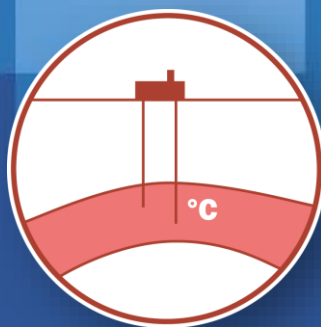


Addendum op Ondergrondse Opslag in Nederland

-Technische verkenning

Uitwerking van opslagbehoefte in 2050 en
productie-injectiecapaciteit



Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

ebn



ECN > TNO innovation
for life

Juli 2019

Addendum op “Ondergrondse Opslag in
Nederland - Technische Verkenning”
*Uitwerking van opslagbehoefte in 2050 en
productie-injectiecapaciteit*”

Datum 22 juli 2019

Auteur(s) T.D. Huijskes (EBN)

Introductie

Het in 2018 uitgebrachte rapport “Ondergrondse Opslag in Nederland – Technische Verkenning” door TNO en EBN geeft inzicht in de potentiële beschikbaarheid van en vraag naar ondergrondse opslag in 2050. Onderdeel daarvan was het opzetten van een model dat de tijdsafhankelijkheid van energievraag en -aanbod weergeeft en daarmee de discrepantie tussen vraag en aanbod in de tijd, wat een maat is voor de vraag naar energieopslag (“opslagbehoefte”). Het rapport gebruikt als input publieke energietoekomstscenario's (twaalf van PBL en één van Gasunie) en systeemaannames en heeft als output de jaarlijkse opslagbehoefte per energievorm. Het resultaat is een gevoel voor de orde-van-grootte voor de opslagbehoefte.

Dit addendum is geschreven naar aanleiding van een aantal gestelde vragen voor aanvullende inzichten over de verkregen resultaten en verwijst hiervoor naar het rapport waar nodig. Het manuscript bestaat uit twee delen:

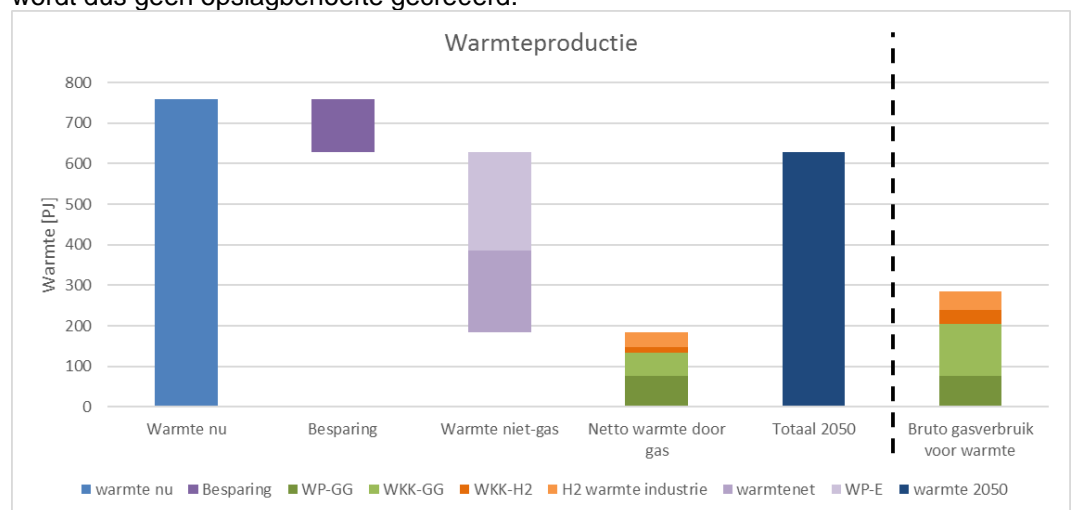
- Deel 1: De kwantificering van het verschil tussen de huidige gasopslagbehoefte en die in 2050
- Deel 2: Sortering productie- en injectiecapaciteiten (Load Duration Curves)

Deel 1: kwantificering verschil tussen opslagbehoefte nu en 2050

De huidige werkgasvolumes voor laag- en hoogcalorisch aardgas zijn in totaal ongeveer respectievelijk 6,4 en 6,8 bcm (mrd m³) (inclusief zoutcavernes en LNG, zie Tabel 2-1 van rapport). Dit is omgerekend in totaal ongeveer 500 PJ.

Er is natuurlijk een verschil tussen theoretische opslagbehoefte en beschikbare buffercapaciteit, veroorzaakt door onder andere de onvoorspelbaarheid van de werkelijke behoefte en de mogelijke noodzaak voor strategische voorraden (bijv. strenge winters). Dat verschil negerende, is het in theorie goed mogelijk om de huidige en toekomstige opslagbehoefte naast elkaar te zetten en de verschillen te verklaren.

Om het verschil in opslagbehoefte goed te begrijpen is het nodig om eerst het verschil in warmteproductie in de verschillende segmenten te begrijpen. Hiervoor dient Figuur A-1. De totale warmteproductie voor deze segmenten in 2050 wordt opgebouwd door de volgende blokken: (o.a.) restwarmte en geothermie (warmtenetten), het elektrische gedeelte van (hybride) warmtepompen (WP-E), het groengasgedeelte voor hybride warmtepompen (WP-GG), warmte opgewekt door WKK's (WKK-GG en WKK-H2) en warmte door waterstof ingezet in de industrie (H2 warmte industrie). Dit is gelijk aan Figuur 4-8 in het rapport. Het verschil tussen de totale warmteproductie nu en in 2050 is toe te wijden aan energiebesparing (zie ook Figuur 4-3 van rapport, de PBL-scenario's). Opvallend is dat een groot deel van de warmtevraag ingevuld wordt door warmtenetten en warmtepompen, en daarom niet primair door inzet van gas. Het gebruik van warmtepompen zal de vraag naar gas voor verwarming sterk reduceren; de vraag naar elektriciteit door inzet van warmtepompen in koude periodes kan sterk kan stijgen. Dit zal slechts soms geleverd worden door gasgestookte centrales. Dit zal de noodzaak voor gasopslag ten dele verkleinen. Merk op dat in het stapeltje "Netto warmte door gas" twee componenten als continue processen beschouwd mogen worden. Dit betreft beide componenten van de inzet van waterstof in de industrie. Door beide componenten wordt dus geen opslagbehoefte gecreëerd.



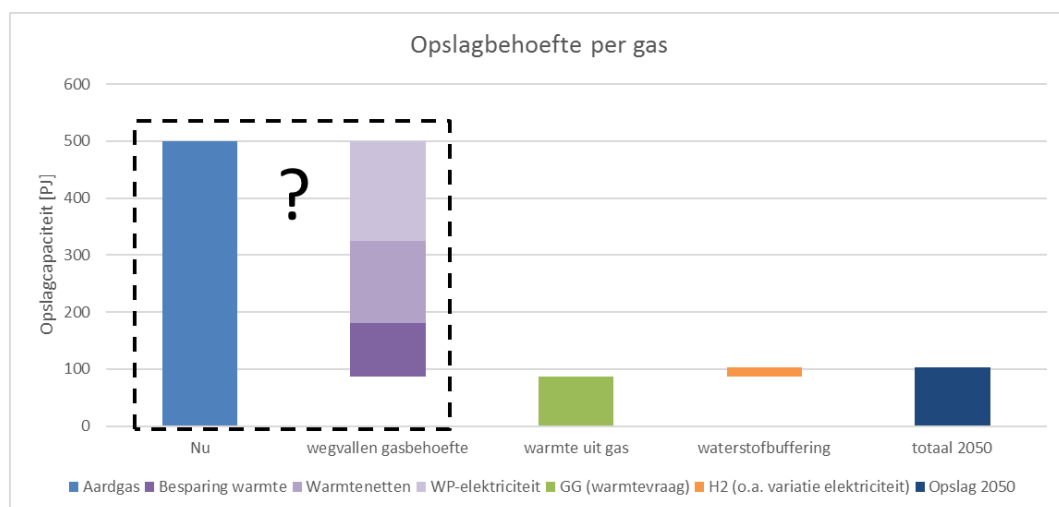
Figuur A-1. Vershilanalyse ("Watervervalgrafiek") van de jaarlijkse warmteproductie nu en in 2050 voor een voorbeeldscenario voor 2050 (scenario B, dat ook gebruikt is voor alle figuren in het rapport). "Netto warmte door gas" is de warmteproductie door inzet van een gas. Aan de rechterkant ("Bruto gasverbruik voor warmte") wordt dezelfde kolom weergegeven, maar vóór rendementsverliezen.

Door het verschil in warmteproductie nu en in 2050 op te breken in delen wordt het verschil in opslagbehoefte zichtbaar. Figuur A-2 geeft dit weer. Rechts is het totaal aan opslagbehoefte, dat bestaat uit een stukje voor de warmtevraag en een stuk waterstofbuffering. Dat laatste is duidelijk een nieuwe component en is toe te wijden aan zowel het niet-continue productiekarakter (*dedicated* wind en elektriciteitsoverschotten veroorzaakt door wind en zon) van H₂ als de niet-continue vraag naar H₂ in de elektriciteitssector. De stukken warmtelevering waar geen gasbuffering voor nodig is staan in de paarse kolom. Het verdwijnen van de noodzaak voor gasbuffering is naar verhouding (op basis van de warmtehuishouding, zie Figuur A-1) toegekend aan de drie componenten.

Samengevat:

- De hoeveelheid huidige opslagcapaciteit in de gasbergingen dat niet gebruikt wordt in een jaar is in dit figuur verwaarloosd. Kortom, aangenomen is: opslagcapaciteit (werkgasvolume) nu = opslagbehoefte nu. Strategische voorraden e.d. zijn daarmee verwaarloosd. Merk op dat het rapport wel rekening houdt met de noodzaak voor overcapaciteit in 2050, maar behandelt dat in het kader van “koude” en “extreme” winters.
- De gasopslagbehoefte gerelateerd aan warmteproductie zal naar verwachting dalen door drie componenten: energiebesparing, inzet van warmtepompen en inzet van warmtenetten.
- Er is een overgebleven deel (groen-)gasopslagbehoefte die voor warmteproductie gebruikt wordt.
- Er is daarentegen wel een nieuwe component gasopslagbehoefte bij gekomen: de opslagbehoefte voor H₂ die het resultaat is van de variabele productie (*dedicated* wind en elektriciteitsoverschotten) en een variabele vraag (backup elektriciteit).
- De som van groengasopslag en waterstofopslag geeft de totale gasopslagbehoefte in 2050 weer. Belangrijk om te noemen is dat de energiedichtheid van waterstof lager is dan van aardgas, en dat daarom de ondergrondse ruimte relatief ongeveer twee-en-een-half tot drie keer zo groot moet zijn (een combinatie van de verschillen in verbrandingswaarde en dichtheid op diepte) vergeleken met de energiedichtheid van aardgas.

Merk op dat beide figuren gelden voor één scenario uit het rapport. De overige scenario's zullen andere (soortgelijke) figuren produceren, met andere absolute waarden en mogelijk andere verhoudingen.



Figuur A-2. Verschilanalyse van de jaarlijkse gasopslagbehoefte nu en in 2050 voor een voorbeeldscenario voor 2050 (scenario B). Het vraagteken geeft de onduidelijkheid weer over het verschil tussen de opslagcapaciteit (werkgasvolume) nu en de opslagbehoefte nu. Voor deze analyse is ervan uitgegaan dat deze hetzelfde zijn.

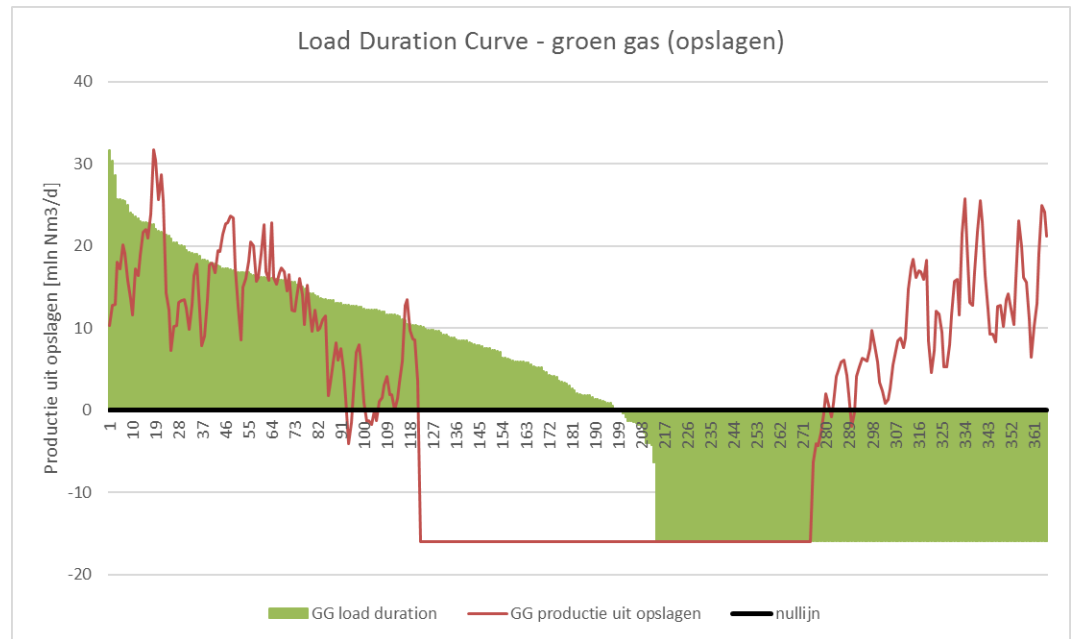
Deel 2: weergave benodigde productie- en injectiecapaciteiten

In het rapport wordt toegewerkt naar de kwantificering van de hoeveelheden gasopslagbehoefte en piekproductie- en piekinjectiecapaciteiten (zie ter voorbeeld figuren 4-14 t/m 4-16 in het rapport). De opdeling in klassen piekcapaciteiten en groottes opslagcapaciteiten is achterwege gelaten, terwijl dit nuttig zou zijn om een indruk te krijgen van de portfolio/combinatie aan opslagmogelijkheden. Kortom: hoeveel gasvelden (baseload) en zoutcavernes (peak load) zijn er nodig in een bepaalde combinatie om aan de jaarbehoefte te voldoen?

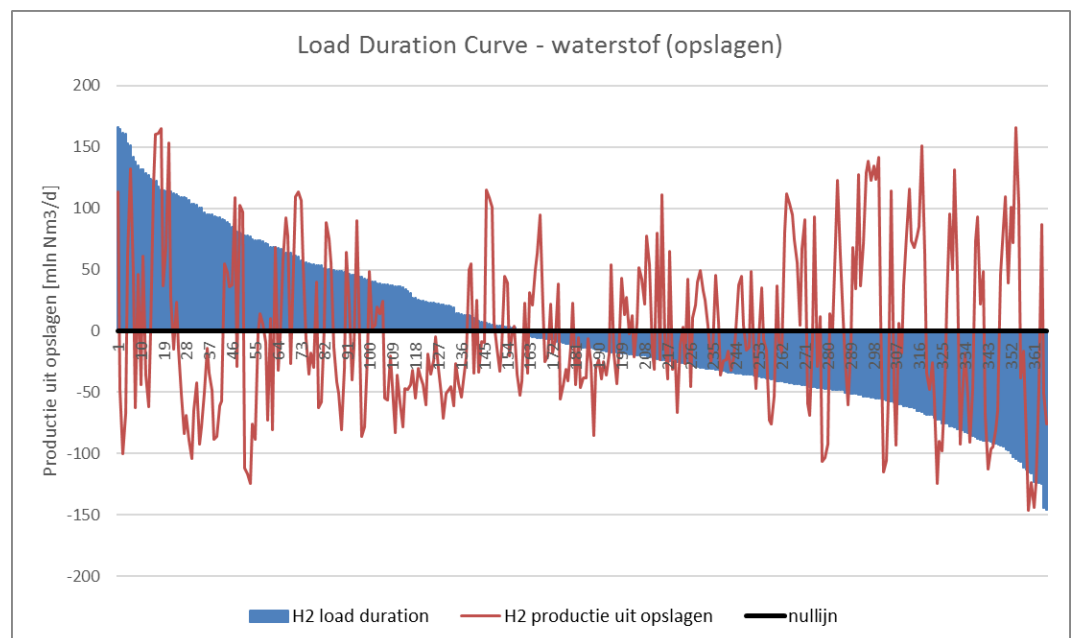
Voor een voorbeeldscenario (scenario B) is dit weergegeven in Figuur A-3. Voor groen gas is dit type figuur redelijk eenvoudig – in de winter wordt geproduceerd uit de opslagen, in de zomer continu geïnjecteerd. De hoogste productiepiek van meer dan 30 mln Nm³/d wordt slechts enkele dagen gehaald. Elke gasopslag in Nederland kan met de beschikbare putten 30 mln Nm³/d halen (zie Tabel 2-1 in het rapport). Dit zou de noodzaak voor een zoutcaverne (in een normaal jaar) in dit scenario weg nemen. Maar de constante injectie van meer dan 15 mln Nm³/d kan niet door alle opslagen gehaald worden: Norg en Bergermeer lijken dit wel te kunnen halen. De zoutcavernes in Zuidwending zijn uiteraard hiervoor ook geschikt, maar zijn niet toereikend voor de benodigde totale opslagcapaciteit voor groen gas. Niettemin kan het verstandig zijn om in een soortgelijk scenario één of meerdere zoutcavernes achter de hand te houden voor groen gas (ook voor intra-day pieken). De kwestie voor waterstof is wat complexer (zie Figuur A-4), doordat de vraag voor productie en injectie zo sterk varieert door het jaar heen. Pieken liggen voor beide rond de 150 mln Nm³/d voor dit scenario. Waar een combinatie van zoutcavernes (en wellicht kleine bovengrondse oplossingen) deze productie- en injectiecapaciteiten goed kunnen opvangen, missen deze de totale opslagcapaciteit die nodig zal zijn. Merk ook op dat de Load Duration Curve in Figuur A-4 ook een stuk minder vlak verloopt (lijkt eerder op een driehoek). Dit geeft de sterke variabiliteit weer in productie- en injectiecapaciteiten. Ook valt op dat wisselingen tussen injectie en productie bij waterstof vaker plaatsvinden dan bij groen gas. Voor dit scenario zou een portfolio van ca. 30 zoutcavernes een goede mogelijkheid zijn. Bij grotere opslagbehoeften (andere scenario's en mogelijk rekening houdend met strengere winters) kan een portfolio bestaande uit een combinatie van zoutcavernes en een gasveld een optie zijn, aangenomen dat gasvelden geschikt zijn voor waterstofbuffering (zie aanbevelingen rapport).

Merk op dat deze figuren anders zullen zijn voor de overige 12 scenario's in het rapport. De absolute opslagbehoeften voor een normaal jaar lijken goed opgevangen te kunnen worden in een gasveld. De maxima voor de 13 scenario's liggen voor beide gassen (onafhankelijk van elkaar) niet boven de 5 bcm (zie Tabel 4-2 in het rapport). Voor de extreemste winter liggen de onafhankelijke maxima rond de 7,5 bcm, ervan uitgaande dat alles wordt opgelost met opslag, dus exclusief import, LNG, e.d.

Voor hardere uitspraken over de benodigde dekking van piekinjectie- en piekproductiecapaciteiten zal dit voor elke winter en voor elk energiescenario in meer detail onderzocht moeten worden.



Figuur A-3. Gasproductiecurve uit gasopslagen (rood) en Load Duration Curve (groen) voor groen gas voor een voorbeeldscenario voor 2050 (hetzelfde scenario is gebruikt voor alle figuren in het rapport). De rode lijn geeft de behoefte aan productie uit de opslagen weer door het jaar heen (zie Figuur 4-14 uit rapport), de x-as is hierbij de dag van het jaar. Het groene vlak geeft de gesorteerde productiebehoefte weer, van groot naar klein. De x-as geeft hierbij een niet-chronologische sortering van dagen.



Figuur A-4. Equivalent van Figuur A-3, maar dan voor waterstof. De rode lijn geeft de behoefte aan productie uit de opslagen weer (zie Figuur 4-15 uit rapport). Het blauwe vlak geeft de gesorteerde productiebehoefte weer, van groot naar klein. (Merk op dat de x-as dagen weergeeft, voor rood in chronologische volgorde en voor blauw (gesorteerd) op niet-chronologische volgorde.)