

Informatiebladen opslag

Voorwoord, disclaimer

1. **Beschrijving**
 - a. **Algemeen**
 - b. **Opslagruimten in de diepe ondergrond**
 - c. **Overzicht opslagruimte in diepe ondergrond**
 - d. **Soorten opslag en buffering**

2. **Potentieel in Nederland**
 - a. **Vergunningen en locaties**
 - b. **Geotechnische randvoorwaarden**
 - c. **Diepte**
 - d. **Verbreiding**

3. **Proces**
 - a. **Fasering en vergunningen**
 - b. **Keten CO₂ opslag**
 - c. **Keten aardgasbuffering**
 - d. **Keten stikstofbuffering**
 - e. **Keten perslucht opslag**
 - f. **Keten gasolie-opslag**

4. **Ruimtegebruik en infrastructuur**
 - a. **Algemeen**
 - b. **CO₂ afvanglocaties en injectielocaties**
 - c. **Gasbufferinglocaties**
 - d. **Bufferinglocaties industriële gassen en perslucht**
 - e. **Opslaglocatie gasolie**

5. **Effecten**
 - a. **Bodemdaling/stijging**
 - b. **Bodemtrillingen**
 - c. **Milieu**

6. **Andere activiteiten**
 - a. **Competitie en synergie**
 - b. **Herbenutting**

Voorwoord, disclaimer

Deze informatiebladen zijn gemaakt ter ondersteuning van het kaartmateriaal dat in het kader van de projecten VRODO (Vorbereiding Ruimtelijke Ordening Diepe Ondergrond) en STRONG (Structuurvisie Ondergrond) aan de provincies en gemeenten is opgeleverd. Het betreft concepten die nog in bewerking zijn en het is daarom nadrukkelijk niet de bedoeling om deze informatie buiten het kader van STRONG te gebruiken.

De informatiebladen geven een algemeen overzicht van de activiteiten die in de diepe ondergrond mogelijk zijn en van de infrastructuur en mogelijke effecten die samenhangen met het gebruik van de diepe ondergrond. Specifieke technologische details omtrent de installaties, gebruikte technieken en stoffen, etc. zullen uit andere, daar toe geëigende bronnen moeten worden gehaald. TNO is niet aansprakelijk voor eventuele fouten en onvolkomenheden in dit overzicht.

De documenten zijn nog in bewerking maar geven voorlopig voldoende informatie voor het evalueren van de kaarten binnen VRODO. Hieronder volgt een aantal kanttekeningen ten aanzien van de geleverde informatie:

-De informatie is niet volledig. Er zullen, waar dat mogelijk is en het binnen de scope van het project past, nog aanvullingen en verbeteringen volgen.

-De documenten omvatten algemene kentallen en beschrijvingen die van de werkelijke situatie kunnen afwijken. TNO is niet aansprakelijk waar het deze afwijkingen betreft.

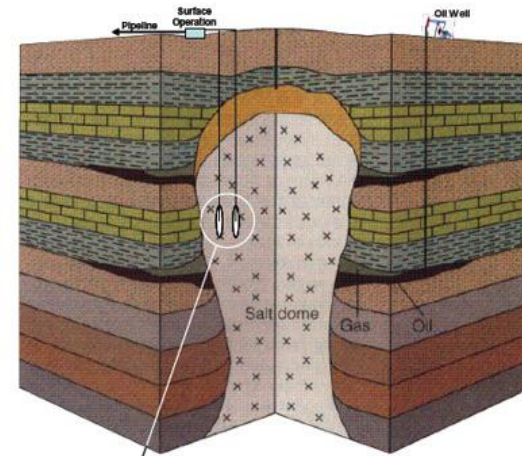
-De meeste figuren zijn louter ter illustratie weergegeven en nu nog afkomstig van diverse bronnen. M.n. bij schematische overzichten wordt vaak een verkeerde indruk van de schaal/omvang gegeven, bijvoorbeeld betreft de diepte waarop activiteiten plaatsvinden. Deze figuren zullen later waar mogelijk worden vervangen door eigen TNO-illustraties die een betere indruk van schaal en omvang geven.

Not to Scale

Diverse ruimten in de diepe ondergrond zijn geschikt voor de opslag van stoffen (gassen, vloeistoffen, vaste stoffen). Deze ruimten zijn aanwezig in gesteenteporiën (olie/gasvelden, aquifers) of holle ruimten (zoutcavernes, holtes in kleilagen).

Bij opslag wordt onderscheid gemaakt tussen permanente opslag (bijvoorbeeld CO₂, formatiewater, etc.) en tijdelijk (zgn. buffering) van stoffen (aardgas, gasolie, industriële gassen, etc.).

Injectiviteit, opslagvolume en integriteit van de opslagruimte en het afsluitende pakket zijn de belangrijkste geotechnische parameters voor ondergrondse opslag. In de volgende pagina's worden deze aspecten verder behandeld.

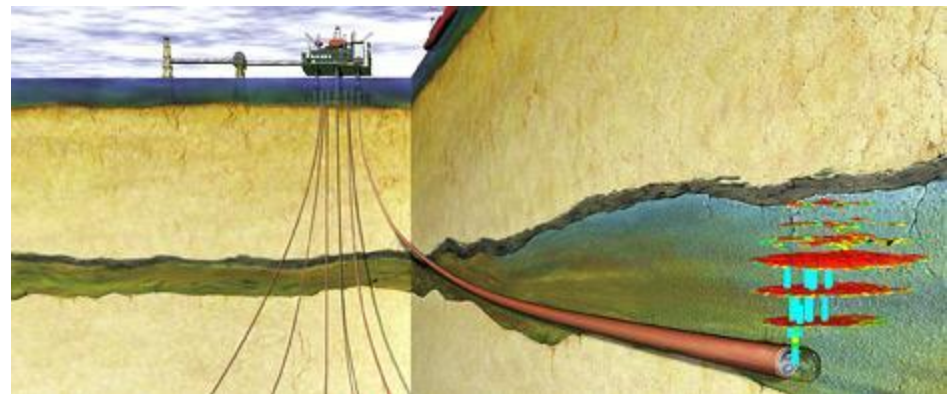


Salt Dome Caverns

Schematische 3D weergave van een zoutpijler/structuur met cavernes (bron: www.geostockus.com)



Schematische 3D weergave van opslag in olie/gasveld (bron: www.practicapro.co.uk)



Schematische 3D weergave van opslag in een aquifer (bron: www.energy-pedia.com)

1b) Opslagruimten in de diepe ondergrond

Opslag vindt plaats in natuurlijk aanwezige ruimten in de ondergrond (de poriën van een gesteente) of ruimten die specifiek voor de opslag zijn aangelegd (cavernes). In de Nederlandse ondergrond komen m.n. de volgende lagen en structuren in aanmerking voor opslag:

- 1) Olie- of gasvelden:** Deze structuren zijn zowel geografisch als in diepte afgebakend en hebben reeds bewezen dat ze voor lange tijd (geologische tijdschaal van miljoenen jaren) stoffen kunnen vasthouden. De opslagcapaciteit zit in de porieruimte van het gesteente en is equivalent aan het gewonnen olie- of gasvolume. Met name gasvelden hebben vaak een grote opslagcapaciteit (oplopend tot meerdere miljarden kubieke meters gasinhoud).
- 2) Aquifers:** Betreft m.n. poreuze en goed doorlatende, watergevulde zandsteenlagen maar mogelijk ook kalksteenlagen met bijv. karstholttes): Net als bij olie- en gasvelden is de opslagcapaciteit hier aanwezig in de gesteenteporiën. Bij aquifers is de opslagcapaciteit per eenheid gesteentevolume laag omdat er geen ruimte is gecreëerd door bijvoorbeeld gaswinning. Aquifers hebben echter een grote geografische uitgestrektheid waardoor het volume toch significant kan zijn. Aquifers zijn veel minder intensief bestudeerd dan gas- en olievelden waardoor op dit moment veel minder gegevens en kennis over de opslagmogelijkheden aanwezig zijn. Omdat Nederland veel gasvelden heeft, genieten deze vooralsnog de voorkeur voor opslag en buffering.
- 3) Zoutcavernes:** Dit zijn grote, met pekkel gevulde holttes die ontstaan door de uitloging van zout (zie factsheet zoutwinning). Door de pekkel uit de caverne te pompen ontstaat een holle opslagruimte. Zoutcavernes zijn met name geschikt voor doeleinden die een grote injectie en productiecapaciteit vereisen en/of volstaan met een beperkt volume (cavernes zijn in principe veel kleiner dan gasvelden, tot ca. 1 miljoen m³ inhoud).
- 4) Kleilagen:** Kleilagen zijn in veel gevallen (afhankelijk van hun precieze samenstelling en breuken) eveneens een goed afsluitend gesteente. Voor opslag moeten hierin echter speciaal holttes in worden aangelegd. Opslagruimte in kleilagen zal daarom naar verwachting een beperkter volume leveren dan in gasvelden en zoutcavernes.

1c) Overzicht opslagruimte in diepe ondergrond

	Ruimte ontstaan door winning?	Aard van de ruimte	Kennis omtrent integriteit afsluiting?	Geografische omvang (doorsnede)	Volume	Injectiviteit/productiviteit	Voor welke stoffen geschikt**
Gasvelden	ja	poriën	goed	enkele km's	miljarden m3	afhankelijk van gesteente	gas, vloeistof
Olievelden	ja	poriën	goed	enkele km's	meestal beperkt	afhankelijk van gesteente	gas, vloeistof
Aquifers	nee*	poriën	beperkt	tientallen km's	miljoenen tot miljarden m3	afhankelijk van gesteente	gas, vloeistof
Zoutcavernes	ja	holte	goed	minder dan ~100 a 200m	0,1 – 1 mln m3	zeer hoog	gas, vloeistof, vast
Kleilagen	nee	holte	beperkt	minder dan 100m	gering	zeer hoog	gas, vloeistof, vast

* Er kan wel water worden weggepompt, maar winning is dan niet het oogmerk

** Er is nog onderscheid tussen verschillende gassen die andere eisen stellen aan opslagruimte (bijv. waterstofgas)

Beschrijving

1d) Soorten opslag en buffering

Permanent

Opslag van CO₂. In Nederland hebben gasvelden de voorkeur vanwege de aangetoonde integriteit voor aardgas en het beschikbare opslagvolume. Aquifers zijn ook kandidaten maar daarover zijn vooral nog veel minder gegevens bekend.

Opslag van formatiewater. er wordt formatiewater opgeslagen in gasvelden (water dat meekomt met de productie van olie of gas). Hier heeft een leeg veld de voorkeur omdat dat makkelijk injecteert. Daarnaast is er in twee gevallen opslag van filtraatresidu (residu dat ontstaat bij drinkwaterbereiding uit brak water) in aquifers op geringe diepte

Opslag van afvalstoffen en radioactief materiaal. Hier wordt in Nederland nog onderzoek naar verricht. In Twente vindt een pilot plaats voor opslag van afval in zoutcavernes om daarmee de cavernes te stabiliseren. In België wordt de opslag van radioactief materiaal in kleilagen onderzocht.

Tijdelijk

Aardgasbuffering. Een aantal gasvelden en zoutcavernes wordt momenteel benut voor aardgasbuffering. In het algemeen zijn gasvelden vanwege hun grote volume geschikt om de seizoensvariatie in de behoefte aan aardgas te accommoderen. Zoutcavernes zijn daarentegen door de hoge leveringscapaciteit met name geschikt om de piekvraag op te vangen. Voor buffering moet een zekere hoeveelheid kussengas (tot 50-75%) worden geïnjecteerd om voldoende druk in de opslagruimte te houden voor productie.

Buffering van industriële gassen. Met name stikstof en waterstof, maar ook CO₂ (voor glastuinbouw) zijn gassen die ook ondergronds kunnen worden opgeslagen. Vanwege het beoogde opslagvolume komen met name zoutcavernes in aanmerking.

Buffering van perslucht. Bij de opslag van perslucht gaat het in feite om energiebuffering in de vorm van druk. Hiervoor komen met name cavernes in aanmerking vanwege hun goede injectiviteit en het beperkte volume

Buffering van gasolie. Zoutcavernes zijn mogelijk geschikt voor de strategische opslag van gasolie (diesel).

Buffering van warmte in de vorm van hoog temperatuur water. Hiervoor komen in eerste instantie aquiferlagen in de bovenste paar honderd meter in aanmerking

2a) Vergunningen en locaties

In Nederland worden al sinds enkele decennia stoffen opgeslagen en gebufferd. Hieronder volgt een overzicht van bestaande en aangevraagde opslagvergunningen binnen de Mijnbouwwet met hun status en toepassing (n.b. voor opslag van formatiewater is geen opslagvergunning nodig)

- 1) **Grijpskerk:** verleend, aardgasbuffering in gasveld
- 2) **Norg:** verleend, aardgasbuffering in gasveld
- 3) **Alkmaar:** verleend, aardgasbuffering in gasveld
- 4) **Bergermeer:** verleend, aardgasbuffering in gasveld
- 5) **Zuidwending:** verleend, aardgasbuffering in zoutcavernes
- 6) **Winschoten:** verleend, stikstofbuffering in zoutcaverne
- 7) **Noordburgum:** verleend, opslag zoutwater (filtraatresidu) in aquifer
- 8) **Twente-Rijn Marssteden:** verleend, opslag gasolie in zoutcavernes
- 9) **Waalwijk-Noord:** aangevraagd, aardgasbuffering in gasveld
- 10) **Ridderkerk:** aangevraagd, opslag zoutwater (filtraatresidu) in aquifer
- 11) **Zevenbergen:** aangevraagd, opslag zoutwater (filtraatresidu) in aquifer
- 12) **P18-4:** aangevraagd, opslag CO₂ in gasveld
- 13) **Diverse locaties:** opslag formatiewater in gasvelden

★ Veld (deels) gebruikt voor opslag formatiewater

■ Vergunning opslag

▨ Vergunning opslag aangevraagd



Harde geologische randvoorwaarden

Stabiele en afgesloten ruimte: Vermogen om de stof in kwestie langdurig en veilig op te slaan (integere afsluiting).

Diepte: Voor een aantal stoffen is diepte een belangrijk criterium omwille van de druk die nodig is (bijv. CO₂, aardgas).

Gesteentesamenstelling en aanwezigheid **(rest)stoffen** in de opslagruimte. Deze moeten goed samengaan met de stof die wordt opgeslagen.

Andere technische en economische wegingsfactoren

Doorlatendheid: Dit bepaalt in belangrijke mate de injectiviteit en productiviteit van een opslag. Sommige vormen van opslag en buffering zijn niet economisch realiseerbaar indien het gesteente een lage doorlatendheid heeft.

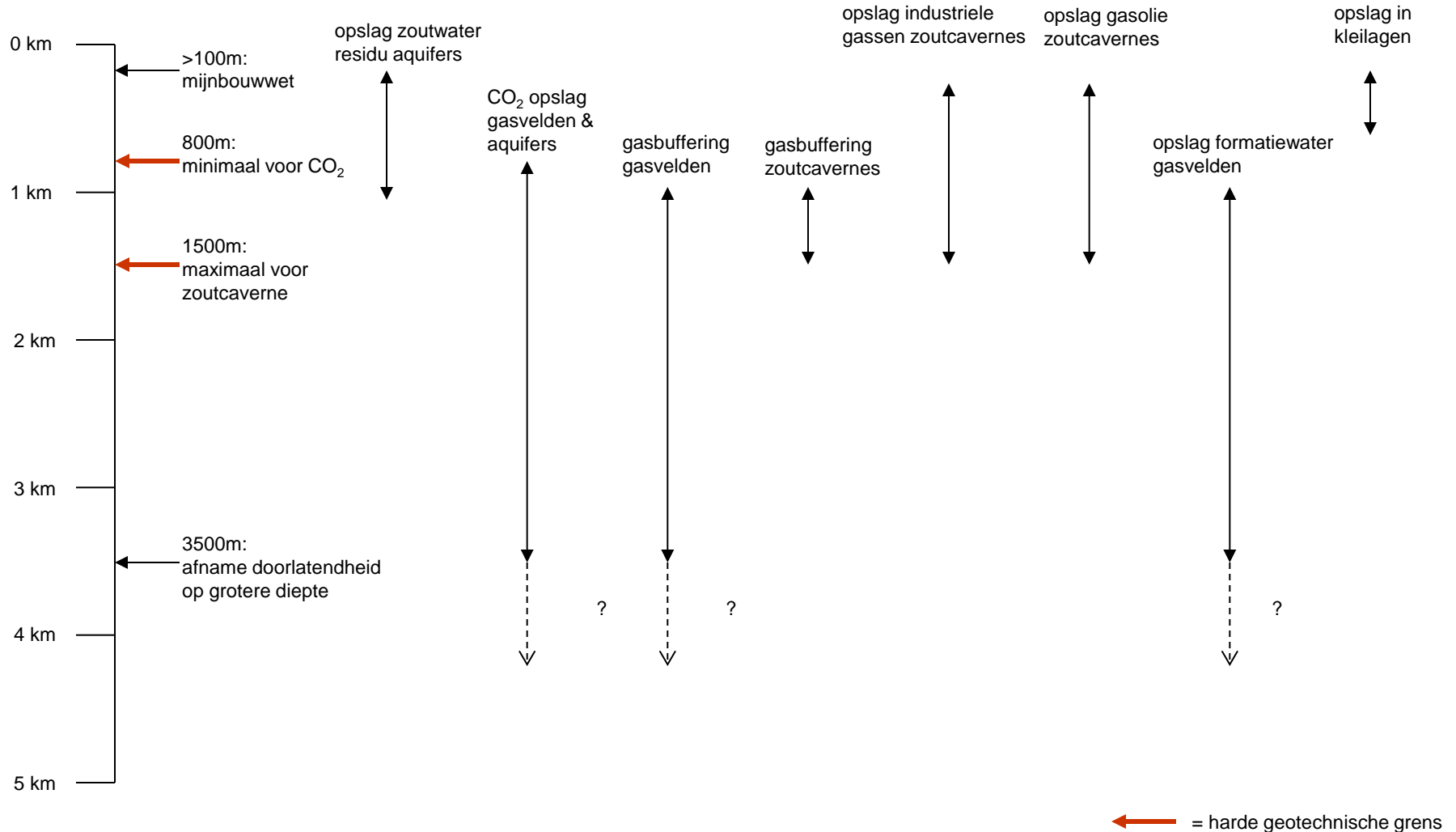
Volume (bepaald door de omvang van de structuur en mogelijkheid om druk op te voeren). Sommige toepassingen vragen een groot volume (bijv. CO₂) andere juist weer minder (bijvoorbeeld gasbuffering omwille van de hoeveelheid te injecteren kussengas).

Gevoeligheid bevingen. Opslag kan, net als winning, leiden tot geïnduceerde bevingen. Het risico hiervan dient te worden vastgesteld.

Afstand tot bron/afnemer. Factor die door economie wordt gestuurd. Bij opslag in gasvelden en zoutcavernes is er in geotechnische zin beperkte flexibiliteit met betrekking tot de injectielocatie (beperkingen scheefboren).

2c) Diepte

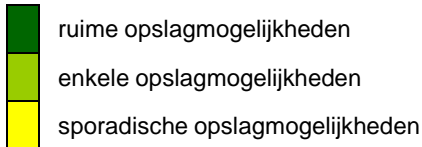
Opslag kan in principe plaatsvinden binnen een groot dieptebereik. Een aantal ruimten en stoffen zijn echter gebonden aan randvoorwaarden en voor sommige opslagen is er een zekere voorkeur voor een bepaald dieptebereik. Het onderstaande schema geeft een globaal overzicht:



2d) Verbreiding

Opslag in gasvelden en zoutcavernes is gebonden aan een aantal plaatsen in Nederland. Het onderstaande overzicht geeft aan waar kansen voor opslag in gasvelden en zoutcavernes bestaan. De daadwerkelijke geschiktheid zal in meer gedetailleerde studies moeten worden bepaald (met detailmodellen en specifieke projectparameters). Aquifers zijn in vrijwel heel Nederland aanwezig maar zullen niet overal de juiste eigenschappen hebben voor opslag. Een overzicht van de opslagmogelijkheden in aquifers wordt hier niet weergegeven.

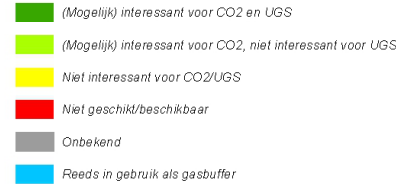
V = opslag in velden
 C = opslag in cavernes
 CV = opslag in beide



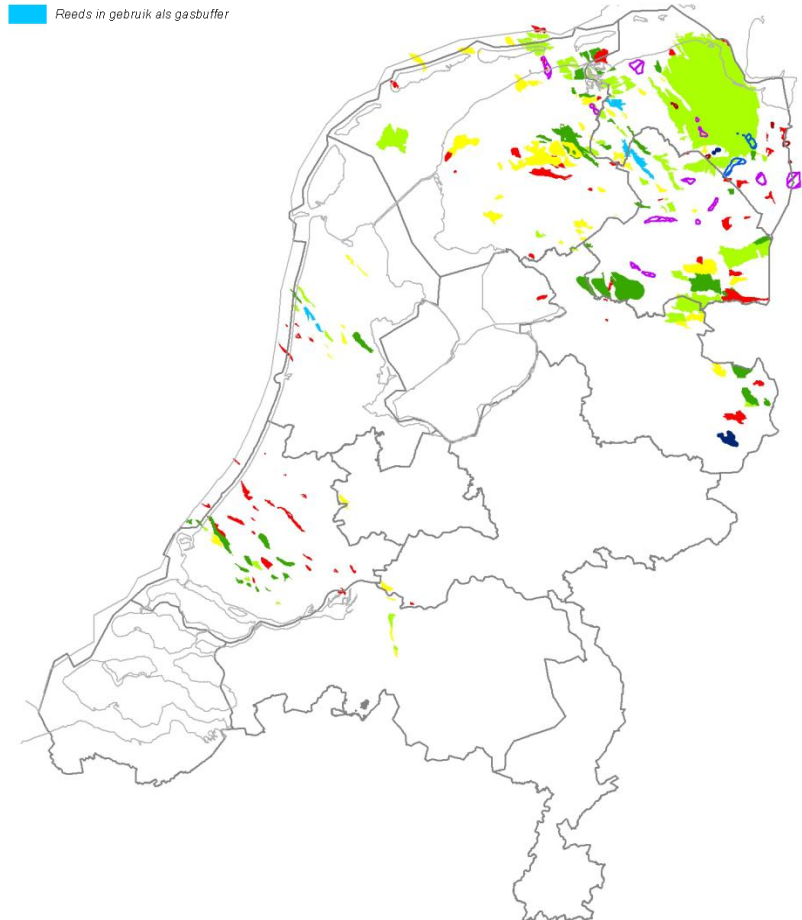
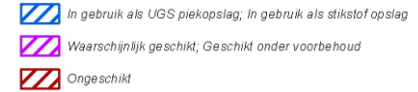
	Friesland	Groningen	Drenthe	Overijssel	Noord-Holland	Flevoland	Utrecht	Gelderland	Zuid-holland	Zeeland	Noord-Brabant	Limburg
Etage 7: Tertiaire groepen												
Etage 6: Chalk Groep												
Etage 5: Rijnland Groep	V		V	V					V			
Etage 4: Jura Groepen								V	V			
Etage 3: Trias Groepen	C V	C V	C V	C V	V			C V	V		V	
Etage 2: Zechstein Groep	C	C	C	C				C				
Etage 1: Rotliegend Groep	V	V	V									
Etage 0: Carboon	V	V	V	V								

Verbreiding van opslagmogelijkheden op land

Overzicht opslagmogelijkheden



Mogelijk geschikte zoutstructuren voor opslag



Verdeling van opslagmogelijkheden in gasvelden en zoutcavernes

3a) Fasering en vereiste vergunningen

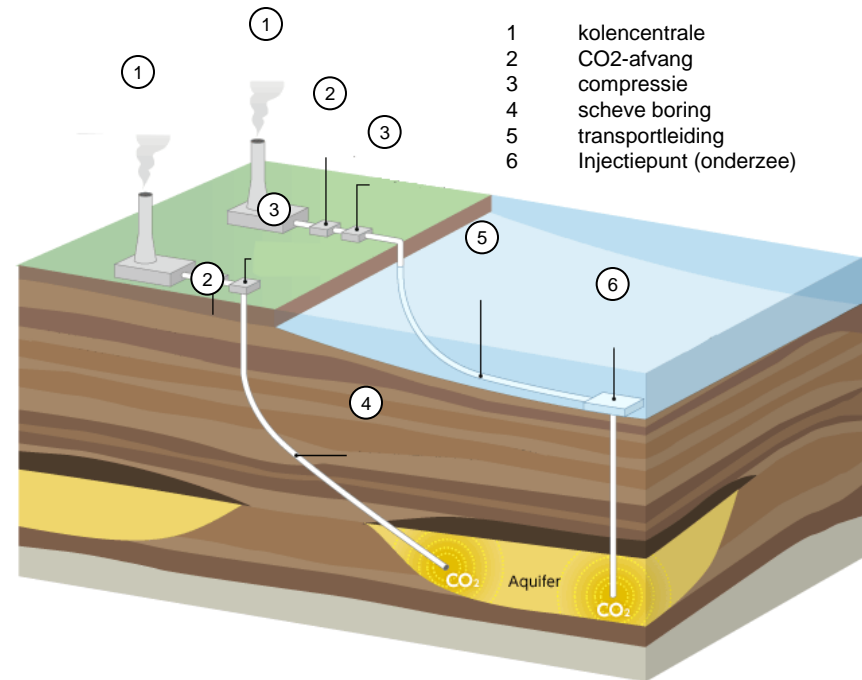
Fase	Activiteiten	Vergunningen, regelingen
Locatiekeuze	Vooronderzoek, evaluatie opslagruimte, aanvraag opslagvergunning (vereist)	Opslagvergunning
	Seismisch verkenningsonderzoek (optioneel)	Gemeentelijke wet- en regelgeving
	Proefboring(en), metingen, testen (optioneel)	Omgevingsvergunningen, BARMM-melding
Vorbereiding, planning	Ontwikkelplan voor de opslag. (vereist)	Opslagsplan (bij CO2 is het opslagplan in de opslagvergunning opgenomen), (plan)Mer
	Aanleg opslagfaciliteiten: injectielocaties, scheidingsstations injectieboringen, etc.. (vereist)	Omgevingsvergunningen, BARMM-melding
Opslag	Opslag / buffering	Omgevingsvergunningen
Afsluiting	Verwijderen van infrastructuur, dichten van putten, afsluiten cavernes, gebiedsrenovatie. (vereist indien er geen verdere benutting is)	Sluitingsplan, voor CO2 zijn aanvullende eisen bij het sluiten cq. verlaten van de opslagfaciliteit

3b) Keten CO₂ opslag

CO₂ opslag omvat een keten tussen de bron (bijvoorbeeld kolencentrale) en de opslagruimte (gasveld, aquifer):

- CO₂ afvanginstallatie
- CO₂ compressiefaciliteit
- Transportleiding
- Injectielocatie

De afvang en compressie zullen bij voorkeur worden gerealiseerd bij de kolencentrale zelf. De injectielocatie bevindt zich op zee of op land binnen een straal van enkele kilometers (2-3) van het veld.



Voorbeeld van een CO₂ opslagketen. (bron: Japex)

3c) Keten gasbuffering

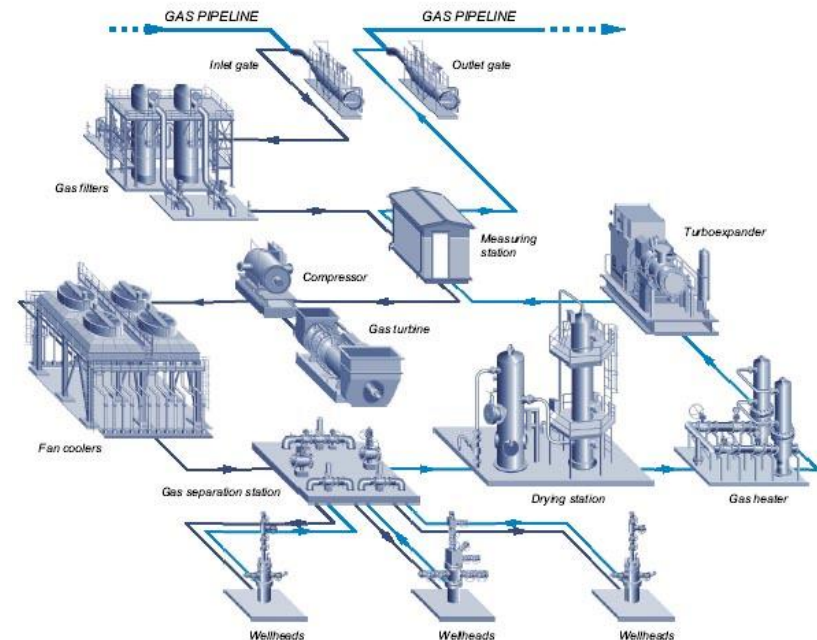
Gasbuffering omvat een zeer uitgebreide faciliteit die zich op één locatie binnen een straal van enkele kilometers van de opslagruimte (gasveld, zoutcaverne) bevindt. Op het terrein bevinden zich o.a. de volgende elementen:

- Productie/injectieputten.
- Gasbehandelingsfaciliteiten (gassamenstelling)
- Compressiefaciliteiten.

De installaties zijn aangesloten op het hoofdgastransportnetwerk.



Grijpskerk seizoenale gasbuffering faciliteit (bron: opslagplan Grijpskerk, NAM 2003)



Voorbeeld van een gasbuffering keten. (bron: www.abb.com)

Proces

3d) Keten stikstofbuffering

Het figuur rechts geeft een voorbeeld van een stikstofbuffering keten bij Winschoten/Heiligerlee. Deze omvat:

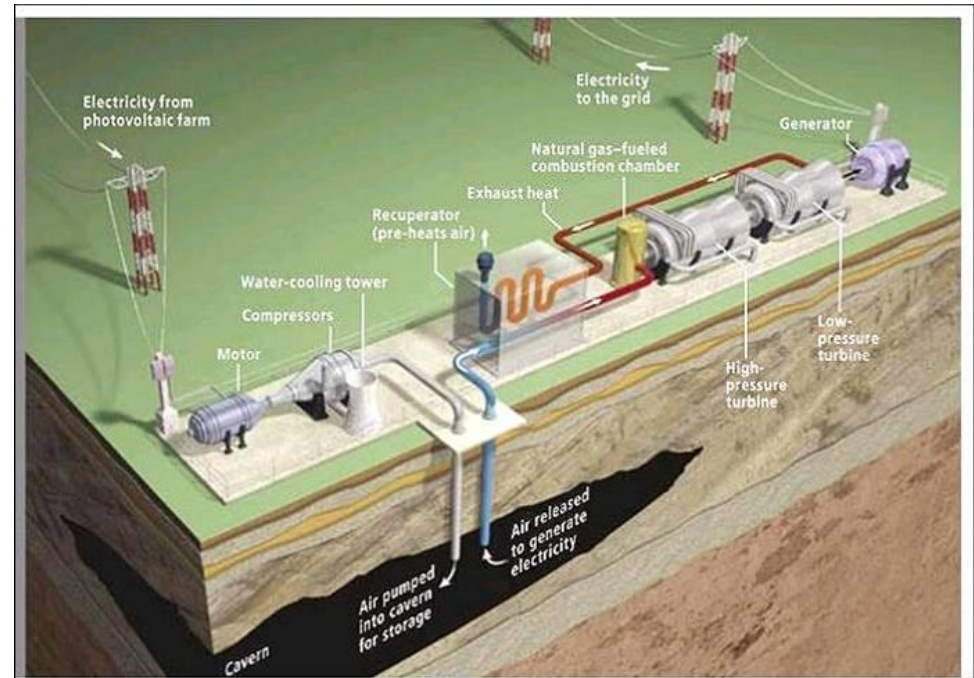
- Luchtscheidingsinstallatie voor afvang stikstof.
- Mengstation (aardgas)
- Verbindende transportleidingen
- Compressiefaciliteiten, gasturbines.
- Injectie/productieputten

De luchtscheidingsinstallatie en het mengstation bevinden zich samen op één locatie. De injectie- en productielocatie bevindt zich elders boven de zoutcaverne(s).



Overzicht ligging faciliteiten voor afvang en opslag stikstof bij Heiligerlee/Zuidbroek
(bron: heiligerlee.gasunie.nl)

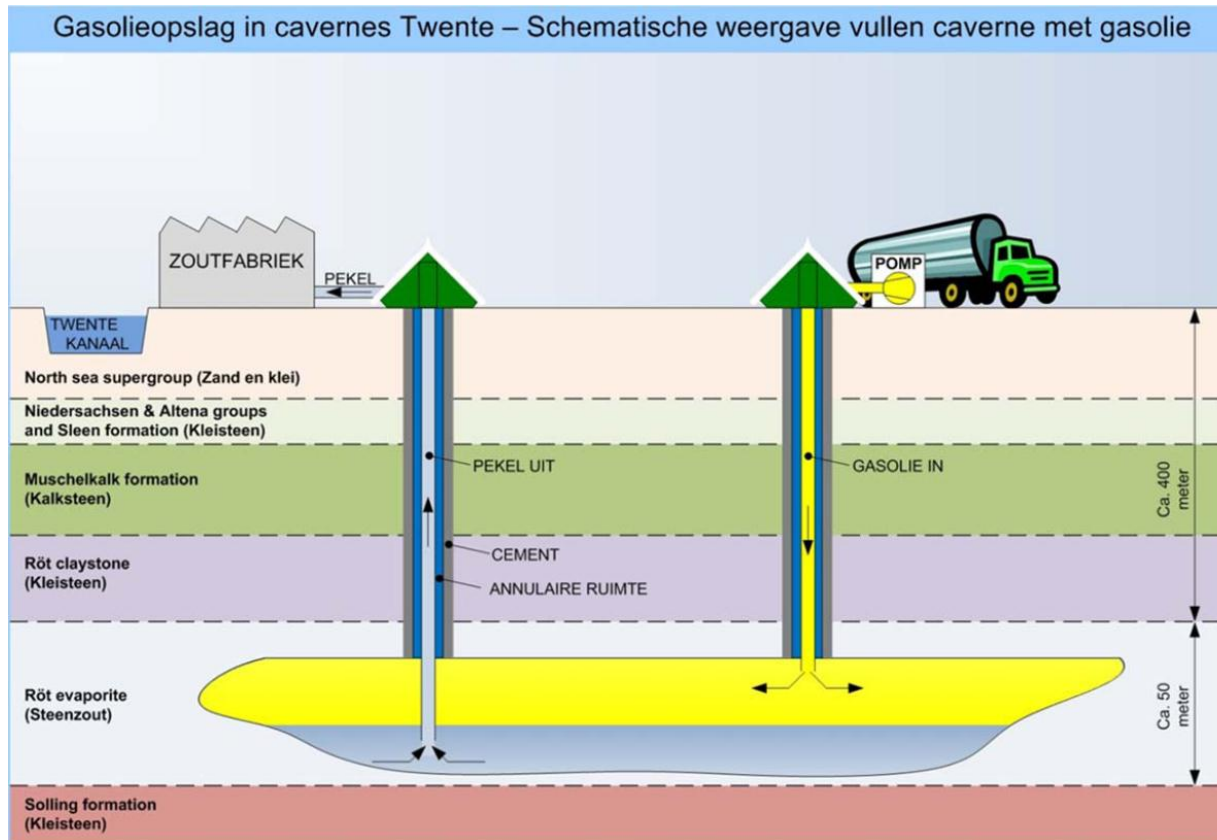
De persluchtopslagketen omvat compressoren die m.b.v. (overtollige) elektriciteit lucht comprimeren in een ondergrondse opslag en een aantal turbines die de opgeslagen luchtdruk later weer kunnen omzetten in elektriciteit. De installaties staan op één locatie boven een zoutcaverne (bij voorkeur binnen een straal van 1 km). De installatie is aangesloten op het elektriciteitsnet voor het terugleveren van de geproduceerde elektriciteit.



Schematisch overzicht van een perslucht opslaglocatie (bron: climatetechwiki.org)

3f) Keten gasolie-opslag

Ondergrondse opslag van gasolie zelf betreft een beperkte keten. Injectie/productie van de gasolie vindt plaats bij een (bestaand) zouthuisje (boven de zoutcaverne). Hier wordt een milieucontainer aangelegd. Bij een andere productielocatie die aangesloten is op dezelfde caverne wordt de pekkel weggepompt waarmee de ruimte voor de opslag wordt gerealiseerd. De gasolie wordt met tankwagens vervoerd. Voor het wegpompen van de pekkel is overigens nog wel een verbinding met een zoutverwerkingsfabriek nodig



Overzicht van keten gasolie-opslag (bron: AkzoNobel)

4a) Algemeen

Al naar gelang de aard en omvang van de opslag en de gebruikte inrichting zal de intensiteit en soort van emissies en risico's voor de leefomgeving variëren. Binnen de omgevingsvergunning van de inrichting, en de handhaving daarop, wordt met deze factoren voldoende rekening gehouden, en limieten opgelegd, zodat de risico's op overlast voor de omgeving tot een aanvaardbaar minimum worden beperkt.

Voor de Noordzee is er een integraal beheersplan (IBN 2015) opgesteld. Buiten de 12-mijls zone geldt dat daar waar er geboord wordt binnen gevoelige gebieden is er een MER vereist. Buiten deze gevoelige gebieden is een BARMM-melding afdoende

Ruimtegebruik en infrastructuur

4b) CO₂ afvanglocaties en injectielocaties

CO₂ afvang installaties zijn vrij omvangrijk zullen doorgaans op het terrein van de CO₂ bron (bijv. kolencentrales) komen te staan en leiden daardoor niet tot beduidend meer ruimtebeslag of geluidshinder.

De injectielocaties liggen in een straal van 2 a 3 km rond het gasveld. De omvang is meestal beperkt en komt overeen met een aardgas productielocatie/satelliet op land (1 a 2 hectare met lage bebouwing/buizen). Op zee vindt injectie plaats op (grotere) platforms.



Voorbeeld van een CO₂ afvang bij een electriciteitscentrale (bron: jouleblog.files.wordpress.com)



Sleipner gasbehandelingsfaciliteit (Noorwegen, offshore) waar CO₂ wordt opgeslagen (Foto: Øyvind Hagen/Statoil)



Voorbeeld van een CO₂ verzamel en injectielocatie (bron: ior.senergyltd.com)

Ruimtegebruik en infrastructuur

4c) Gasbufferinglocaties

Gasbufferinglocaties hebben een grote omvang met veel grote gebouwen en installaties. Ze liggen doorgaans binnen een straal van 2 a 3 km van een gasveld of boven een zoutcaverneveld. In het geval van bovengrondse ruimtelijke beperkingen kan de afstand tussen het injectiepunt en de faciliteit groter zijn en onderling verbonden worden via transportleidingen.

Grijpskerk en Norg zijn twee grote bufferlocaties met een oppervlakte van ca. één vierkante kilometer. Zuidwending is een kleinere piekbuffer boven een zoutcaverne en heeft een omvang van enkele hectaren.



09-05-2001 NORG-ONDERGR. GASOPSLAG

Norg seizoensale gasbuffering faciliteit (bron: opslagplan Norg, NAM 2003)



Zuidwending piek gasbuffering faciliteit in zoutcavernes. Naast dit terrein is ook de zoutwinningslocatie gelegen (bron: www.agbzw.nl)

4d) Bufferinglocaties industriële gassen en perslucht

Rechts staan impressies van een stikstofbuffering weergegeven. De luchtscheiding en menging met aardgas zijn samen op één locatie gelegen. De opslag vindt elders plaats boven een zoutcaverne (Winschoten). Beide locaties hebben een omvang van enkele hectaren en omvatten relatief hoge (soms tientallen meters) installaties. De omgevings- en geluidshinder zijn naar verwachting beperkt. Opslag van andere industriële gassen hebben een vergelijkbare omvang. Perslucht heeft meestal een iets kleinere omvang, o.a. omdat er geen extra gasscheidingsinstallaties aanwezig zijn.



Impressie van luchtscheidings/mengstation installatie Zuidbroek (bron: heiligerlee.gasunie.nl)



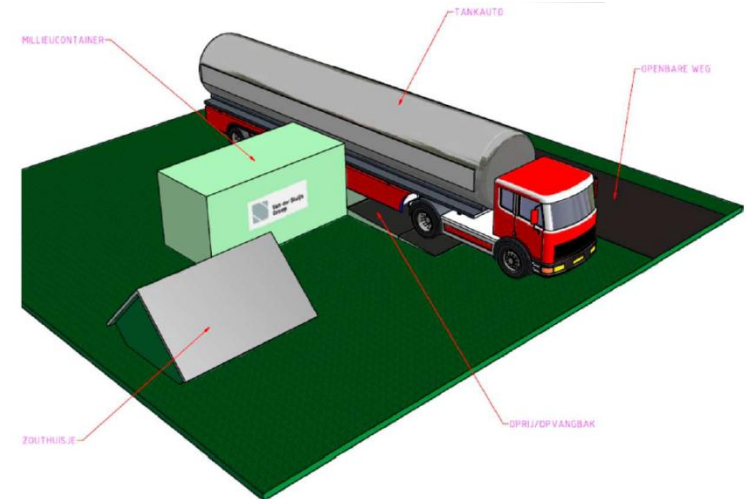
Schematische voorstelling van een perslucht opslaglocatie (bron: climatetechwiki.org)



Stikstofbuffering faciliteit Heiligerlee (bron: heiligerlee.gasunie.nl)

4e) Opslaglocatie gasolie

Ondergrondse gasolieopslag heeft weinig extra ruimte nodig. Het betreft de aanleg van een extra milieucontainer bij een bestaand zouthuisje.



Impressie van een gasolieopslag (bron: AkzoNobel)



Voorbeeld van een zouthuisjes boven een zoutcaverne (bron: Notitie Reikwijdte & Detailniveau Gasolie-opslag Twente)

5a) Bodemdaling/stijging

Opslag en buffering laten een variabel bodemdalings- en stijgingsbeeld zien. Hieronder volgt een overzicht:

Opslag van CO2 in gasvelden zal in de regel leiden tot enige bodemstijging. Dit betreft een (gedeeltelijke) reductie van de daling die is opgetreden door de eerdere productie van gas.

Opslag van CO2 in aquifers zal naar verwachting enkele mm's stijging veroorzaken. De druktoename is vrij gering en verdeeld zich over grotere gebieden.

Gasbuffering in gasvelden kan daling of stijging veroorzaken. Als een veld geheel gewonnen is, zal de opgetreden daling deels weer teniet worden gedaan bij vulling. Vanaf dat moment wordt de daling en stijging gestuurd door het ritme van de buffering. De amplitude zal dan gering zijn

Opslag in zoutcavernes kan mogelijk de convergentie en als gevolg daarvan optredende bodemdaling beperken. In Twente wordt o.a. onderzocht of zoutcavernes kunnen worden gestabiliseerd door ze te vullen met afvalstoffen (Akzo). Verder zal buffering en opslag in cavernes geen significante stijging of daling veroorzaken

Opslag van formatiewater in velden zal naar verwachting geen significante stijging veroorzaken omdat het geïnjecteerde volume en dus de druktoename in het veld relatief klein zijn.

5b) Bodemtrillingen

Bodemtrillingen kunnen in principe ook optreden bij de opslag (en buffering) van stoffen. De kans en omvang van de beving zijn sterk afhankelijk van de lokale situatie (geologie), het volume en de soort te injecteren stoffen en de snelheid waarmee dat gebeurt. Deze kans is niet gelijk aan de kans op beven bij winning (bijvoorbeeld gasvelden).

Opslag in zoutcavernes zal in de regel niet leiden tot bevingen omdat zout meer plastische eigenschappen heeft waardoor spanningen in de bodem geleidelijk verminderen.

De milieu-effecten van opslag en buffering zijn over het algemeen gering. Risico's worden goed afgedekt door wettelijke regelingen waaraan het boren en de opslag van stoffen moeten voldoen. Hieronder volgt een overzicht van zaken die mogelijk relevant zijn:





- Het goed afsluiten van te doorboren lagen (bijvoorbeeld watervoerende pakketten) en het afwerken van de put (verbuizing, cementering) opdat lekkage naar of aantasting van omliggende gesteentelagen wordt voorkomen.
- Emissies dienen geminimaliseerd te worden. Het gaat hierbij om emissie van lucht, geluid, licht en afval en emissies in de bodem en in de lucht.
- Nemen van maatregelen om activiteiten zo veilig mogelijk uit te voeren.
- Goede kennis omtrent het gedrag van de stof in de ondergrond. Bij opslag in aquifers is het bijvoorbeeld belangrijk te weten hoe de stof zich door de aquifer verspreidt en of deze niet naar breuksystemen lekt. Bij opslag in gasvelden is dit redelijk bekend omdat deze structuren al bewezen hebben over lange tijdsperioden gas vast te houden.

Andere activiteiten

6a) Overzicht competitie en synergie

Dit deel geeft een overzicht van activiteiten die mogelijk conflicteren of juist goed samengaan met opslag en buffering.

	Aardwarmte (aquifer)	Aardwarmte (veld)	Zoutwinning	Gasbuffering (veld)	Gaswinning (conventioneel)	CO2-opslag (aquifer)	Opslag industriële gassen (veld)	Opslag formatiewater (veld)
CO2 opslag velden	P	D	S	D	D	P	D	D
CO2 opslag aquifers	D	P	S	P	P		P	P
Gasbuffering velden	P	D	S		B	P	D	D
Opslag formatiewater in velden	P	D	S	D	D	P	D	
Opslag/buffering in zoutcavernes			R					

	Synergie
	Mogelijk competitie
	Competitie
	Geen interferentie

D	Directe beïnvloeding ruimte
P	Indirecte drukbeïnvloeding in aangrenzende ruimte
S	Aantasting afsluitende laag indien activiteit hier in plaatsvindt
H	Synergie door injectie hulpstof
B	Synergie door buffering zelfde stof
R	Synergie door herbenutting

6b) Competitie en synergie

Dit deel geeft een overzicht van activiteiten die mogelijk conflicteren of goed samengaan met conventionele gaswinning.

Competitie

Gelijktijdige olie/gaswinning en opslag in velden of gelijktijdige aardwarmtewinning en opslag in aquifers. In deze gevallen is er sprake van directe beïnvloeding in dezelfde ruimte. In enkele situaties zou dit mogelijk wel samen kunnen gaan (bijvoorbeeld wanneer de opslag als hulpstof voor de winning dient of de invloed klein is).

Gelijktijdige winning/opslag in velden en aangrenzende aquifers. In deze gevallen kan er sprake zijn van drukbeïnvloeding.

Gelijktijdige opslag of buffering van verschillende stoffen in dezelfde ruimte. Opslag van formatiewater zou mogelijk wel gelijktijdig kunnen met andere opslagen maar de effecten daarvan zullen per situatie moeten worden beoordeeld.

Zoutwinning. Indien de zoutlaag ook het afsluitend pakket vormt van een gasveld of aquifer waarin opslag plaatsvindt, zal de integriteit van de afsluitende laag gewaarborgd worden

Synergie

Zoutwinning levert mogelijk de ruimte (zoutcavernes) die nodig is voor opslag en buffering

Aardgasbuffering gaat goed samen met gaswinning.

Injectie van hulpstoffen (stikstof, CO₂) kan eventueel samen gaan met olie- en gaswinning indien het tot doel dient om extra gas te winnen. Opslag is dan niet het primaire oogmerk

6c) Herbenutting

Permanente opslagen zijn per definitie niet opvolgbaar door andere functies. Alleen de opslag van formatiewater kan, in geval van een beperkte benutting van het volume, worden herbenut voor CO₂-opslag.

Tijdelijke opslagen kunnen, wanneer ze leeg worden opgeleverd, worden herbenut voor andere doeleinden. In de praktijk gebeurt dit echter weinig gezien de investeringen die met de aanleg van bufferlocaties zijn gemoeid.