

# Permeatie van waterstof door een oude PE50 leiding is beperkt



**Sjoerd Jansma, juni 2019.** Metingen aan een 48 jaar oude PE50 leiding laten zien dat waterstof door de buiswand kan permeëren. Dit betreft een beperkte hoeveelheid gas die nauwelijks hoger is dan de permeatie door nieuwe leidingmaterialen. Deze bevinding komt overeen met die uit het rapport "Toekomstbestendige gasdistributienetten".

## Wat is de waterstofpermeatie door verouderde gasleidingen?

De distributie van waterstof is een serieuze optie met het oog op een toekomstige duurzame energievoorziening. Hiermee bestaat de mogelijkheid om het gasnet te verduurzamen. Waterstof kan namelijk duurzaam worden opgewekt door water met behulp van elektriciteit om te zetten in waterstof en zuurstof. De mogelijkheid van de distributie van waterstof door het huidige gasnet wordt uitvoerig besproken in het rapport "[Toekomstbestendige gasdistributienetten](#)", [Hermkens et al, 2018](#).

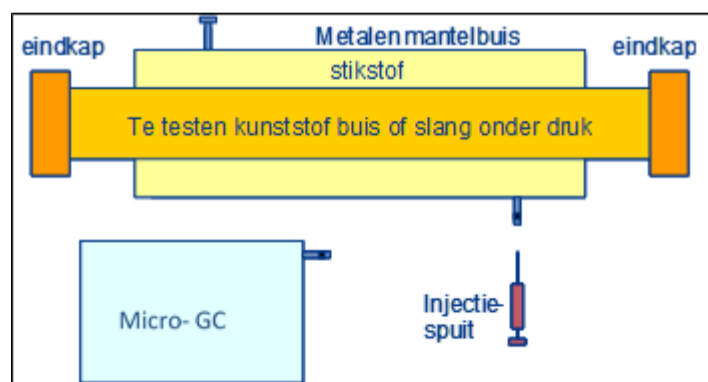
Eén van de aspecten van invloed op de overstap naar een ander type getransporteerd gas is het gasverlies als gevolg van permeatie. Bij kunststof gasleidingen kunnen gassen, zoals waterstof en aardgas, door de buiswand van binnen naar buiten en omgekeerd permeëren. Dit natuurlijke proces is afhankelijk van een aantal parameters waaronder; de druk van het getransporteerde gas, de temperatuur van het gas en de leiding, het leidingmateriaal, de lengte van de leiding en de SDR klasse van de leiding.

De snelheid waarmee de waterstof door de buiswand permeëert is afhankelijk van de permeatiecoëfficiënt (PC). De PC is een materiaaleigenschap onafhankelijk van de dimensies van het object. De gebruikelijke eenheid om de PC uit te drukken is  $[(\text{ml} \cdot \text{mm}) / (\text{m}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{dag})]$ . De PC van waterstof door HDPE staat beschreven in een groot aantal bronnen. Uit literatuuronderzoek blijkt dat tot nu toe alleen recent geproduceerde materialen zijn getest, veelal PE80 of PE100. Daarbij wordt nauwelijks de invloed van veroudering onderzocht. Er is slechts een onderzoek bekend waarbij PE80 en PE100 materialen kunstmatig zijn verouderd bij een temperatuur van 60 °C. Hierbij werd geen verandering van de PC waargenomen. Bij Kiwa Technology is geen onderzoek bekend over de permeatie van waterstof door verouderde PE50 leidingen. PE50 is de eerste generatie HDPE dat soms ten onrechte PE63 wordt genoemd. Gezien PE50 leidingen in grote hoeveelheid aanwezig zijn in het Nederlands distributienet, is de permeatiecoëfficiënt van waterstof door een jarenlang gebruikte PE50 leiding bepaald.

## Permeatiemeting

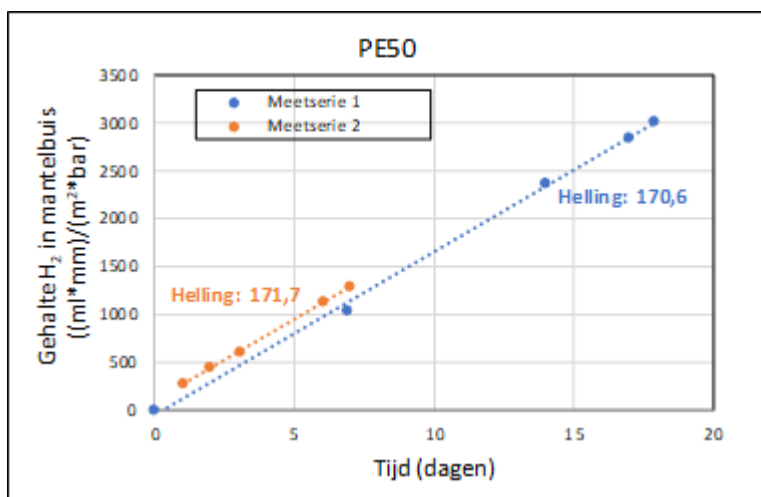
Een uit het onderzoek "Exitbeoordeling" geselecteerde SDR11 PE50 buis met een doorsnede van 110 mm is onderzocht in een opstelling die schematisch is weergegeven in figuur 1. De buis heeft 42 jaar in het gasnet gelegen bij een gasdruk van 4 bar en is inmiddels 48 jaar oud.

Voor het onderzoek is een metalen mantelbuis over de kunststofbuis geplaatst. De kunststof buis is aan weerszijde afgesloten met eindkappen. De mantelbuis is gevuld met stikstof, het referentiegas, en de kunststofbuis is gevuld met 100% waterstof, het testgas, bij een overdruk van 4,0 bar, gelijk aan de maximale gasdruk van de huidige PE50 leidingen. Als gevolg van de permeatie zal de waterstof door de buiswand permeëren waardoor de mantelbuis wordt gevuld met waterstof. De gassamenstelling in de mantelbuis wordt bepaald met behulp van een Micro-GC. Voor deze meting wordt een gasmonster uit de mantelbuis genomen met behulp van een gasspuit. Vervolgens wordt het gasmonster geïnjecteerd op de Micro-GC waarmee de gassamenstelling wordt bepaald. De snelheid waarmee het gehalte waterstof in de mantelbuis toeneemt is een maat voor de permeatiesnelheid. Op basis van de permeatiesnelheid kan de PC worden bepaald.



Figuur 1. Schematische weergave van de opstelling.

De proef is in tweevoud uitgevoerd (meetserie 1 en 2). De testresultaten zijn gegeven in figuur 2. Op de verticale as staat het gehalte aan waterstof dat in de mantelbuis aanwezig is. Hierbij is gecorrigeerd voor de dimensies van de kunststofbuis en voor de gasdruk van het waterstof. Op de horizontale as staat het tijdstip van de meting. Uit de metingen volgt dat de PC van de PE50 leiding gemiddeld 171,2  $[(\text{ml} \cdot \text{mm}) / (\text{m}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{dag})]$  bedraagt.



Figuur 2. Resultaat van de waterstof (H<sub>2</sub>) permeatiemetingen aan de eerste generatie PE (PE50).

De permeatieproef is uitgevoerd bij kamertemperatuur. De permeatiesnelheid is afhankelijk van de temperatuur. Bij lagere temperaturen is de permeatiesnelheid lager. De temperatuur van het gas in het gasnet is ongeveer 10 °C en daarmee lager dan kamertemperatuur. De verkregen PC kan daarom als worst-case worden beschouwd.

De gemeten permeatiecoëfficiënt van een 48 jaar oude PE50 gasleiding bedraagt 171,2 [(ml\*mm)/(m<sup>2</sup>\*bar\*dag)]. Deze waarde ligt hoger dan op basis van de referenties wordt verwacht. De hoogst gerapporteerde permeatiecoëfficiënt bij 25 °C bedraagt namelijk 156 [(ml\*mm)/(m<sup>2</sup>\*bar\*dag)]; een verschil van ongeveer 10%. Mogelijk wordt dit verschil veroorzaakt doordat de referenties recent geproduceerde materialen en andere typen HDPE betreffen.

## Uitwerken van scenario's

Met behulp van de PC (171,2 [(ml\*mm)/(m<sup>2</sup>\*bar\*dag)]) kan het verlies van waterstof door permeatie bij verschillende type HDPE gasbuizen worden bepaald. Als voorbeeld zijn een tweetal scenario's berekend:

- Scenario 1: De permeatie van waterstof bij 100 mbar door een SDR17,6 gasleiding bedraagt 3,6 m<sup>3</sup>/(km\*jaar);
- Scenario 2: De permeatie van waterstof bij 4 bar door een SDR11 gasleiding bedraagt 9,8 m<sup>3</sup>/(km\*jaar).

Ter vergelijking; jaarlijks wordt een schatting gemaakt van de methaanemissie als gevolg van gasdistributie. Deze schatting wordt gebaseerd op de lekkages, die aanwezig zijn in het distributienet en de permeatie van methaan door de buiswand. Voor PE wordt aangenomen dat er 51 m<sup>3</sup>/(km\*jaar) voor het lagedruk distributienet (tot en met 100 mbar) en 75 m<sup>3</sup>/(km\*jaar) voor drukken boven de 200 mbar aan methaan verloren gaat. De permeatie van waterstof ligt ver onder deze waarden en zou daarom een relatief kleine bijdrage aan het totale gasverlies bij de distributie hebben. Deze bevinding komt overeen met de bevinding uit het rapport "[Toekomstbestendige gasdistributienetten](#)".

## Conclusie

De permeatiecoëfficiënt en de daarmee gepaarde permeatiesnelheid van waterstof door een 48 jaar oude PE50 leiding ligt 10% hoger dan op basis van de literatuurreferenties wordt verwacht. De huidige inzichten omtrent de distributie van waterstof worden hierdoor niet anders. Zo ligt ter vergelijking het verlies van waterstof als gevolg van permeatie nog steeds een stuk lager dan het verlies van methaan als gevolg van lekkages.