsoorten in stand te houden en maatregelen te treffen tot het behoud van de gevarieerdheid en de omvang van de leefgebieden van bepaalde in de richtlijn genoemde vogelsoorten. Voor de bescherming van deze soorten zijn speciale beschermingszones aangewezen, die deel uitmaken van de Natura2000 (Habitatrichtlijn).
- De Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) heeft tot doel bij te dragen aan het waarborgen van de biologische diversiteit door het instandhouden van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna. Door het aanwijzen van speciale beschermingszones dient uiteindelijk een coherent Europees ecologisch netwerk (Natura2000) te worden gevormd.

De Speciale Beschermingszones zoals geformuleerd in de Habitatrichtlijn, vormen, samen met de vogelrichtlijngebieden een netwerk in Europa, Natura2000. Doel van Natura 2000 is om de biodiversiteit op langere termijn te behouden, waarbij menselijke activiteiten geïntegreerd worden vanuit een optiek van duurzame ontwikkeling. Het projectgebied en directe omgeving is niet aangewezen als een Natura2000 gebied.

Flora- en faunawet

De Nederlandse natuurwetgeving is onder te verdelen in soortenbescherming en gebiedsbescherming. Een groot aantal in Nederland voorkomende soorten is beschermd door de Flora- en faunawet (1 april 2002). De Flora- en faunawet beschermt planten en dieren tegen negatieve invloeden en bevat verbodsbepalingen.

Bijlagen

Voor alle soorten die in de Flora- en faunawet zijn aangemerkt als beschermde inheemse soort en voorkomen in het projectgebied én waarbij door de ruimtelijke ingreep woon- of leefgebied verdwijnt, waardoor de duurzame instandhouding van de soort wordt bedreigd of verstoord, dient een ontheffing aangevraagd te worden.

Natuurbeschermingswet 1998

Met het inwerkingtreden van de gewijzigde Natuurbeschermingswet (Nbw 1998) op 1 oktober 2005 is er een aangepast Nederlands wettelijk kader ontstaan voor de bescherming van ecologisch waardevolle gebieden. De bedoeling van de Nbw 1998 is dat alle verplichtingen uit de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn ten aanzien van gebiedsbescherming omgezet worden in een uitputtend natuurbeschermingsrechtelijk kader voor gebiedsbescherming. Het belangrijkste onderdeel van de wet is dat er een aparte vergunning nodig is voor activiteiten die mogelijk schadelijk zijn voor de beschermde natuur. Het maakt daarbij niet uit waar die activiteiten plaatsvinden, dat kan zowel binnen als buiten het natuurgebied zijn (de zogenaamde 'externe werking').

Met de inwerkingtreding van deze laatste revisie van de Natuurbeschermingswet en de Flora en faunawet zijn de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd.

Natuurgebiedsplan Overijssel (2007)

Het natuurgebiedsplan Overijssel vormt een belangrijke bouwsteen voor de realisering van natuur- en landschapsbeleid van rijk en provincie. Dat geldt in het bijzonder voor de totstandkoming van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De EHS is een netwerk van gebieden in Nederland waar de natuur (plant en dier) in feite voorrang heeft. Het netwerk heeft als doel te voorkomen dat planten en dieren in geïsoleerde gebieden uitsterven en dat de natuurgebieden hun waarde verliezen. De EHS kan worden gezien als de ruggengraat van de Nederlandse natuur. De Provincie geeft in het natuurgebiedsplan aan welke soort natuur ze waar extra wil beschermen en ontwikkelen. In 2006 zijn de verschillende natuurgebiedsplannen in Overijssel samengevoegd tot één natuurgebiedsplan Overijssel. In dit plan is een onderverdeling gemaakt naar het gebiedsgericht werken. Door het aanwijzen van de nieuwe natuur en de beheersgebieden vormt dit plan een belangrijk instrument om de Ecologische Hoofdstructuur te realiseren en/of te versterken. Het projectgebied maakt geen deel uit van de EHS.

Ruimte en omgeving

Structuurvisie infrastructuur en ruimte

Het Rijk formuleert drie hoofddoelen om Nederland concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig te houden voor de middellange termijn:

- Het vergroten van de concurrentiekracht van Nederland door het versterken van de ruimtelijk-economische structuur van Nederland.
- Het verbeteren, instandhouden en ruimtelijk zekerstellen van de bereikbaarheid waarbij de gebruiker voorop staat.
- Het waarborgen van een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden zijn.

In de structuurvisie infrastructuur en ruimte is geen concreet beleid op nationaal niveau geformuleerd dat ingaat op de ruimtelijke ordening van en rondom de Boeldershoek.

Bijlagen

Omgevingsvisie Overijssel 2009

De Omgevingsvisie betreft een integraal beleidsplan die het voorheen geldende Streekplan Overijssel 2000+, het Verkeer- en vervoerplan, het Waterhuishoudingsplan en het Milieubeleidsplan samen brengt in één document. De Omgevingsvisie is op 1 september 2009 in werking getreden. Leidende thema's voor de Omgevingsvisie zijn duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit. De hoofdambitie is een toekomstvaste groei van welvaart en welzijn met een verantwoord beslag op de beschikbare natuurlijke hulpbronnen en voorraden. Belangrijke beleidskeuzes hiervoor zijn:

- Zuinig en zorgvuldig ruimtegebruik bij bebouwing door hantering van de zogenaamde 'SER-ladder'; eerst het gebruik van de ruimte optimaliseren, dan de mogelijkheid van meervoudig ruimtegebruik onderzoeken en dan pas de mogelijkheid om het ruimtegebruik uit te breiden.
- Ruimtelijke plannen ontwikkelen aan de hand van gebiedskenmerken en keuzes voor duurzaamheid.

Omgevingsverordening Overijssel 2009

De Omgevingsverordening zorgt voor de juridische borging van de Omgevingsvisie. De Omgevingsverordening heeft de status van:

- ruimtelijke verordening in de zin van artikel 4.1. Wet ruimtelijke ordening;
- milieuverordening in de zin van artikel 1.2. Wet milieubeheer;
- waterverordening in de zin van de Waterwet;
- verkeersverordening in de zin van artikel 57. Wegenwet en artikel 2A. wegenverkeerswet.

De verordening bepaalt onder meer dat de toelichting van een bestemmingsplan motiveert waarom een nieuwe ontwikkeling past binnen het ontwikkelingsperspectief dat in de Omgevingsvisie Overijssel voor het gebied is neergelegd.

Regionaal mobiliteitsplan Twente 2012-2020

Bereikbaarheid van Twente is geen doel op zich. De belangrijkste reden is het ondersteunen van de ruimtelijke en economische ambities. De kracht van Twente ligt in de compactheid van een sterk stedelijk gebied, met daaromheen een karakteristiek landelijk gebied. Het waarborgen en het versterken van deze kwaliteiten zijn van groot belang.

Omdat de mobiliteit in Twente de komende jaren blijft groeien zal het mobiliteitsbeleid de ruimtelijk-economische ambities moeten ondersteunen. Hierbij moet rekening gehouden worden met de landschappelijke en cultuurhistorische waarde van het landelijk gebied. Voorkomen moet worden dat het aangename woon- en leefklimaat van de regio wordt aangetast door de (toename van de) mobiliteit.

Structuurvisie Enschede 2011

De structuurvisie van de gemeente Enschede is een product dat continu in ontwikkeling is. De stad ontwikkelt zich en het ruimtelijk beleid groeit hierin mee. Bij nieuwe gebiedsontwikkelingen en nieuw stedelijk beleid, zal de structuurvisie worden aangevuld om zo mee te kunnen gaan in de dynamiek van stedelijke ontwikkeling en zo een actueel kader te vormen voor burgers en bedrijven. Daarom is gekozen voor een volledig digitale structuurvisie, waarbij sectorale en gebiedsgerichte uitwerkingen snel geïntegreerd kunnen worden.

Voor het projectgebied zijn de thema's milieu en groen van belang.

- *Milieu – Duurzaamheid*

Bijlagen

De gemeente Enschede zet in op een duurzame ontwikkeling van de stad. De volgende facetten van duurzaamheid worden onderscheiden:

- Energie- en klimaatbeleid;
- Behoud van diversiteit;
- Kwaliteit van bodem, water en lucht.

Om van een integrale duurzame ruimtelijke ontwikkeling te kunnen spreken, dient bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen aan al deze deelthema's aandacht te worden besteed. Het voorgaande laat onverlet dat binnen het duurzaamheidsbeleid aan het energie- en klimaatbeleid bijzondere betekenis toe komt. Uitgangspunt is dat nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen in ieder geval bijdragen aan de gemeentelijke energie- en klimaatdoelstellingen.

- *Groen - Landschapstype stedelijk gebied*

Het plangebied wordt gekenmerkt als bestaand stedelijk gebied, waar bestemmingen voor stedelijke functies (kunnen gaan) gelden.

Bestemmingsplan 'Boeldershoek 2009' (Gemeente Enschede en Hengelo)

De nieuwe hoogwaardige functie van Twence vraagt om een bestemmingsplan dat niet alleen aansluit op afvalverwerking, maar ook op de productie van secundaire grond- en bouwstoffen en energie. Het vastgestelde intergemeentelijke bestemmingsplan biedt een passend planologisch kader voor de bedrijfsvoering van Twence.

De locatie Boeldershoek (en daarmee het projectgebied) kent voornamelijk een bedrijfsbestemming. Op een deel hiervan zijn bedrijfsactiviteiten toegestaan, en op een deel - grenzend aan Tweekelo – zijn geen bedrijfsactiviteiten toegestaan.

Cultuurhistorie en archeologie

Nota Ruimte

Het rijksbeleid met betrekking tot landschap en cultuurhistorie is opgenomen in de Nota Ruimte (Ministerie van VROM, 2006). In deze nota staat dat landschappelijke en cultuurhistorische waarden een volwaardige plaats verdienen bij ruimtelijke afwegingen. De provincies zijn primair verantwoordelijk voor de basiskwaliteit van het landschap. Het rijk heeft met name een stimulerende rol. In de Nota Ruimte is een aantal kernkwaliteiten geformuleerd ter stimulering van landschapskwaliteit:

- Natuurlijke kwaliteit: bodem, water, reliëf, aardkunde, flora en fauna,
- Culturele kwaliteit: cultuurhistorie, culturele vernieuwing en architectonische vormgeving,
- Gebruikskwaliteit: (recreatieve) toegankelijkheid, bereikbaarheid en meervoudig ruimtegebruik, aanwezigheid van toeristisch-recreatieve voorzieningen,
- Belevingskwaliteit: ruimtelijke afwisseling, informatiewaarde, contrast met de stedelijke omgeving, groen karakter, rust, ruimte, stilte en donkerte.

Wet op de archeologische monumentenzorg

Sinds september 2007 is de Wet op de archeologische monumentenzorg (Wamz) van kracht en omvat de implementatie in de Nederlandse wetgeving van het Verdrag van Malta. Op grond van de Wamz zijn vier wetten gewijzigd: De Monumentenwet 1988, de Woningwet, Wet Milieubeheer en de Ontgrondingenwet.

Een essentieel uitgangspunt van de nieuwe wet is dat het erfgoed in de bodem beter wordt beschermd. Dit houdt in dat in ruimtelijke planontwikkeling vroegtijdig rekening wordt gehouden met archeologisch erfgoed, zodat men hierop kan anticiperen en planvertraging wordt voorkomen.

Bijlagen

Als behoud in de bodem geen optie is, dan is, voorafgaand aan de bodemverstoring, onderzoek nodig om archeologische overblijfselen te documenteren en de informatie en vondsten te behouden. De zorg voor het archeologisch erfgoed moet ingepast en meegewogen worden in MER-plichtige projecten.

Archeologische waardenkaart

Op grond van de Wet op de Archeologische Monumentenzorg hebben gemeenten de zorgplicht voor de archeologie. Gemeenten stellen daarom een archeologische verwachtingskaart op welke inzicht geeft in de te verwachten of aangetroffen archeologische waarden.

Het projectgebied is gelegen in de gemeente Enschede. Hiervoor is de gemeentelijke archeologische verwachtingskaart van belang, welke is vastgesteld op 28 januari 2008.

CONCEPT

Bijlage 6
Samenvatting risicoanalyse Quintessa

Gefaseerde risicobeoordeling zoutcavernestabilisatie, fase 1:

Uitgebreide samenvatting



Alan Paulley
Richard Metcalfe
George Towler
James Wilson

QRS-1627A-2
Versie 2.0
Februari 2013

Quintessa

Bijlagen

Documentgeschiedenis

Titel:	Gefaseerde risicobeoordeling zoutcavernestabilisatie, fase 1	
Ondertitel:	Uitgebreide samenvatting	
Opdrachtgever:	AkzoNobel	
Documentnummer:	QRS-1627A-1	

Versienummer:	Concept 0.2	Datum:	januari 2013
Notities:	uitgebreide samenvatting ter aanvulling van het meer gedetailleerde volledige Fase 1-verslag, rekening houdend met opmerkingen bij Concept 0.1 door Richard Metcalfe		
Opgesteld door:	Alan Paulley		
Beoordeeld door:	Richard Metcalfe		

Versienummer:	Concept 0.3	Datum:	januari 2013
Notities:	betreft opmerkingen bij Concept 0.2 door AkzoNobel (e-mail van R. Groenenberg, 23 januari 2013)		
Opgesteld door:	Alan Paulley		
Beoordeeld door:	Richard Metcalfe		

Versienummer:	Versie 1.0	Datum:	februari 2013
Notities:	betreft opmerkingen bij Concept 0.3 door AkzoNobel (e-mail van R. Groenenberg, 5 februari 2013)		
Opgesteld door:	Alan Paulley		
Beoordeeld door:	Richard Metcalfe		

Goedgekeurd door:	Richard Metcalfe		
--------------------------	------------------	--	--

Bijlagen

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Noodzaak van de beoordeling	4
3	Tijdsbestek	5
4	Toekomstige ontwikkeling van de cavernes	6
5	Risicobeoordeling	10
5.1	Belangrijkste kwantitatieve elementen van de beoordeling	10
5.2	Invoergegevens	11
5.3	Integratie van de beoordeling	11
6	Belangrijkste risicofactoren en veiligheidscriteria	15
7	Algemene samenvatting van risicobeoordelingsresultaten	16
Verwijzingen		17
Bijlage A : Volledige beslisboom		18
Bijlage B: Vertalingen		19

Bijlagen

1 Inleiding

Akzo Nobel Industrial Chemicals B.V. ("AkzoNobel") ontwikkelt momenteel het project "Pilot Stabilisatie Cavernes Twente" (proefproject zoutcavernestabilisatie Twente, PSCT). Aan de hand van het PSCT-project moet worden vastgesteld of stabilisatie mogelijk is van zoutcavernes in de regio Twente, waarvan instorting zou leiden tot aanzienlijke verzakkingen van het grondoppervlak of, in het ergste geval, het ontstaan van zogenaamde sinkholes.

Het gebied telt meer dan 200 zoutcavernes, waarvan er 63 in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw zijn ontwikkeld met een techniek die niet langer wordt gebruikt, nadat in de jaren 80 duidelijk werd dat die leidt tot het ontstaan van potentieel instabiele cavernes. Instorting van een van deze 63 potentieel instabiele cavernes kan leiden tot een aanzienlijke verzakking van >5 cm/100 jaar. In het ergste geval kunnen sinkholes ontstaan aan het grondoppervlak. Tot nog toe is één caveerne ingestort, waardoor een sinkhole is ontstaan. Van verschillende andere cavernes is het zoutdak ingestort, waardoor aanzienlijke maaiveldverzakking is opgetreden, of is instorting en de vorming van sinkholes aan de oppervlakte voorkomen door de caveerne op te vullen met kalk- en gipsslurry. Deze methode kan echter niet worden toegepast op alle potentieel instabiele cavernes, omdat kalk- en gipsslurry een bijproduct is, dat niet in voldoende hoeveelheden wordt geproduceerd. Het PSCT-project overweegt daarom een alternatieve stabilisatiemethode voor deze cavernes.

De voorgestelde stabilisatiemethode behelst het opvullen van de cavernes met een slurry van pekkel, materiaal geproduceerd door biomassa- en afvalenergiecentrales (zoals vliegashoudend rookgasreinigingzouten) en mogelijk een cementachtig materiaal dat uitharding van de slurry bevordert. Door de geomechanische werking voorkomt opvulling ernstige instorting van de caveerne. Voor de opvulling wordt overwogen materiaal te gebruiken dat afkomstig is van een door Twence BV geëxploiteerde biomassa- en afvalenergiecentrale. Als het proefproject succesvol verloopt, kan er ook materiaal van soortgelijke andere centrales in de regio worden gebruikt.

Dit document betreft een samenvatting van een beoordeling van de met deze voorgestelde stabilisatiemethode samenhangende risico's. Een volledige beschrijving van de beoordeling is te vinden in Metcalfe et al. (2012). Deze samengevatte resultaten vormen de basis voor het ontwikkelen van monitorings- en mitigatieplannen voor de voorgestelde stabilisatie. De beoordeling is gebaseerd op gegevens die op 1 januari 2013 beschikbaar waren.

2 Noodzaak van de beoordeling

De beoordeling is nodig voor de volgende hoofddoelgroepen:

- ▲ Besluitvormers AkzoNobel. Indien de beoordeling aanzienlijke risico's ten aanzien van stabilisatie of het milieu identificeert, betekent dat een 'rode vlag' voor het management van AkzoNobel. Bij een positief besluit worden de resultaten van de beoordeling mogelijk ook gebruikt ter ondersteuning van een eventuele vergunningsaanvraag.
- ▲ Bevoegd gezag en andere belanghebbenden. Belanghebbende organisaties bij het project zijn onder meer Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), TNO en het ministerie van Economische Zaken. Zowel SodM als TNO heeft een adviserende rol voor het bevoegd

Bijlagen

gezag. De voorgestelde methode voor cavernestabilisatie wordt alleen vergund als deze organisaties en andere belanghebbenden ervan overtuigd zijn dat de voorgestelde methode veilig en effectief is.

In het Landelijke afvalbeheerplan (LAP2) wordt gesteld dat dit stabilisatieplan, geen milieurisico's mag veroorzaken. In de praktijk interpreteert SodM deze vereiste in de betekenis dat risico's "zo laag als redelijkerwijs haalbaar" moeten zijn (as low as reasonably practicable of ALARP). Deze risicobeoordeling helpt ALARP aan te tonen door de risico's voor het milieu vast te stellen en ondersteunt oordeelvorming over de vraag of verdere risicobeperkingen leiden tot onevenredig hoge kosten.

Om belanghebbenden te overtuigen van de resultaten van de beoordeling is het belangrijk een gestructureerde en systematische beoordelingsmethode toe te passen. Navolgbaarheid is vereist om ook anderen in staat te stellen de argumenten en de onderbouwing daarvan te begrijpen. Zowel kwalitatieve als kwantitatieve bewijsbronnen zijn relevant voor het vaststellen van risiconiveaus.

3 Tijdsbestek

De waarschijnlijke duur van het proefproject is ongeveer 6 - 7 jaar. Dit is naar verwachting de periode die nodig is om de drie voor het proefproject geselecteerde cavernes op te vullen, en nodig voor initiële consolidatie van de vulstof en enig 'uitharden' van de vulstof.

Het is waarschijnlijk dat gedurende een aantal jaar na het vullen van de cavernes monitoring plaatsvindt om te onderbouwen dat stabilisatie wordt bereikt. De duur van deze monitoringsperiode kan variëren van een paar jaar tot meerdere decennia, afhankelijk van de ontwikkeling van het opvulmateriaal in de tijd. Monitoring zal zijn gericht zijn op het signaleren van onvoorzien gedrag dat de veiligheid en/of effectiviteit van de opvulmethode in twijfel kan trekken. Monitoring kan leiden tot het formuleren en treffen van mitigerende maatregelen. Monitoring draagt dus bij aan de generieke veiligheid.

Het is niet eenvoudig de periode vast te stellen waarop de risicobeoordeling zich moet richten, omdat moet worden aangetoond dat er geen milieurisico zal ontstaan. Het uitsluiten van een milieurisico vereist dat de beoordeling de gehele periode in ogenschouw moet nemen gedurende welke de opge vulde cavernes zullen bestaan. Echter, in de geest van ALARP is het voldoende aan te tonen dat er gedurende een periode van 10.000 jaar sprake is van een verwaarloosbaar risico. Tevens geldt dat er geen redenen zijn om aan te nemen dat de risico's die uitsluitend worden veroorzaakt door de opge vulde cavernes na deze periode zullen toenemen.

Bijlagen

4 Toekomstige ontwikkeling van de cavernes

Gestructureerde benadering

Aan de hand van een gestructureerd proces is inzicht verkregen in de waarschijnlijke toekomstige ontwikkeling van de cavernes en de daarmee gepaard gaande risico's. Ten eerste is een lijst van kenmerken, gebeurtenissen en processen (Features, Events and Processes of FEP's) opgesteld, die kan worden gebruikt voor de beschrijving van een opgevulde zoutcaverne en de mogelijke ontwikkeling daarvan. Een "kenmerk" is een fysieke eigenschap van een systeem (bijvoorbeeld een zoutcaverne). "Gebeurtenissen" beïnvloeden het systeem gedurende een zeer korte periode ten opzichte van de beoordelingsperiode. Zo kan het boren van een nieuw boorgat worden beschouwd als een 'gebeurtenis' ten opzichte van de beoordelingsperiode van duizenden jaren. 'Processen' doen zich voor over substantieel langere perioden (bijvoorbeeld 'grondwaterstroming').

De lijst beoogt alle eigenschappen van het systeem vast te leggen, evenals de processen die daarbinnen bestaan of die daar mogelijk op van invloed zijn. Beoordeling door deskundigen van het bewijs voor elk van deze FEP's en hun onderlinge interacties draagt bij aan het verkrijgen van inzicht in het systeem en de potentiële ontwikkeling ervan. De FEP-lijst vormt ook een controlehulpmiddel dat kan worden gebruikt om de volledigheid van de beoordeling aan te tonen. De FEP-methode wordt gezien als een best practice in risicobeoordeling en als een manier om vertrouwen op te bouwen en transparantie te waarborgen.

Bij een dergelijk systeem, waarbij natuurlijke en kunstmatige componenten op elkaar inwerken, is de toekomstige ontwikkeling van de opgevulde cavernes in enige mate onzeker. Om de gevolgen van deze onzekerheden te bepalen zijn scenario's ontwikkeld, waarin aannemelijke ontwikkelingsrichtingen van de opgevulde cavernes, zijn beschreven.

Een 'scenario' is een beschrijving van een mogelijke toekomstige toestand van het systeem, inclusief de ontwikkeling ervan. Scenario's zijn geen expliciete voorspellingen maar zijn eerder bedoeld om onzekerheden te duiden. De scenario's zijn "aannemelijk" in die mate dat ze redelijk zijn op basis van bestaande kennis over het systeem (en vooral dat ze geen fundamentele wetenschappelijke principes of wetten overtreden) en dat ze niet zo onwaarschijnlijk zijn dat ze voor niemand van enig belang zijn.

De voor de risicobeoordeling ontwikkelde scenario's voor het opvullen van cavernes, omvatten:

- ▲ een scenario van "verwachte ontwikkeling" (dat wil zeggen, een "best mogelijke schatting"), door deskundigen gezien als het meest waarschijnlijke; en
- ▲ een geheel aan "alternatieve" minder waarschijnlijke scenario's waarin de belangrijkste onzekerheden zijn samengevoegd.

Deze benadering wekt vertrouwen in de reikwijdte van de beoordeling, doordat niet alleen "waarschijnlijke" scenario's worden overwogen maar ook minder waarschijnlijke, die zwaardere gevolgen zouden kunnen hebben, als ze zich zouden voordoen.

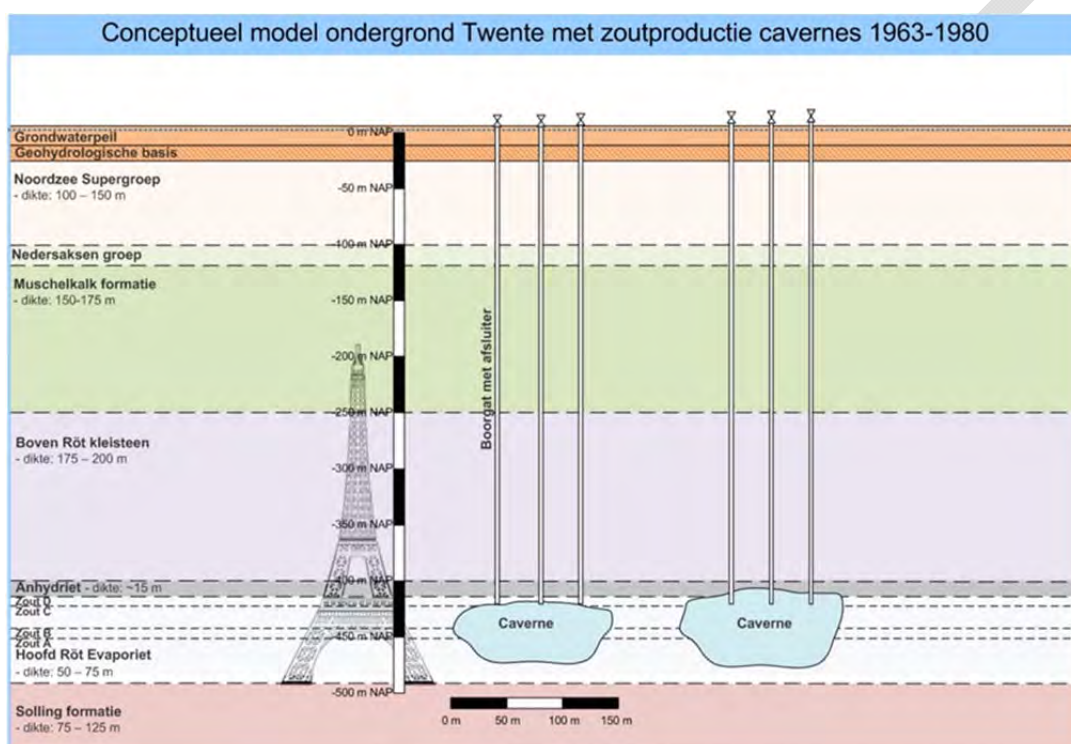
Bijlagen

Beschrijving van het systeem en de verwachte ontwikkeling ervan na opvulling

De onderstaande beschrijving overziet het systeem en geeft een samenvatting van de verwachte ontwikkeling ervan.

Geologie en hydrogeologie

Figuur 1 geeft de belangrijkste geologische lagen van de regio Twente schematisch weer.



Figuur 1: Schematische weergave van de geologie en hydrologie (bron AkzoNobel)

In werkelijkheid variëren de dikte en de aard van de lagen, afhankelijk van de locatie van de cavernes. Belangrijkste kenmerken zijn de Solling Formatie (hoofdzakelijk kleisteen met wat intervallen van silt tot fijn zand) onder de cavernes, de Röt Formatie (evaporieten – steenzout) waarin de cavernes zich bevinden en de relatief dikke bovenste kleisteenlaag van de Röt Formatie boven de cavernes. Een 15 meter dikke anhydrietlaag tussen het Röt-steenzout (evaporieten) en de bovenste Röt-kleisteenlaag biedt weerstand tegen instorting van de caveerne, doordat deze een “steunbalk” vormt voor het dak van de caveerne. Hoe lang de anhydrietlaag weerstand kan bieden tegen instorting is onbekend maar varieert van jaren tot mogelijk eeuwen.

De formaties dicht onder het maaiveld hebben watervoerende lagen met zoet grondwater. Deze watervoerende lagen vormen potentieel natuurlijke hulpbronnen, gezien de mogelijke exploitatie ervan voor drinkwater en/of irrigatie. Dat wil zeggen dat het potentiële “milieureceptoren” betreft, die moeten worden beschermd conform de Europese Grondwaterrichtlijn. Het is daarom van belang te weten of deze watervoerende lagen kunnen worden verontreinigd door poriewater

Bijlagen

van een opgevulde caveerne. Deze watervoerende lagen vormen dan ook de belangrijkste receptor in de risicobeoordeling.

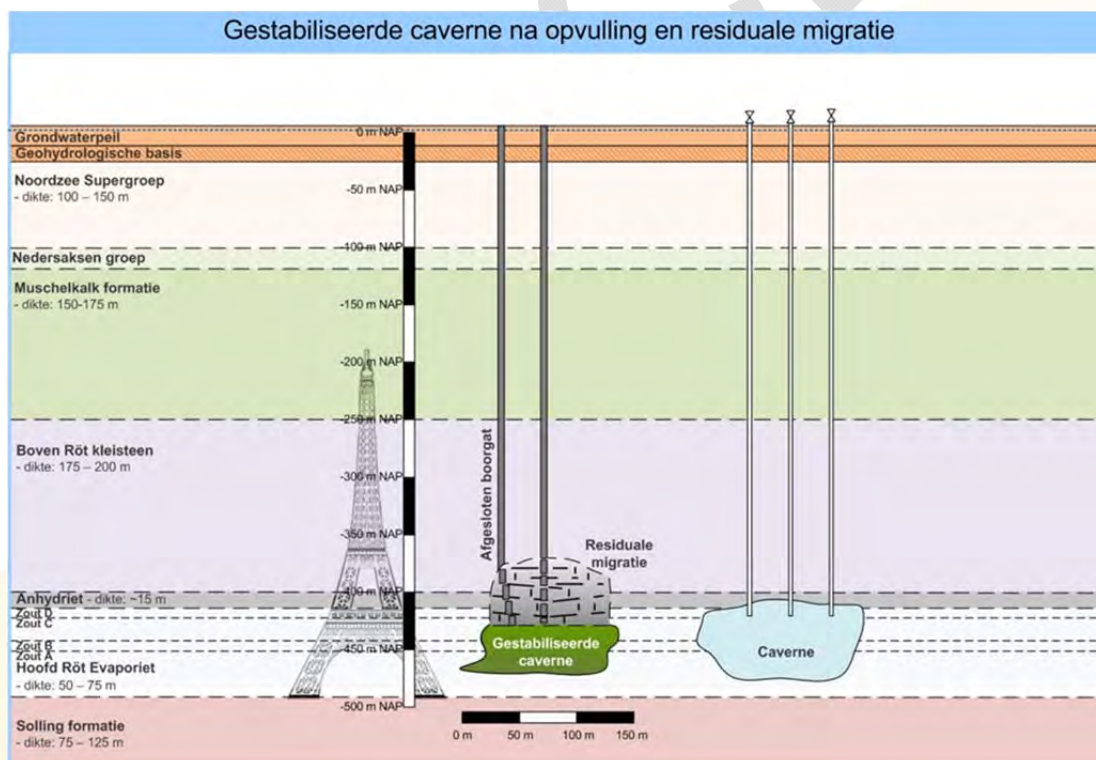
Daarnaast bevat de Muschelkalk Formatie een brakwater voerende laag. Gezien het zoutgehalte en de diepte van deze laag is het veel minder waarschijnlijk dat deze wordt geëxploiteerd voor drinkwater of irrigatie. Het is echter niet ondenkbaar is dat sprake kan zijn van toekomstig gebruik voor geothermische energie. Daarom (en opnieuw conform de Europese Grondwaterrichtlijn) wordt ook deze watervoerende laag beschouwd als een milieureceptor in de risicobeoordeling.

Aanbrengen Opvulmateriaal

Het opvulmateriaal wordt naar verwachting via een boorgat aangebracht en zal de caveerne voor het grootste deel opvullen. Het opvulmateriaal zal vervolgens “uitharden” en ter plaatse consolideren, waardoor mechanische ondersteuning van de caveerne ontstaat. Na het aanbrengen en een periode van monitoring wordt het boorgat afgesloten.

Ontwikkeling van de caveerne na aanbrengen vulstof

Na aanbrengen van vulstof in een caveerne zal sprake zijn van enige overblijvende (‘residuale’) verticale migratie. Dat komt omdat de cavernes niet voor 100% kunnen worden gevuld en er altijd sprake zal zijn van een overblijvende vrije ruimte waarin het dak van de caveerne zal instorten. Echter, omdat het overgrote deel van de caveerne wordt gevuld, is slechts sprake van een beperkte instorting (Figuur 2).



Figuur 2: Gestabiliseerde caveerne na injectie opvulmateriaal en residuale migratie

Bijlagen

Bovendien bieden de bovenliggende formaties weerstand tegen verticale migratie van de caverne. Gecombineerd leiden deze effecten tot de overtuiging dat de verticale migratie van de opgevulde caverne zich niet uitstrekt tot de Muschelkalk Formatie en niet leidt tot het ontstaan van sinkholes aan het maaiveld of tot maaiveldverzakkingen van >5 cm/100 jaar.

Transport van verontreinigende stoffen

Door de aanwezigheid van vliegias en andere componenten bevat het opvulmateriaal verontreinigende stoffen die een risico kunnen vormen voor milieureceptoren. Deze risico's kunnen zich voordoen indien de verontreinigende stoffen loskomen uit het opvulmateriaal en zich verspreiden in concentraties die hoog genoeg zijn om de (als receptoren geïdentificeerde) watervoerende lagen te verontreinigen. Op basis van gegevens over de receptuurontwikkeling van de vulstof, kunnen de volgende verontreinigende stoffen in het opvulmateriaal aanwezig zijn: As, Cd, Pb, Sb, Zn en organische stoffen, met name dioxine. Deze verontreinigende stoffen kunnen aanwezig zijn in de vaste fractie van de vulstof en in de vloeibare fractie, die vrij kan komen na het aanvullen en gedurende het consolideren.

Naar verwachting vindt een zekere mate van verspreiding van verontreinigende stoffen plaats uit de vulstof, en mogelijk transport ervan door waterstroming (advectie). De verontreinigende stoffen komen echter naar verwachting slechts langzaam vrij uit het opvulmateriaal. Vrijgekomen en al in de waterfractie aanwezige verontreinigende stoffen, kunnen zich verspreiden naar andere formaties, waaronder de Solling Formatie. Mogelijk is ook sprake van transport van verontreinigende stoffen in breuken, maar dat zal slechts in beperkte mate het geval zijn, net als verspreiding van verontreinigende stoffen langs boorgaten. De uitstroom van verontreinigende stoffen naar potentieel belangrijke receptoren, zoals watervoerende lagen, zal naar verwachting laag zijn, net als de daarmee samenhangende risico's.

Verkenning van andere ontwikkelingsscenario's

Er zijn achttien andere ontwikkelingsscenario's ontworpen. Sommige zijn voor de volledigheid opgenomen, maar later verworpen op basis van logische argumenten. Zo zijn ijstijdeffecten uitgefilterd, omdat het onwaarschijnlijk is dat deze zich in een relevant tijdsbestek voordoen, en omdat de impact van dergelijke effecten op zichzelf al veel ernstiger zou zijn dan die van de opgevulde caverne. Andere scenario's zijn evenwel beoordeeld, omdat deze belangrijke onzekerheden verkennen en niet kunnen worden uitgefilterd op basis van een zeer lage waarschijnlijkheid. Deze scenario's omvatten bijvoorbeeld:

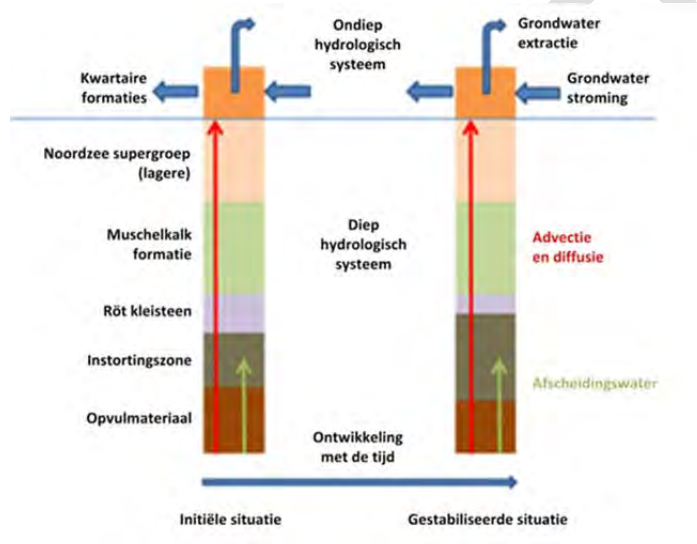
- ▲ opvulmateriaal dat niet de vereiste geomechanische ondersteuning biedt;
- ▲ boorgaten of breuken die verspreidingspaden creëren voor verontreinigende stoffen naar watervoerende lagen;
- ▲ uit het opvulmateriaal vrijkomende verontreinigende stoffen in hogere concentraties dan verwacht; en
- ▲ andere scenario's betreffende instorting en verspreidingspaden.

Bijlagen

5 Risicobeoordeling

5.1 Belangrijkste kwantitatieve elementen van de beoordeling

Voor de ontwikkelingsscenario's die niet zijn uitgefilterd op basis van logische argumenten, zijn risicobeoordelingsberekeningen uitgevoerd. Ten behoeve van de berekeningen is een model geïmplementeerd met behulp van de GoldSimTM-software, dat vaak voor dit soort toepassingen wordt gebruikt. Dit model stelt de caverne en een steenkolom boven de caverne voor, inclusief de instortingszone die zich verticaal naar boven uitstrekt. Ook het vrijkomen van verontreinigende stoffen wordt gemodelleerd, evenals interacties met watervoerende lagen. Het model is schematisch weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Schematische weergave van het GoldSimTM-model

Het model beoordeelt de aanwezigheid van verontreinigende stoffen in het opvulmateriaal en in het afscheidingswater daarvan. Zekerheidshalve wordt de lege ruimte, die na opvulling in de caverne overblijft, geacht volledig te zijn gevuld met onverdund afscheidingswater. Dat wil zeggen dat de hoeveelheid afscheidingswater maximaal is. Op basis van gegevens van de receptuurontwikkeling van de vulstof zijn in de berekeningen de volgende verontreinigende stoffen opgenomen: As, Cd, Pb, Sb, Zn. Door het ontbreken van gegevens zijn geen expliciete berekeningen uitgevoerd voor organische verontreinigende stoffen. In plaats daarvan zijn op basis van hun lage oplosbaarheid kwalitatieve argumenten ontwikkeld voor de stelling dat deze niet problematisch zijn. Concentraties verontreinigende stoffen in het opvulmateriaal zijn nauwkeurig berekend (en waarschijnlijk overschat) aan de hand van analyses van monsters van het opvulmateriaal en eenvoudige aannames over de beschikbaarheid van deze verontreinigende stoffen voor de waterfractie.

Een belangrijke focus van de GoldSim-beoordelingsberekeningen betrof de mogelijkheid van verontreiniging van watervoerende lagen. Vooral de gemodelleerde concentraties aan

Bijlagen

verontreinigende stoffen zijn vergeleken met drinkwaterstandaarden, als een van toepassing zijnde en erkend criterium.

5.2 Invoergegevens

Een reeks bewijsbronnen en oordelen zijn relevant voor de risicobeoordeling. Deze bewijsbronnen omvatten in het bijzonder:

- ▲ stratigrafische en lithologische informatie, gebaseerd op boorgat waarnemingen en geofysica;
- ▲ gepubliceerd tektonisch onderzoek;
- ▲ registraties van boorgatboringen en caverneontwikkeling in de regio Twente;
- ▲ gepubliceerd onderzoek naar cement evolutie in de aanwezigheid van zout water;
- ▲ hydrogeologische informatie, inclusief doorlaatbaarheid van gesteente, grondwaterdruk/-niveaus en interpretaties van grondwaterstromingspatronen;
- ▲ informatie over grondwaterchemie/-saliniteit;
- ▲ details van voorgestelde opvulmateriaalmengsels, inclusief hun vastefase- en poriewatersamenstellingen;
- ▲ resultaten van geomechanische berekeningen, zowel op het voorgestelde opvulmateriaal als op de geosfeer;
- ▲ resultaten van geomechanische tests op mogelijke opvulmateriaalmengsels; en
- ▲ gepubliceerde klimaatveranderingsmodellen.

Een serie redeneringen en daaraan gekoppelde oordelen van deskundigen over deze bewijsbronnen heeft geleid tot de vaststelling van de verwachte ontwikkeling van de projectlocatie. Deze argumenten zijn relevant voor beoordelingsberekeningen, en voor het vaststellen van de algemene rationale voor toekomstige afwegingen over het vullen van cavernes.

5.3 Integratie van de beoordeling

De laatste fase van het risicobeoordelingsproces is het samenbrengen van alle verschillende redeneringen om tot een algemene risicobeoordeling te komen. Dit is belangrijk voor de beoordeling van cavernestabilisatie, omdat verschillende redeneringen relevant zijn voor het begrijpen van de uitkomst en aan elk van deze redeneringen onzekerheden verbonden zijn.

Weliswaar biedt het scenario van de verwachte ontwikkeling inzicht in de meest waarschijnlijke ontwikkeling van het systeem, maar is het niet zeker dat dit scenario zich ook zal voordoen. De alternatieve ontwikkelingsscenario's verkennen de gevolgen van een eventuele afwijkende ontwikkeling van het systeem. De waarschijnlijkheid van optreden van elk van deze alternatieve ontwikkelingsscenario's is, kwalitatief, beoordeeld en is veel lager ingeschat dan de waarschijnlijkheid van het scenario van de verwachte ontwikkeling. Deze waarschijnlijkheden kunnen echter niet numeriek worden uitgedrukt omdat er geen eerdere ervaringen met cavernestabilisatie zijn, en omdat sommige onzekerheden van nature niet-kwantificeerbaar zijn (het is bijvoorbeeld onmogelijk over volledige kennis te beschikken van de variatie in steeneigenschappen in de volledige gesteentesequentie).

Bijlagen

Daarom moet kwantitatief en kwalitatief bewijs samen worden beoordeeld om tot een algemene risicobeoordeling te komen. De beoordelingsberekeningen dragen bij aan het kwantitatief schatten van de gevolgen van elk scenario onder bepaalde pessimistische aannames. De waarschijnlijkheid van het optreden van scenario's, onzekerheden samenhangend met de conceptuele modellen waarop de berekeningen zijn gebaseerd en onzekerheden met betrekking tot parameterwaarden, worden veel kwalitatiever beoordeeld. Door een gestructureerd proces van het integreren van de beoordelingen zijn deze kwantitatieve en kwalitatieve aspecten vervolgens bijeen gebracht, zodat duidelijk wordt welke betekenis ze hebben voor de resultaten en hoe belangrijk de resterende onzekerheden echt zijn.

Evidence Support Logic

De techniek die in deze beoordeling wordt toegepast, is "Evidence Support Logic" of ESL, die is geïmplementeerd in de door Quintessa ontwikkelde TESLA-software (Egan, 2006; Quintessa, 2011). De ESL-techniek is bedoeld ter ondersteuning van beslissers in complexe omstandigheden waarbij sprake is van meerdere bewijsbronnen en onzekerheid. De TESLA-software beschikt over functionaliteiten voor het analyseren van de resultaten, bijvoorbeeld door analyse van kwetsbaarheden, en over een hulpprogramma voor het maken van een beslisboom en beheer van het controletraject.

ESL bevat de volgende hoofdcomponenten.

Ontwikkelen van een beslisboom

Centraal in de methode staat een "beslisboom". Hierin wordt een stelling op het hoogste niveau, waarin een samenvatting wordt gegeven van de risicobeoordelingsdoelstellingen, opgedeeld in een aantal ondersteunende stellingen, die elk een samenvatting geven van een redenering. Onder aan de boom is elke ondersteunende stelling rechtstreeks gekoppeld aan oordelen over een bepaald soort bewijs. Het opdelen van de stelling op het hoogste niveau in beheersbare ondersteunende argumenten draagt ook in sterke mate bij aan vereenvoudiging en het beter beheersbaar maken van het beoordelingsproces.

Gestructureerde analyse van bewijs, inclusief waardering van de resterende onzekerheid

Beoordeling van bewijs op het laagste niveau van de beslisboom wordt systematisch en consistent uitgevoerd met behulp van gestructureerde bewijsanalyse, geschikte verwervingstechnieken voor deskundigenoordelen en zorgvuldig gekozen beoordelingscriteria voor het succes.

Daarbij is de bewijsanalyse gebaseerd op de "three-value logic". Het doel daarvan is duidelijk te maken wat bekend is, wat niet bekend is en waar sprake blijft van onzekerheid. Door eerlijk te zijn over de mate waarin het bewijs een bepaalde stelling ondersteunt en/of tegensprekt, wordt ook duidelijk in welke mate onzekerheid blijft bestaan door het ontbreken van bewijs. In bepaalde gevallen kan de bewijslast zelfs tegenstrijdig blijken en dat kan dan ook worden weergegeven.

Elk oordeel over de mate waarin het bewijs een stelling ondersteunt op het laagste niveau van de boom, wordt weergegeven op een numerieke schaal. Aan de betrouwbaarheid wordt een waarde toegekend van 0 (voor geen bewijs, en dus geen vertrouwen in de waarheid of onwaarheid van een stelling) tot 1 (voor volledig vertrouwen in de waarheid of waarheid van een stelling). Betrouwbaarheid "voor" een stelling op basis van bewijs wordt beoordeeld onafhankelijk van

Bijlagen

betrouwbaarheid “tegen” een stelling. Binnen de interface wordt het beoordeelde betrouwbaarheidsniveau in de waarheid van een stelling weergegeven door een groen veld. Het beoordeelde betrouwbaarheidsniveau in de onwaarheid van een stelling wordt weergegeven door een rood veld (zoals in de voor deze beoordeling ontwikkelde boom, die hieronder wordt beschreven en afgebeeld is in Figuur 4).

Beoordeling van algehele betrouwbaarheid

De numerieke weergaven van betrouwbaarheid op het laagste niveau van de boom worden door de boom heen doorgegeven conform logische operatoren en parameterwaarden die vooraf op basis van oordelen van deskundigen zijn gespecificeerd.

Omdat de oordelen onder aan de boom gezien het beschikbare bewijs expliciet zowel de betrouwbaarheid voor als de betrouwbaarheid tegen een redenering en daarmee de resterende onzekerheid erkennen, wordt dit ook boven aan de boom weerspiegeld. Het is dan ook mogelijk de algehele betrouwbaarheid voor (of tegen) de algehele risicobeoordelingsdoelstellingen te begrijpen. Het is ook mogelijk te begrijpen hoeveel onzekerheid resteert in de resultaten en hoe belangrijk de verschillende ondersteunende bewijsbronnen en onzekerheden zijn voor deze resultaten.

Gebruik van beslisboomresultaten

Het is belangrijk te benadrukken dat de beslisboom niet meer is dan een model. De uitkomsten ervan kunnen worden gebruikt als belangrijke input voor de resultaten van een algehele beoordeling, maar de methode neemt zelf geen beslissingen. De methode verstrekt informatie over te nemen beslissingen, waarbij mogelijk ook rekening wordt gehouden met bredere kwesties en argumenten. Bij het nemen en tonen van dergelijke beslissingen worden ook vaak andere technieken gebruikt. Zo werkt de “Bow-Tie”-methode aanvullend op de ESL-methode doordat deze helpt bij het overbrengen van de resultaten van een risicobeoordelingsproces en de mitigatieplannen die daaruit voortkomen. Het gebruik van de “Bow-Tie”-methode bij het overbrengen van beoordelingsresultaten en daaruit voortkomende plannen is een onderdeel van Fase 2 van het huidige werkprogramma.

Resultaten van het ESL-beoordelingsintegratieproces

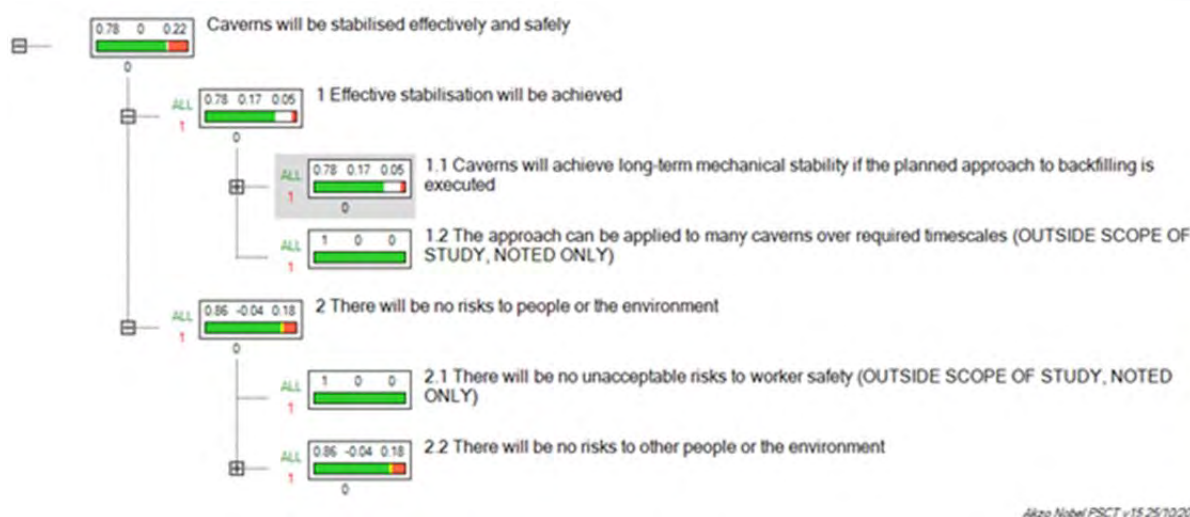
De bovenste niveaus van de boom zoals die is ontwikkeld voor Fase 1 worden getoond in Figuur 4. Hier worden alle algemene resultaten van het proces weergegeven. De volledige boomstructuur wordt weergegeven in Bijlage A. De volledige details van alle overige elementen van deze uitgebreide samenvatting zijn te vinden in Metcalfe et al. (2012). Details zoals het controletraject zijn ook vastgelegd in het ESL-model zelf, dat toegankelijk is via de TESLA-interface.

De numerieke weergaven van oordelen over elke stelling in de boom (groen- en roodgekleurd in Figuur 4) omvatten deskundigenanalyses van de hierboven beschreven bewijsbronnen. Deze omvatten oordelen over kwalitatieve en kwantitatieve gegevens, waaronder de beoordelingsberekeningen.

Voorbeelden van de gegeven oordelen zijn die welke de stelling “Er zullen zich geen risico’s voordoen voor andere mensen of het milieu” evalueren. Bepaalde redeneringen, gebaseerd op zowel kwantitatieve (output van beoordelingsberekeningen) als kwalitatieve bewijzen ondersteunen deze stelling. Meer in het bijzonder betreft een van de redeneringen de

Bijlagen

ondersteunende stelling dat “Modelvoorspellingen en andere redeneringen niet op enig risico voor kwetsbare domeinen wijzen gedurende de beoordeelde periode”. “Kwetsbare domeinen” verwijst naar de receptoren. Bij het evalueren van deze stelling is rekening gehouden met de resultaten van beoordelingsberekeningen voor verschillende scenario’s, samen met de beoordeelde waarschijnlijkheid van elk optredend scenario.



Figuur 4: Resultaten van het ESL-proces op de hoogste niveaus van de boom

In deze ondersteunende stelling werd de betrouwbaarheid beoordeeld als hoog (voornamelijk “groen”). Dat komt omdat de verwachte ontwikkeling van het systeem geen gevolgen inhoudt voor receptoren en omdat het optreden van gevolgen van sommige andere alternatieve ontwikkelingsscenario’s onwaarschijnlijk wordt geacht. Er is ook wat “rood” te zien, omdat berekeningen (voor de deelverzameling van de alternatieve ontwikkelingsscenario’s met lage waarschijnlijkheid) uitwijzen dat gevolgen kunnen optreden. Rekening houdend met de relatieve waarschijnlijkheid van de scenario’s echter, is er overtuigend bewijs dat de gevolgen acceptabel zijn.

De belangrijkste algemene uitspraken van het ESL-boomontwikkelingsproces zijn hieronder samengevat.

- ▲ Per saldo is sprake van substantieel vertrouwen ten gunste van succesvolle stabilisatie.
 - Het bewijs biedt vertrouwen dat cavernemigratie waarschijnlijk voldoende laag zal zijn om onacceptabele oppervlaktedeflectie (dat wil zeggen, aanzienlijke verzakkingen of, in het ergste geval, de vorming van sinkholes) te voorkomen.
 - Er bestaat onzekerheid of paden zullen ontstaan die de opgevulde caveerne kunnen verbinden met watervoerende lagen. Beoordelingsberekeningen wijzen echter uit dat, zelfs als dergelijke paden bestaan, de met het eventuele transport van verontreinigende stoffen gepaard gaande risico’s laag zullen zijn.
- ▲ Er is echter sprake van restrisico’s.
 - Er bestaat een deelverzameling van alternatieve ontwikkelingsscenario’s met een lage waarschijnlijkheid die, indien ze zich voordoen, op de langere termijn gevolgen kunnen hebben voor grondwaterbronnen die de drinkwaterstandaarden overschrijden.

Bijlagen

- Er bestaat een kleinere mogelijkheid dat de waargenomen verticale cavernemigratie af zal wijken van wat momenteel wordt verwacht.
- ▲ Er is vrij weinig resterende onzekerheid door het ontbreken van informatie op het hoogste niveau. Dit wijst erop dat in algemene zin de bewijslast goed is, en dat het vertrouwen schept in de degelijkheid van de beoordelingsresultaten.

Bij het ontwikkelen van de boom, het beoordelen van bewijsbronnen en de constructie van de modellen samenhangend met kwantitatieve input voor de boom is een voorzichtige benadering toegepast. Met andere woorden, daar waar op elk van deze terreinen resterende onzekerheid bestaat, neigt de beoordeling naar overschatting van de risico's. Het feit dat de beoordelingsresultaten positief zijn over het resultaat, leidt tot het oordeel, op basis van de beoordelingsresultaten, dat er overtuigend vertrouwen is in het succes van cavernestabilisatie, hoewel risico's niet zijn uitgesloten.

6 Belangrijkste risicofactoren en veiligheidscriteria

Op basis van de beoordeling is vastgesteld dat de belangrijkste risicofactoren die relevant zijn voor het resultaat in de volgende algemene categorieën kunnen worden onderverdeeld.

- ▲ Na opvulling heeft het opvulmateriaal onvoldoende mechanische sterkte of ontstaat een overblijvende lege ruimte die aanmerkelijk groter is dan gepland.
- ▲ Er is sprake van verspreidingspaden voor het transport van vloeistoffen/ verontreinigende stoffen (bijvoorbeeld door breuken of langs boorgaten), er is sprake van een voorraad verontreinigende stoffen, een drijvende kracht langs het pad, en geen aanmerkelijke vertraging van de verspreiding van verontreinigende stoffen.

Het beschikbare bewijs suggereert dat de met deze algemene categorieën geassocieerde risico's laag zijn, hoewel de hoeveelheid bewijs voor het resultaat van de opvulling nog enige onzekerheid kent.

Op basis van de beoordeling zijn veiligheidscriteria geïdentificeerd en samengevoegd tot een verzameling standaarden, die, als daaraan wordt voldaan, het vertrouwen bieden dat de bovenstaande risico's zich niet zullen voordoen.

Criteria waaraan moet worden voldaan om te garanderen dat de opvullingsmethode de doelstellingen realiseert, zijn:

- ▲ Om de vorming van een sinkhole aan de oppervlakte (of van een onacceptabele mate van algemene oppervlakte-deflectie), te voorkomen, moet de instortingszone boven een caveerne beperkt blijven tot een niveau ondieper dan 40 meter onder de basis van de steenformaties uit het Tertiair.
- ▲ Om overschrijding van de drinkwaterstandaarden in de Muschelkalk Formatie gedurende een periode van 10.000 jaar te voorkomen, moet de instortingszone boven een caveerne beperkt blijven tot een niveau ondieper dan 40 meter onder de basis van de steenformaties uit de Muschelkalk Formatie.

Criteria die "positieve factoren" weerspiegelen die, indien daaraan wordt voldaan, bijdragen aan de veiligheid, zijn:

Bijlagen

- ▲ Het ontbreken van verspreidingspaden die een opgevlude caveerne verbindt met steengroepen of andere zones die mogelijk worden geëxploiteerd als grondwaterbronnen. Dat betekent de afwezigheid van niet-afgesloten boorgaten, breuken, doordringbare steenformaties of naburige niet-gestabiliseerde cavernes, die individueel of in combinatie dergelijke verspreidingspaden vormen.
- ▲ Het ontbreken van grondwatergradiënten die water opwaarts doen bewegen.
- ▲ Het opvulmateriaal en de caveerne bevatten lage concentraties mobiele verontreinigingen (zeker niet meer dan het niveau van verontreiniging in de beoordeelde receptuur van het opvulmateriaal).

7 Algemene samenvatting van risicobeoordelingsresultaten

De algemene resultaten van de risicobeoordeling worden hieronder samengevat.

- ▲ Er is een grote mate van zekerheid over de veilige en effectieve uitvoering van het stabilisatie concept.
- ▲ Er zijn geen problemen naar voren gekomen die de haalbaarheid van het stabilisatieconcept definitief in twijfel trekken, maar er blijven onzekerheden waarnaar verder aanvullend onderzoek kan worden gedaan (bijvoorbeeld beoordeling van het daadwerkelijke opvulmateriaal, nadere hydrogeologische gegevens, enzovoort).
- ▲ Onzekerheid over de veiligheid van het stabilisatieconcept zijn gestoeld op de veronderstelling dat verontreinigingen in de vulstof in staat zijn om door te dringen tot het grondwater. Onzekerheid kan worden weggenomen door:
 - een realistische verfijning van de aannames te hanteren in de ondersteunende numerieke modellen, zoals over natuurlijke en kunstmatige systemen;
 - het vaststellen van een risicobeheersplan.
- ▲ De belangrijkste onzekerheden hebben betrekking op de verfijning van de aannames:
 - Drijvende krachten (in het bijzonder drukverschillen tussen watervoerende lagen),
 - Retardatie (vertraging) parameters (in het bijzonder sorptie coëfficiënten),
 - Het al dan niet bestaan van stroompaden;
 - De mechanische eisen en sterkte van de vulstof na aanvulling.

Door vervolgonderzoek worden de onzekerheden zoveel als mogelijk teruggebracht. Het betreft:

- ▲ Een beoordeling van retardatie (vertraging) parameters,
- ▲ Een meer gedetailleerde studie naar de hydrogeologie (drijvende krachten en stroompaden),
- ▲ De (ontwikkeling van de) receptuur van de vulstof, geotechnisch onderzoek en analyse.

Bijlagen

Verwijzingen

Duijne van H, Wildenborg T, Hendriks D, van Thienen-Visser K, Marsman A en Wollenweber J (2011). Technical risk assessment of gas oil storage in salt caverns in the Twente region based on the Second Use Containment Concept (2U-CC) [Technische risicobeoordeling van gasopslag in zoutcavernes in de regio Twente gebaseerd op het Second Use Containment Concept (2U-CC)]. Deltares Report 1203390-000.

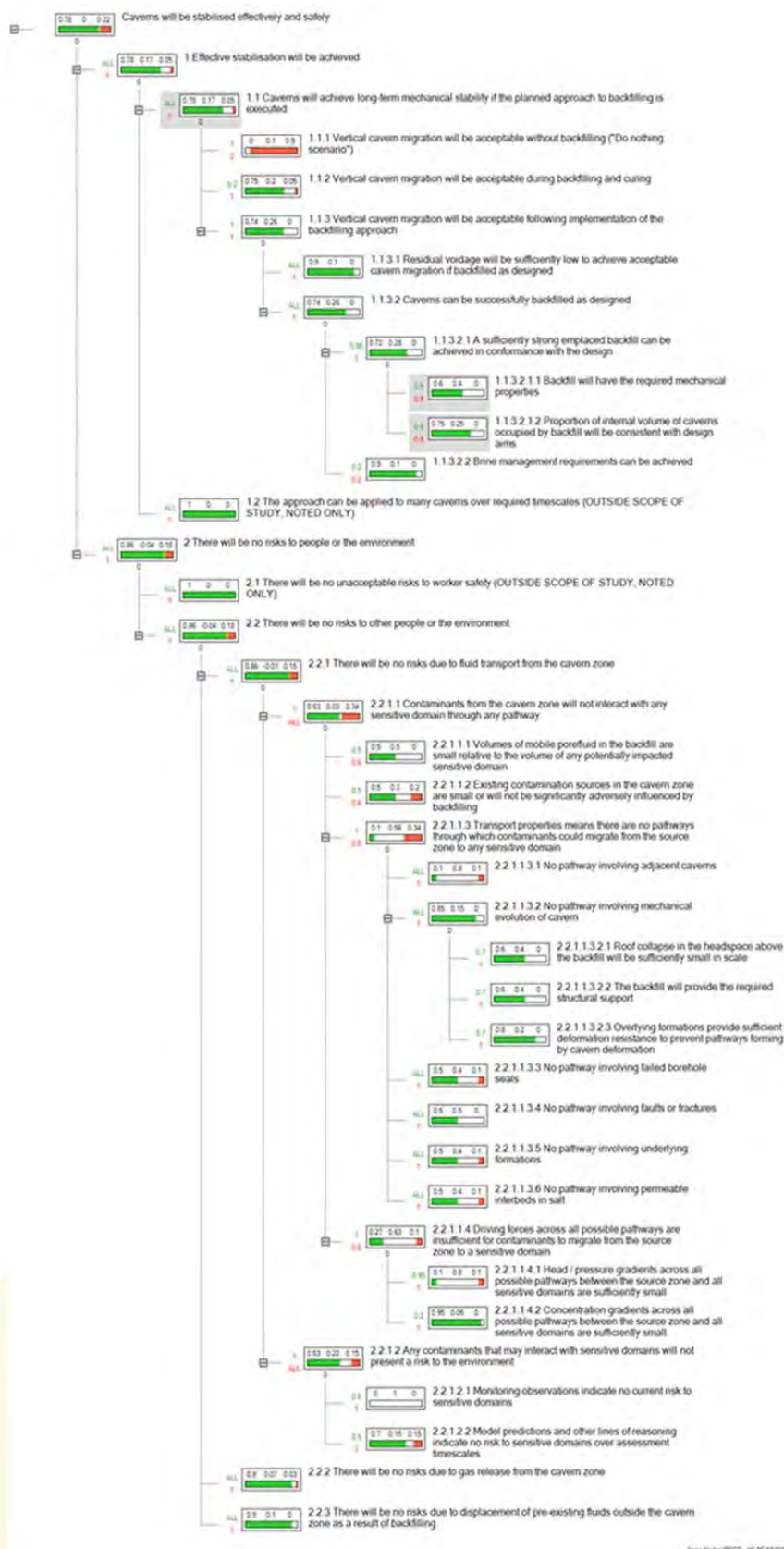
Egan MJ (2006). Evidence Support Logic: A Guide for TESLA Users, Versie 2.1. (kan worden gedownload van <http://www.quintessa.org/software/index.html>).

Metcalfe R, Paulley A, Towler G en Wilson J (2013). Gefaseerde risicobeoordeling zoutcavernestabilisatie, fase 1: Contribution to the Pilot Stabilisation Caverns Twente (PSTC) Project [Bijdrage aan het proefproject cavernestabilisatie Twente (PSTC)]. QRS-1627A-1 versie 1.0.

Quintessa (2011). User Guide for TESLA v2.1. (kan worden gedownload op <http://www.quintessa.org/software/index.html>).

Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) (2006). Guidelines for drinking-water quality [Richtlijnen voor drinkwaterkwaliteit]. Derde editie.

Bijlagen



Bijlage A: Volledige beslisboom

Figuur A-1: Volledige ESL-structuur (vertaling in bijlage B)

Bijlagen

Bijlage B: Vertalingen

Figuur 4: Resultaten van het ESL-proces op de hoogste niveaus van de boom

VERTALING:

Cavernes worden effectief en veilig opgevuld

1. Effectieve stabilisatie wordt gerealiseerd

1.1 Cavernes behalen mechanische stabiliteit voor de lange termijn als de geplande opvulmethode wordt uitgevoerd

1.2 De methode kan worden uitgevoerd voor meerdere cavernes gedurende vereiste periodes (BUITEN REIKWIJDTE ONDERZOEK, ALLEEN OPGEMERKT)

2. Er doen zich geen risico's voor voor mensen en het milieu

2.1 Er is geen sprake van onacceptabele risico's voor de veiligheid van personeel (BUITEN REIKWIJDTE ONDERZOEK, ALLEEN OPGEMERKT)

2.2 Er doen zich geen risico's voor voor andere mensen of het milieu

Bijlagen

Figuur A-1: Volledige ESL-structuur

VERTALING:

Cavernes worden effectief en veilig opgevuld

1. Effectieve stabilisatie wordt gerealiseerd

1.1 Cavernes behalen mechanische stabiliteit voor de lange termijn als de geplande opvulmethode wordt uitgevoerd

1.1.1 Verticale cavernemigratie is acceptabel zonder opvulling (“Niets doen-scenario”)

1.1.2 Verticale cavernemigratie is acceptabel tijdens opvulling en uitharding

1.1.3 Verticale cavernemigratie is acceptabel na implementatie van de opvulmethode

1.1.3.1 Residuale lege ruimte is voldoende laag om acceptabele cavernemigratie te verkrijgen als opvulmethode zoals aangewezen

1.1.3.2 Cavernes kunnen met succes worden opgevuld zoals aangewezen

1.1.3.2.1 Voldoende sterk geplaatst opvulmateriaal kan worden verkregen conform het ontwerp

1.1.3.2.1.1 Opvulmateriaal heeft de gewenste mechanische eigenschappen

1.1.3.2.1.2 Verhouding interne volume van cavernes met opvulmateriaal is consistent met ontwerpdoelstellingen

1.1.3.2.2 Vereisten ten aanzien van pekelbeheer kunnen worden gerealiseerd

1.2 De methode kan worden uitgevoerd voor meerdere cavernes gedurende vereiste periodes (BUITEN REIKWIJDTE ONDERZOEK, ALLEEN OPGEMERKT)

2. Er doen zich geen risico's voor mensen en het milieu

2.1 Er is geen sprake van onacceptabele risico's voor de veiligheid van personeel (BUITEN REIKWIJDTE ONDERZOEK, ALLEEN OPGEMERKT)

2.2 Er doen zich geen risico's voor andere mensen of het milieu

2.2.1. Er doen zich geen risico's voor ten gevolge van stromingstransport uit de cavernezone

2.2.1.1 Verontreinigende stoffen van de cavernezone komen niet in contact met kwetsbare domeinen door paden

2.2.1.1.1 Volumes mobiel porievloeistof in het opvulmateriaal zijn klein in relatie tot het volume van potentieel beïnvloede kwetsbare domeinen

2.2.1.1.2 Bestaande bronnen van verontreinigende stoffen in de cavernezone zijn klein of worden niet aanzienlijk negatief beïnvloed door opvullen

2.2.1.1.3 Transportkenmerken betekenen dat er geen paden zijn waarlangs verontreinigende stoffen kunnen migreren van de bronzone naar kwetsbare domeinen

2.2.1.1.3.1 Geen paden die betrekking hebben op naburige cavernes

2.2.1.1.3.2 Geen paden die betrekking hebben op mechanische ontwikkeling van caverne

Bijlagen

2.2.1.1.3.2.1 Instorting van het dak boven de lege ruimte boven het opvulmateriaal is voldoende beperkt in schaal

2.2.1.1.3.2.2 Het opvulmateriaal biedt de benodigde structuursteun

2.2.1.1.3.2.3 Overliggende formaties bieden voldoende deformatieweerstand om te voorkomen dat zich paden vormen door cavernedeformatie

2.2.1.1.3.3 Geen paden die betrekking hebben op falende boorgatafdichtingen

2.2.1.1.3.4 Geen paden die betrekking hebben op breuken

2.2.1.1.3.5 Geen paden die betrekking hebben op onderliggende formaties

2.2.1.1.3.6 Geen paden die betrekking hebben op doordringbare tussenlagen in zout

2.2.1.1.4 Sturende krachten langs alle mogelijke paden zijn onvoldoende voor migratie van verontreinigende stoffen van de bronzone naar een kwetsbaar domein

2.2.1.1.4.1 Hoofd/drukgradiënten langs alle mogelijke paden tussen de bronzone en alle kwetsbare domeinen zijn voldoende klein

2.2.1.1.4.2 Concentratiegradiënten langs alle mogelijke paden tussen de bronzone en alle kwetsbare domeinen zijn voldoende klein

2.2.1.2 Verontreinigende stoffen die mogelijk in contact komen met kwetsbare domeinen vormen geen milieurisico

2.2.1.2.1 Monitoringsobservaties wijzen niet op bestaande risico's voor kwetsbare domeinen

2.2.1.2.2 Modelvoorspellingen en andere redeneringen wijzen niet op risico's voor kwetsbare domeinen gedurende beoordelingstijdschema's

2.2.2 Er doet zich geen risico voor met betrekking tot het vrijkomen van gas uit de cavernezone

2.2.3 Er doen zich geen risico's voor in verband met verplaatsing van al aanwezige vloeistoffen naar buiten de cavernezone als een gevolg van opvulling.



**Royal
HaskoningDHV**
Enhancing Society Together

Bijlage 7
Geraadpleegde literatuur, onderzoeken en bronnen

Bijlagen

Literatuur

1. Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten ontheffing Flora- en faunawet ruimtelijk ingrepen, Dienst Regelingen, 2009.
2. Aanleg gastransportleiding Bornerbroek – Enschede. Projectplan ontheffingsaanvraag Flora- en faunawet. Natuurbalans – Limes Divergens BV, Nijmegen, 2004.
3. Advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport, rd 2655-45, Commissie voor de m.e.r., 4 juni 2012.
4. Afvalverwerking in Nederland: gegevens 2009, AgentschapNL, 2009.
5. Scenariodocument Pilot: Stabiliseren van oude zoutcavernes, Arcadis, 2010.
6. Archeologische verwachtingskaart, Baac, oktober 2005
7. Archeologische waarden- en verwachtingskaart met AMZ-adviezen Gemeente Hengelo, RAAP.
8. Beoordeling beschermde soorten Biomassa Elektriciteit Centrale, Enschede. Quickscan in het kader van de Flora- en faunawet, Bureau Waardenburg, 2004.
9. Besluit milieueffectrapportage, Staatsblad 2011, 102. m.e.r.
10. Broedvogelinventarisatie 2011, Boeldershoek – Hengelo/Enschede. Twentse Vogelwerkgroep, 2011.
11. De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse fauna 9. Ravon, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden. 2009.
12. De steenmarter, S. Broekhuizen, D. Klees & G. Muskens, KNNV Zeist, 2010
13. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken, W.A.M. van Emmerik & H.W. de Nie, Bilthoven, 2006.
14. De Zoogdieren van Overijssel, leefwijze en verspreiding in de periode 1970 t/m 2010, M. Douma, C.P.M. Zoon & A.D. Bode, Bedum, 2011.
15. Ecoscan afvalverwerking Boeldershoek. Royal Haskoning, Groningen. 2008
16. EU beschikking 2003/33/eg van 12 december 2002, bijlage a, PBEG 2002 I11/27
17. EU richtlijn voor milieuaansprakelijkheid, 2004/35/eg, PBEG 2004 I143/56
18. EU richtlijnen voor milieu-effectrapportage 27 juni 1985 en 27 juni 2001, 85/337EG en 2001/41, PBEG 2001 I197/30
19. Feasibility Study - Assessment of the long term capabilities of the cavern field Hengelo, Sondershausen, K-UTEC AG Salt Technologies, 2010.
20. Feasibility Study of the Salt Mines Storage Route, Appraisal of the salt mines storage route for residues from incineration (report 1) en Comparison of the salt mines storage with competing routes for MSWI residues management (report 2), Bertin Technologies, 21 december 1999.
21. Feitenkaart herijking ecologische hoofdstructuur, 4e concept, 16 juli 2012, provincie Overijssel
22. Gedragscode Flora- en faunawet voor waterschappen, Unie van Waterschappen, 2006.
23. Green Deal Verduurzaming nuttige toepassing AEC-bodemas, 7 maart 2012, Ministerie van Infrastructuur en Vereniging Afvalbedrijven
24. Het Jaarverslag monitoring reststoffen van de verbranding van afval, biomassa en zuiverings-slib 2009, Vereniging Afvalbedrijven, 2009.
25. Jaarverslag monitoring bodemsanering over 2009, VROM, mei 2010
26. LAP-2. Landelijk afvalbeheerplan 2009-2021. Naar een materiaalketenbeleid. I&M, 16 februari 2010.
27. Leidraad Natuurwetgeving WRD 2012, Waterschap Regge en Dinkel, Almelo, 2012
28. Lorenzen, H., Desk study on ground stabilisation by backfilling in the Hengelo brinefield, Den Haag, 2003.
29. Ministerie van Infrastructuur & Milieu, Meer waarde uit afval, Den Haag 2011.
30. Omgevingsvisie Overijssel, provincie Overijssel, 2009
31. Omgevingsvisie Overijssel, Visie op de ondergrond, provincie Overijssel, 2009
32. Onderzoek naar de kansrijkheid van drie mogelijke vulstoffen voor zoutcavernes, Tauw, december 2007
33. Potentiële grondstoffen voor een vulstof ter bevordering van de stabilisatie van de zoutcavernes in Twente, Andrina Drost (stageverslag vanuit TuD bij Akzonobel), 15 september 2011.
34. Potentiële vulstoffen voor zoutcavernes Boorterrein Akzo Nobel Hengelo, Tauw, april 2007
35. Projectplan Beken Boeldershoek, Waterschap Regge en Dinkel, januari 2012

Bijlagen

36. Scenariodocument Pilot stabiliseren van oude zoutcavernes, Arcadis, in opdracht van AkzoNobel Industrial Chemicals B.V., 31 mei 2010.
37. Stabilisation of abandoned salt mines in North West England, IAEG2006 Paper number 781 door T.G. Brooks, N.J. O'Riordan, J.F. Bird, R. Stirling en D. Billington, The Geological Society of London 2006.
38. Stuurgroep Bodemdaling door zoutwinning Twente, Resultaten uitvoeringsfase, januari 2008, W0916-20.001.
39. Substantial aspects of the recycling of industrial wastes as backfilling material in salt mines, 20th world mining congress 2005, Teheran, Iran, door Heiner Marx, Dittmar Lack en Wolfgang Krauke van K-UTEC GmbH Duitsland.
40. Verwerkingsmogelijkheden AVI-vliegas en rookgasreinigingsresidu, Tauw, november 2008
41. Vleermuisprotocol 2011, Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdierverseniging & Gegevensautoriteit Natuur, 2011.
42. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. Biologie • Kenmerken • Bedreigingen, C. Dietz, O. von Helversen & D. Nill (vertaald), Utrecht, 2011.
43. Zwischenbericht - Entwicklung einer primären Rezeptur auf Basis von Abfällen der AVI und BEC Twente für das Pilotprojekt hydromechanischer Versatz im Kavernenfeld Hengelo - "BMC-Development, Workload 1", Sondershausen, K-UTEC AG Salt Technologies, 2011.

Onderzoeken

1. Aanvullend (ecologisch) onderzoek Boeldershoek, Eelerwoude, 2012
2. Akoestisch onderzoek behorende bij de MER voor het project "Pilot Stabilisatie Cavernes Twente", Referentie 20121602-03, Cauberg-Huygen, 8 maart 2013
3. Geur- en luchtkwaliteit onderzoek t.b.v. Pilot Stabilisatie Cavernes Twente (locatie Boeldershoek), rapport ANIC12A2, PRA Odournet, april 2013
4. Luchtkwaliteit onderzoek locatie Boeldershoek t.b.v. vergunningaanvraag, rapportnummer TWEN06F8, PRA Odournet bv, augustus 2008
5. Luchtkwaliteit onderzoek bestemmingsplan Boeldershoek, rapport TWEN09F1, PRAOdournet bv, 14 augustus 2009
6. Quickscan natuurtoets Boeldershoek, Eelerwoude, 2011
7. Staged Risk Assessment of Salt Cavern Stabilisation, Phase 1, Client: AkzoNobel, Document QRS-1627A-1, Draft 0.3, Quintessa, January 2013

Websites

- www.synbiosys.alterra.nl
- www.geologievannederland.nl
- www.lap2.nl
- www.nlog.nl
- www.overijssel.nl/thema's/cultuur/erfgoed-musea/cultureel-erfgoed/industrieel/cultuurhistorische
- www.belastingdienst.nl/zakelijk/belastingen_milieugrondslag/belastingen_milieugrondslag-31.html#P345_34210
- www.overijssel.nl – omgevingsvisie
- www.waarneming.nl – waarnemingen
- www.telmee.nl – waarnemingen
- www.ravon.nl – soortinfo
- www.sovon.nl – soortinfo

Overig

Provincie Overijssel – data flora en broedvogels