

HyDelta 2

WP7 – Ombouw van aardgasdistributienetten naar waterstof

D7.2 – Model ombouwplan

Status: FINAL V3

Document samenvatting

Corresponderende auteur

Corresponderende auteur	Martin Scheepers
Verbonden aan	TNO
E-mailadres	martin.scheepers@tno.nl

Document historie

Versie	Datum	Auteur	Verbonden aan	Samenvatting van de wijzigingen
1	10-Jan-2023	Martin Scheepers Michel Bos Albert van den Noort Harm Vlap	TNO Kiwa DNV DNV	Eerste conceptversie
2	6 juni 2023	Martin Scheepers Michel Bos Albert van den Noort Harm Vlap	TNO Kiwa DNV DNV	Finale concept versie waarin commentaar Expert Assessment Group is verwerkt,
3	29 juni 2023	Martin Scheepers Michel Bos Albert van den Noort Harm Vlap	TNO Kiwa DNV DNV	Finale versie waarin ook het commentaar van de sparring groep is verwerkt.

Verspreidingsniveau

PU	Publiek	X
RE	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> Project partners inclusief Expert Assessment Group Externe entiteit met wie een geheimhoudingsplicht bestaat 	

Document review

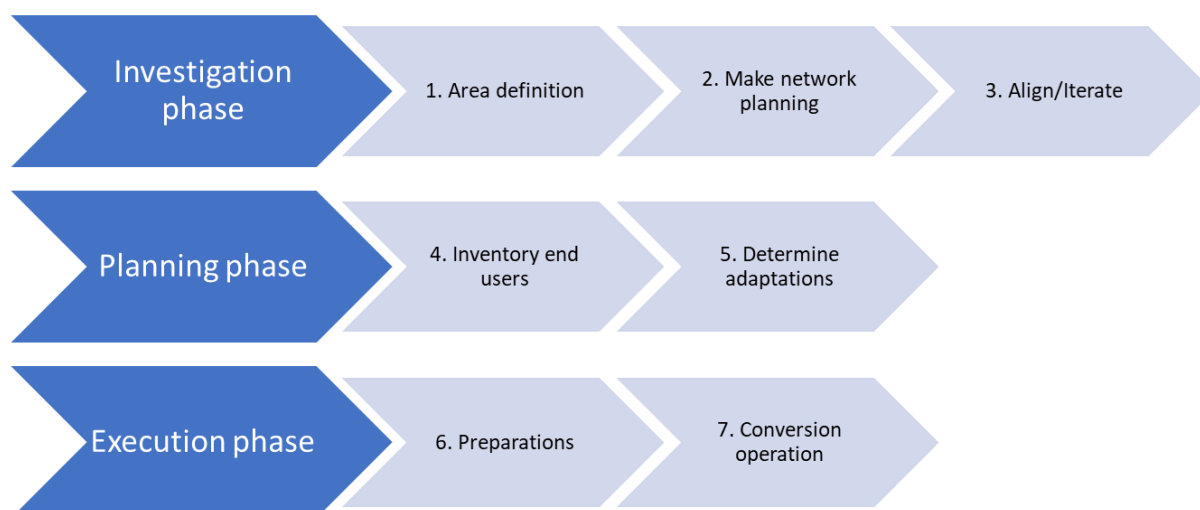
Partner	Naam
Stedin	Gilles de Kok
Coteq	Sytze Buruma
Alliander	Elbert Huijzer
Alliander	Stijn de Flart
Enexis	Sybe bij de Leij
Gasunie	Theo Wieleman
NBNL, Gasunie, Kiwa, DNV, TNO, NEC, Hanze	HyDelta Supervisory Group

Executive summary

In work package 7 of HyDelta 2 “Conversion of natural gas distribution networks to hydrogen”, a model conversion plan has been developed for the large-scale conversion of existing gas distribution networks to almost pure hydrogen. This model conversion plan is based on experiences and insights gained in hydrogen projects and conversion studies in the Netherlands and abroad. In order to understand in more detail what a conversion plan entails, two case studies have been developed for this project. The generic conversion plan offers regional network operators a basis for a specific conversion plan. Because each region and the gas distribution network located therein is unique, the generic conversion plan will have to be adapted to the specific characteristics of the gas distribution network.

Structure of the conversion plan

The model conversion plan contains a description of more than 50 activities to be carried out, divided into 3 phases and a total of 7 steps:



Alternatives are possible for some activities. The choice between alternatives depends, among other things, on the availability of devices/components and availability of suitably qualified personnel, or on the preference of the grid operator. Sometimes there are alternatives that require further investigation.

Time planning

Part of the conversion plan is a time schedule. Assumptions and preconditions apply to the time planning, such as the number of personnel to be deployed or the maximum duration of the gas interruption during the conversion. The lead time of the various steps and phases depends on the size of the distribution network and the number and types of end users. The lead time of steps and phases can be influenced by changes in assumptions and preconditions. During the execution phase of the conversion plan, the time schedule may have to be adjusted on the basis of the information obtained in the planning phase.

Tasks and responsibilities

A large number of parties will be involved in the implementation of the conversion plan: municipality(ies), distribution system operator, operators of the natural gas and hydrogen transport network, hydrogen suppliers, installers and end users. The model conversion plan indicates for each activity how the tasks and responsibilities can be divided. Because the conversion is a complex and time-consuming process, good coordination is essential. The municipality is the appropriate party to coordinate the conversion of the distribution network to hydrogen, because municipalities are designated to decide on and implement the energy transition at a local level. It has the necessary powers to do so, can make a broad assessment of interests and is supervised by a democratically elected council. The execution of work can be outsourced by the parties involved to contractors and consultants.

The parties involved will have to inform each other and good coordination is necessary for certain activities. The municipality is responsible for communication with the end users and will draw up a communication plan for this. Multiple communication forms and channels can be used. In addition, the municipality can set up an information point where end users can go with their questions during the entire conversion process.

Conclusions

This research has yielded the following insights:

- Coordination, responsibilities and communication:
 - A large number of parties are involved in the implementation of the conversion plan. It is essential to make good agreements about the responsibilities of the tasks to be executed.
 - Because the conversion is a complex and time-consuming process, good coordination is essential. The municipality is the appropriate party to coordinate and communicate about the conversion of the distribution network to hydrogen.
 - Parties involved will have to inform each other optimally and good coordination is required for certain activities.
 - Support by the end-user is an essential precondition. This concerns the public acceptance that the energy supply with natural gas can no longer continue to exist, that hydrogen is a good replacement for natural gas, i.e. safe, affordable (compared to alternatives such as all-electric) and security of supply is guaranteed.
 - The municipality is responsible for communication with the end users and will have to draw up a communication plan for this.
- Duration of the conversion plan:
 - The conversion of a part of the gas distribution grid (from planning phase to implementation phase) can take several years. In the two cases studied, this varies from about 3 years (3,700 connections) to more than 6 years (30,000 connections).
 - If a different choice is made for replacing natural gas, such as for a heat network (construction of a new network) or for all-electric (grid reinforcement), a plan will also have to be drawn up and implemented. The activities are partly comparable to those of the conversion plan to hydrogen and will also entail a considerable lead time. However, no comparison has been made.
 - The duration of the conversion plan is determined by the size of the distribution network (i.e. the number of connections and the required number of qualified personnel) or by new Hydrogen Distribution Station(s) (HDS) to be realized and expansion/upgrading of the

distribution network, including the lead time of permit granting. The latter requires a joint planning by the national and regional gas network operator.

- The implementation phase (preparatory work and conversion operation) takes up more than 70-80% of the total time.
- The duration of the conversion operation, during which the gas supply to end users is interrupted, can be limited by carrying out as much work as possible (such as replacing the existing central heating boiler with an H₂-ready boiler) during the preparatory work. Even if this saves little time in total, this shift does provide more flexibility in the implementation.
- The physical conversion (last step of the conversion plan) can be shortened considerably if a dual-fuel boiler and dual-fuel gas meter can be used and flushing the gas pipes with nitrogen can be omitted. This makes the conversion process less complex, shortens the total lead time of the conversion plan and can lead to cost savings.
- Most technically trained personnel are required for inspection of the installations at the end users (planning phase) and replacing the gas installations (execution phase). By deploying more personnel, the lead time can be reduced.
- Dividing the distribution network into sections:
 - For the conversion, the gas distribution network will be divided into sections. The number and size of these sections depends on two preconditions: the duration of the gas interruption and the number of installers to be deployed to convert the gas equipment at the end users.
 - If dual-fuel devices/components can be used (such as gas meter, central heating boiler), the sections can be larger or no sectioning is required at all.
 - The order in which the sections are converted from natural gas to hydrogen depends on the position of the hydrogen and natural gas feed-in points in the grid. It may be necessary to use a temporary feed-in point (for example a tube trailer with hydrogen or natural gas or via an additional pipeline to be installed).
- Security of supply:
 - Because existing gas infrastructure is used and adjacent areas have to be supplied with natural gas in addition to the area being supplied with hydrogen, it is often impossible to maintain the security of supply of the hydrogen distribution network at the same level as in the situation when natural gas was still being distributed. The risk of an interruption of the hydrogen supply to end users will then have to be dealt with in a different way.
- Alternatives:
 - Replacing the central heating boiler with an H₂-ready boiler or with a dual-fuel boiler (if available) during the preparatory work: A dual-fuel boiler saves time during the conversion operation. The lead time for the preparatory work remains the same as for replacement by an H₂-ready boiler.
 - Whether or not to flush the distribution pipe, connection pipe and/or indoor pipe with nitrogen: If flushing with nitrogen can be skipped, this simplifies the work during the conversion operation.
 - Whether or not to use gas stoppers at every customer: These are now being used for new connections, but they are not present for existing connections.
 - Temporary gas supply from the existing gas network or with tube trailers: During the conversion, end users who have not yet been supplied with hydrogen will still have to be supplied with natural gas. This is possible if the distribution network that is being converted still has a city gate station that is connected to an RTL on natural gas or is connected to a gas distribution network that remains on natural gas. Alternatively, a tube trailer can be used for the temporary supply of natural gas or hydrogen.

Recommendations

This research leads to the following recommendations:

- Lessons learned from current pilots: Various pilot projects will be carried out in the coming years. The experiences and insights gained (also with regard to coordination, responsibilities and communication) can form an important input for the further development of the model conversion plan.
- Acceleration of permit procedures: the lead time of permit procedures can have a major impact on the lead time of the whole conversion plan (e.g. the permit procedure for the HDS). It is recommended to investigate how the lead time of permit procedures can be shortened.
- Remediation: For gas distribution networks that are being converted to hydrogen, it is recommended to replace old pipe sections, including cast iron, in the coming years.
- Suitability of valves: Insufficient research has been carried out into the leak-tightness (both internal and external leakage) of valves running on hydrogen. Further research into this is recommended.
- Inerting indoor pipelines: The extent to which the inner pipeline should be inertized with nitrogen is still under discussion. It is therefore recommended to conduct additional (practical) research into this.
- Filling the gas network with hydrogen: Research must show how a meshed network can be safely filled with hydrogen.
- H₂-ready boiler: The use of an H₂-ready boiler is decisive for the implementation of the conversion. However, a good definition or standardization of an H₂-ready boiler is still lacking. It is recommended to set this up.
- Dual-fuel components: Availability of dual-fuel boiler and gas meters greatly simplifies and accelerates the physical conversion. It is recommended to have a dual-fuel boiler developed or market parties to encouraged to do so. More clarity is also needed about the suitability of gas meters for both natural gas and hydrogen.
- Security of supply: Compared to natural gas distribution, the security of supply of hydrogen distribution cannot always be maintained at the same level due to a smaller number of feed-in points and/or less meshing of the grid. It is recommended that research be carried out into the risk of interruption of the hydrogen supply and how this can be mitigated.
- Increasing conversion efficiency: The costs of the conversion have not been mapped out in this study. A better insight into the conversion costs can be helpful in improving the cost efficiency of the conversion process. In addition, the conversion to hydrogen may be simplified, for example by performing activities more efficiently or limiting the number of actions. Research could be carried out into this.
- Availability of affordable hydrogen: Whether it is attractive for end users to switch to a hydrogen-based gas supply depends on the future availability and affordability of hydrogen. This is an important precondition for converting the gas distribution network. It is recommended that developments with regard to the hydrogen supply be followed closely.

Samenvatting

In werkpakket 7 van HyDelta 2 “Ombouw van aardgasdistributienetten naar waterstof” is een model ombouwplan ontwikkeld voor de grootschalige ombouw van bestaande gasdistributienetten naar nagenoeg zuivere waterstof. Dit model ombouwplan is gebaseerd op ervaringen en inzichten die zijn opgedaan in waterstofprojecten en ombouwstudies in Nederland en in het buitenland. Om in meer detail te begrijpen wat er allemaal bij een ombouwplan komt kijken zijn voor dit project twee case studies uitgewerkt. Het generieke ombouwplan biedt regionale netbeheerders een basis voor een specifiek ombouwplan. Omdat elke gebied en het daarin gelegen gasdistributienet uniek is, zal het generieke ombouwplan aangepast moeten worden aan de specifieke kenmerken van het lokale gasdistributienet.

Structuur van het ombouwplan

Het model ombouwplan bevat een beschrijving van in ruim 50 uit te voeren activiteiten, opgedeeld in 3 fasen en in totaal 7 stappen:



Bij sommige activiteiten zijn er alternatieven mogelijk waarbij de keuze onder meer afhankelijk is van beschikbaarheid van apparaten/componenten en beschikbaarheid van voldoende gekwalificeerd personeel, of van de voorkeur van de netbeheerder. Soms zijn er alternatieven waarvoor nog nader onderzoek nodig is.

Tijdsplanning

Onderdeel van het ombouwplan is een tijdsplanning. Voor de tijdsplanning gelden aannames en randvoorwaarden, zoals de hoeveelheid in te zetten personeel of de maximale duur van de gasonderbreking tijdens de ombouw. De doorlooptijd van de verschillende stappen en fasen is afhankelijk van de omvang van het distributienet en het aantal en typen eindgebruikers. De doorlooptijd van stappen en fasen kunnen worden beïnvloed door veranderingen van aannames en randvoorwaarden. Gedurende de uitvoeringsfase van het ombouwplan zal de tijdsplanning mogelijk moeten worden aangepast op basis van de verkregen informatie in de planfase.

Taken en verantwoordelijkheden

Een groot aantal partijen zullen betrokken worden bij uitvoeren van het ombouwplan: gemeente(n), regionale netbeheerder, beheerders van het aardgas- en waterstoftransportnet,

waterstofleveranciers, installateurs en eindgebruikers. In het model ombouwplan is per activiteit aangegeven hoe de taken en verantwoordelijkheden kunnen worden verdeeld. Omdat de ombouw een complex en tijdrovend proces is, is een goede coördinatie essentieel. De gemeente is de aangewezen partij om de ombouw van het distributienet naar waterstof te coördineren, omdat gemeenten zijn aangewezen de energietransitie op lokaal niveau vorm te geven en uit te voeren, daarvoor over de benodigde bevoegdheden beschikken, een brede belangenafweging kunnen maken en gecontroleerd worden door een democratisch gekozen gemeenteraad. De uitvoering van activiteiten kunnen door betrokken partijen worden uitbesteed aan aannemers en adviseurs.

Betrokken partijen zullen elkaar moeten informeren en bij bepaalde activiteiten is goede afstemming noodzakelijk. Voor communicatie met de eindgebruikers is de gemeente verantwoordelijk en zal hiervoor een communicatieplan opstellen. Er kunnen meerdere communicatievormen en -kanalen worden gebruikt. Daarnaast kan de gemeente een informatiepunt inrichten waar eindgebruikers terecht kunnen met hun vragen gedurende het gehele ombouwtraject.

Conclusies

Dit onderzoek heeft de volgende inzichten opgeleverd:

- Coördinatie, verantwoordelijkheden en communicatie:
 - Er zijn een groot aantal partijen betrokken bij uitvoering van het ombouwplan. Het is essentieel goede afspraken te maken over de verantwoordelijkheden van de uit te voeren taken.
 - Omdat de ombouw een complex en tijdrovend proces is, is een goede coördinatie essentieel. De gemeente is de aangewezen partij om de ombouw van het distributienet naar waterstof te coördineren en hierover te communiceren.
 - Betrokken partijen zullen elkaar optimaal moeten informeren en bij bepaalde activiteiten is goede afstemming nodig.
 - Draagvlak bij de eindgebruikers is een essentiële randvoorwaarden. Het gaat hierbij om de acceptatie dat de energievoorziening met aardgas niet langer kan blijven bestaan, dat waterstof een goede vervanger is voor aardgas, d.w.z. veilig, betaalbaar (t.o.v. van alternatieven, zoals all-electric) en de leveringszekerheid is geborgd.
 - Voor communicatie met de eindgebruikers is de gemeente verantwoordelijk en zal hiervoor een communicatieplan moeten opstellen.
- Tijdsduur van het ombouwplan:
 - De ombouw van een gedeelte van een gasdistributienet (van planfase tot uitvoeringsfase) kan meerdere jaren in beslag nemen. In de twee uitgewerkte cases loopt dit uiteen van zo'n 3 jaar (3.700 aansluitingen) tot ruim 6 jaar (30.000 aansluitingen).
 - Wanneer een andere keuze voor vervanging van aardgas wordt gemaakt, zoals voor een warmtenet (aanleg van een nieuw netwerk) of voor all-electric (netverzwaring), zal daarvoor ook een plan moeten worden opgesteld en worden uitgevoerd. De activiteiten zijn voor een deel vergelijkbaar met die van het ombouwplan naar waterstof en zullen ook een aanzienlijke doorlooptijd met zich meebrengen. Een vergelijking is echter niet gemaakt.
 - De tijdsduur van het ombouwplan wordt bepaald door de omvang van het distributienet (d.w.z. het aantal aansluitingen en daarvoor benodigde hoeveelheid gekwalificeerd personeel) of door een nieuw te realiseren Hydrogen Distribution Station(s) (HDS) en uitbreiding/verzwaring distributienet, inclusief doorlooptijd van vergunningverlening en ontwerp. Dit laatste vereist een gezamenlijke planvorming door landelijke en regionale gasnetbeheerder.
 - De uitvoeringsfase (voorbereidende werkzaamheden en ombouwoperatie) neemt ruim 70-80% van de totale tijdsduur in beslag.

- De tijdsduur van de ombouwoperatie, waarbij de gaslevering aan eindgebruikers wordt onderbroken, kan worden beperkt door zoveel mogelijk werkzaamheden (zoals vervanging van de bestaande CV-ketel door een H₂-ready ketel) uit te voeren tijdens de voorbereidende werkzaamheden. Ook als dit in totaal weinig tijdswinst oplevert, zorgt deze verschuiving wel voor meer flexibiliteit in de uitvoering.
- De fysieke ombouw (laatste stap van het ombouwplan) kan fors worden ingekort als een dual-fuel ketel en dual-fuel gasmeter kan worden toegepast en spoelen van de gasleidingen met stikstof achterwege kan blijven. Dit maakt het ombouwproces minder complex, verkort de totale doorlooptijd van het ombouwplan en kan zorgen voor kostenbesparing.
- Het meeste technisch geschoold personeel is nodig voor schouwen van de installaties bij de eindgebruikers (planfase) en het vervangen van de gasinstallaties (uitvoeringsfase). Door meer personeel in te zetten kan de doorlooptijd hiervan worden beperkt.
- Opdelen van het distributienet in secties:
 - Voor het ombouwen zal het gasdistributienet worden opgedeeld in secties. Het aantal en de grootte van deze secties is afhankelijk van twee randvoorwaarden: de duur van de gasonderbreking en het aantal in te zetten installateurs die de gasapparatuur bij de eindgebruikers omzetten.
 - Als dual-fuel apparaten/componenten kunnen worden toegepast (zoals gasmeter, CV-ketel), dan kunnen de secties groter zijn of is in het geheel geen sectionering nodig.
 - De volgorde waarin de secties worden omgezet van aardgas naar waterstof is afhankelijk van de plaats van de invoedingspunten voor waterstof en aardgas in het net. Het kan nodig zijn gebruik te maken van een tijdelijk invoedingspunt (bijvoorbeeld een tubetrailer met waterstof of aardgas of via een extra aan te leggen leiding).
- Leveringszekerheid:
 - Doordat gebruik gemaakt wordt van bestaande gasinfrastructuur en naast het gebied dat wordt voorzien van waterstof nog naastgelegen gebieden met aardgas moeten worden voorzien, is het veelal niet mogelijk de leveringszekerheid van het waterstofdistributienet op hetzelfde niveau te houden als in de situatie toen er nog aardgas werd gedistribueerd. Het risico voor een onderbreking van de waterstoflevering aan eindgebruikers zal dan op een andere manier moeten worden opgevangen.
- Alternatieven:
 - Vervanging van de CV-ketel door een H₂-ready ketel of door een dual-fuel ketel (indien beschikbaar) tijdens de voorbereidende werkzaamheden: Een dual-fuel ketel levert tijdswinst op bij de ombouwoperatie. De doorlooptijd bij de voorbereidende werkzaamheden blijft hetzelfde als bij vervanging door een H₂-ready ketel.
 - Het wel of niet spoelen van de distributieleiding, aansluitleiding en/of binnenleiding met stikstof: Als spoelen met stikstof kan worden overgeslagen vereenvoudigd dit de werkzaamheden tijdens de ombouwoperatie.
 - Wel of niet toepassen van gasstoppers bij elke afnemer: Bij nieuwe aansluitingen worden die nu wel toegepast, maar bij bestaande aansluiting zijn die niet aanwezig. Deze kunnen eventueel tijdens de voorbereidende werkzaamheden alsnog worden geplaatst.
 - Tijdelijke gasvoorziening vanuit bestaande gasnet of met tubetrailers: Tijdens de ombouw zullen de eindgebruikers die nog niet zijn voorzien van waterstof, nog aardgas geleverd moeten krijgen. Dat is mogelijk als het distributienet dat omgebouwd wordt nog een GOS heeft dat verbonden is met een RTL op aardgas of is verbonden met een gasdistributienet dat op aardgas blijft. Als alternatief kan een tubetrailer worden ingezet voor de tijdelijke voorziening van aardgas of waterstof.

Aanbevelingen

Dit onderzoek geeft aanleiding tot de volgende aanbevelingen:

- **Lessen uit huidige pilots:** Er worden de komende jaren diverse pilotprojecten uitgevoerd. De ervaringen die hierbij worden opgedaan en inzichten (ook ten aanzien van coördinatie, verantwoordelijkheden en communicatie) die worden verkregen kunnen een belangrijke input vormen voor het doorontwikkelen van het model ombouwplan.
- **Versnelling vergunningprocedures:** de doorlooptijd van vergunningsprocedures kunnen een grote impact hebben op de doorlooptijd van het gehele ombouwplan (bijv. de vergunningprocedure voor het HDS). Aanbevolen wordt te onderzoeken hoe de doorlooptijd van vergunningsprocedures kan worden bekort.
- **Sanering:** Voor gasdistributienetten die worden omgebouwd naar waterstof wordt aanbevolen de komende jaren oude leidingdelen die niet langer geschikt zijn, waaronder gietijzer, te vervangen.
- **Geschiktheid afsluiters:** Er is nog onvoldoende onderzoek gedaan naar de lekdichtheid (zowel intern als externe lekkage) van afsluiters op waterstof. Nader onderzoek hiertoe wordt aanbevolen.
- **Inertiseren van binnenleidingen:** In hoeverre de binnenleiding geïnertiseerd dient te worden met stikstof (of een op een andere wijze) is nog onderwerp van discussie. Daarom wordt geadviseerd om hier aanvullend (praktijk)onderzoek naar te verrichten.
- **Vullen van het gasnet met waterstof:** Onderzoek moet uitwijzen hoe een vermaasd net op veilige wijze kan worden gevuld met waterstof.
- **H₂-ready ketel:** Toepassen van een H₂-ready ketel is bepalend voor de uitvoering van de ombouw. Een goede definitie, c.q. normering van een H₂-ready ketel ontbreekt echter nog. Aanbevolen wordt deze op te stellen.
- **Dual-fuel componenten:** Beschikbaarheid van dual-fuel ketel en gasmeters zorgen voor een aanzienlijke vereenvoudiging en versnelling van de fysieke ombouw. Aanbevolen wordt een dual-fuel ketel te laten ontwikkelen, c.q. te stimuleren dat marktpartijen dit gaan doen. Ook is meer duidelijkheid nodig over geschiktheid van gasmeters voor zowel aardgas als waterstof.
- **Leveringszekerheid:** In vergelijking met aardgasdistributie kan de zekerheid van waterstofdistributie niet altijd op hetzelfde niveau worden gehandhaafd vanwege minder aantal invoedingpunten en/of mindere vermazing van het net. Aanbevolen wordt onderzoek te doen naar risico van onderbreking van de waterstoflevering en hoe dat kan worden beperkt.
- **Vergroten efficiëntie ombouw:** In dit onderzoek zijn de kosten van de ombouw niet in kaart gebracht. Een beter inzicht naar de ombouwkosten kan behulpzaam zijn het verbeteren van de kostenefficiëntie van het ombouwproces. Daarnaast kan de ombouw mogelijk worden vereenvoudigd, bijvoorbeeld door activiteiten efficiënter uit te voeren of het aantal handelingen te beperken. Hiernaar zou onderzoek kunnen worden verricht.
- **Beschikbaarheid van betaalbare waterstof:** Of het voor eindgebruikers aantrekkelijk is over te schakelen op een gasvoorziening op basis van waterstof, is afhankelijk van de toekomstige beschikbaarheid en betaalbaarheid van waterstof. Dat is een belangrijke randvoorwaarde voor het ombouwen van het gasdistributienet. Aanbevolen wordt de ontwikkelingen met betrekking tot het waterstofaanbod goed te volgen.

Inhoud

Document samenvatting	2
Executive summary	3
Samenvatting.....	7
1. Aanleiding.....	13
2. Uitgangspunten	15
3. Ombouwplannen.....	17
3.1 Waterstofprojecten en ombouwstudies	17
3.2 Uitgevoerde casestudies	18
4. Verantwoordelijkheden en tijdsplanning.....	22
4.1 Taken en verantwoordelijkheden	22
4.2 Tijdsplanning	27
4.3 Communicatie	27
5. Model ombouwplan	29
5.1 Stap 1: Gebiedsselectie	29
5.2 Stap 2: Netplanning.....	30
5.3 Stap 3: Keuze varianten.....	31
5.4 Stap 4: Inventarisatie eindgebruikers.....	31
5.4.1 Kleinverbruikers.....	32
5.4.2 Grootverbruikers	32
5.5 Stap 5: Aanpassingen vaststellen	32
5.5.1 Waterstofaanvoer	32
5.5.2 Distributienet.....	33
5.5.3 Kleinverbruikers.....	33
5.5.4 Grootverbruikers	34
5.6 Stap 6: Uitvoering voorbereidende werkzaamheden	34
5.6.1 Waterstofaanvoer	34
5.6.2 Distributienet.....	35
5.6.3 Kleinverbruikers.....	35
5.6.4 Grootgebruikers	36
5.7 Stap 7: Ombouwoperatie	36
5.7.1 Waterstoflevering in gebruik nemen	36
5.7.2 Hoge druk distributienet, grootverbruikers	36
5.7.3 Lage druk distributienet, kleinverbruikers	37
6. Conclusie en aanbevelingen.....	39

Referenties 42

1. Aanleiding

Het overheidsbeleid is gericht op het afbouwen van het gebruik van aardgas. In kader van dit beleid stellen gemeenten een Transitievisie Warmte op waarin voor verschillende wijken wordt bepaald hoe de toekomstige warmtevraag zal worden ingevuld. In overleg met de netbeheerder van het gasdistributienet kunnen gemeenten besluiten woningen, utiliteitsgebouwen en bedrijven te gaan voorzien van waterstof. Hiervoor kan het bestaande aardgasdistributienet worden omgebouwd naar nagenoeg 100% waterstof. Ook dienen de gasinstallaties en apparaten bij de eindgebruikers geschikt gemaakt te worden voor de toepassing van waterstof. De lokale beschikbaarheid van waterstof zal medebepalend zijn voor de keuze om een gasdistributienet naar waterstof om te bouwen. Dat kan een lokale waterstofproductie zijn, de nabijheid van een waterstoftransportleiding in combinatie met landelijke opererende waterstofleveranciers die levering van waterstof kunnen garanderen of een combinatie van beide.

Scope van het onderzoek

In deze studie is een generiek ombouwplan ontwikkeld dat door netbeheerders als model kan worden gebruikt bij het ombouwen van het bestaande aardgasdistributienet naar waterstof. Hierbij is ervan uitgegaan dat waterstof beschikbaar is en zoveel mogelijk gebruik kan worden gemaakt van bestaande assets. Het ontwikkelde ombouwplan heeft betrekking op de ombouw van het gasdistributienet vanaf de aansluiting op het waterstofinvoedingstation tot en met de gasinstallaties bij de eindgebruikers. In de tijd start het ombouwplan bij de beslissing om in een geselecteerd gebied waterstof te gaan distribueren en loopt tot en met de fysieke ombouw van het gasdistributienet en aangesloten eindgebruikerstoepassingen. In het ombouwplan wordt er mee rekening gehouden dat omliggende gebieden nog enige tijd van aardgas voorzien blijven.

Inventarisatie

Dit onderzoek is gestart met een analyse naar een aantal aspecten die relevant zijn voor een ombouwplan. De resultaten daarvan zijn gepubliceerd in D7.1 – Inventarisatie van relevante aspecten voor ombouw van gasdistributienetten naar waterstof [1]. Hierbij is onder meer een inventarisatie gemaakt van Nederlandse waterstofprojecten en ombouwstudies en enkele in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

Casestudies

Naast kennis en inzichten die reeds zijn opgedaan door netbedrijven bij uitvoering van waterstofprojecten en ombouwstudies, zijn in dit onderzoek ook twee casestudies uitgevoerd. Voor deze cases zijn gedetailleerde plannen gemaakt voor de ombouw van bestaande gasdistributienetten in Kapelle en in en nabij Nijmegen. De Kapelle case wordt gekarakteriseerd door een bedrijventerrein in combinatie met gebouwde omgeving in een kleine woonplaats. Bij Nijmegen gaat het om een combinatie van stedelijke en landelijke gebieden. In de ombouwplannen zijn alle activiteiten beschreven die moeten worden uitgevoerd, opgedeeld in 3 fasen en 7 stappen. Bij sommige activiteiten zijn er alternatieven mogelijk waarbij de keuze onder meer afhankelijk is van beschikbaarheid van apparaten en componenten of waarvoor nog nader onderzoek nodig is. Voor elk ombouwplan is een tijdsplanning gemaakt, rekening houdend met de omvang van het distributienet en het aantal en typen eindgebruikers. De invloed die aannames en randvoorwaarden hebben voor de tijdsplanning is expliciet gemaakt. Bij uitvoering van het ombouwplan zullen een groot aantal partijen betrokken zijn, zoals gemeente(n), netbeheerder, beheerders van het aardgas- en waterstoftransportnet, waterstofleveranciers, installateurs en eindgebruikers. Voor elk ombouwplan

is per activiteit aangegeven hoe de taken en verantwoordelijkheden kunnen worden verdeeld. Omdat de ombouw een complex en tijdrovend proces is, is een goede coördinatie essentieel. Bovendien zullen betrokken partijen goed moeten worden geïnformeerd en is bij bepaalde activiteiten goede afstemming nodig. Hiervoor zal een communicatieplan moeten worden opgesteld.

Model ombouwplan

Het ontwikkelde model ombouwplan dat in dit rapport wordt gepresenteerd is gebaseerd op de inzichten uit de waterstofprojecten en ombouwstudies en de twee uitgevoerde casestudies. De voorgesteld aanpak is daarbij generiek gemaakt zodat deze als basis gebruikt kan worden voor elk gasdistributienet. Wel zal elke ombouwplan aangepast moeten worden aan specifieke lokale situaties en omstandigheden. Dit generieke ombouwplan zal in de toekomst moeten worden getoetst aan nieuwe ontwikkelingen en opgedane ervaringen en zo nodig worden bijgesteld.

Leeswijzer

Dit rapport heeft de volgende structuur:

- In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de uitgangspunten en randvoorwaarden die voor het model ombouwplan van toepassing zijn. Daarbij wordt ook ingegaan op effecten en consequenties die veranderingen in de uitgangspunten hebben voor het ombouwplan.
- Hoofdstuk 3 biedt een overzicht van leerpunten uit waterstofprojecten en ombouwstudies die door netbeheerders zijn uitgevoerd, alsmede een samenvatting van de twee casestudies die in kader van dit onderzoek zijn uitgevoerd. De ombouwplannen voor de twee casestudies zelf staan weergegeven in twee niet publiek beschikbare bijlagen bij dit rapport.
- In hoofdstuk 4 wordt de structuur van het ombouwplan besproken, hoe taken en verantwoordelijkheden voor de verschillende activiteiten kunnen worden verdeeld en wordt ingegaan op de tijdsplanning en op het belang van een goed communicatieplan.
- Het model ombouwplan bestaat uit 51 activiteiten, opgedeeld in 3 fasen en 7 stappen. Hoofdstuk 5 beschrijft deze activiteiten per stap.
- Hoofdstuk 6 biedt een overzicht van de belangrijkste inzichten die in dit project zijn verkregen. Ook zijn hier aanbevelingen geformuleerd, waaronder die over onderzoek dat kan helpen bij het verder vergroten van inzichten en kan helpen bij het verbeteren van het hier gepresenteerde model ombouwplan.

2. Uitgangspunten

Bij het opstellen van het model ombouwplan zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd en aannames gemaakt. Deze staan in tabel 1 weergegeven en toegelicht. Sommige aannames kunnen worden gewijzigd, zoals het aantal in te zetten installateurs of monteurs. Ook zijn er keuzes mogelijk (opties). Het effect van verandering van de aannames en de keuzes op het ombouwplan wordt besproken in hoofdstuk 5.

Afgaande op de huidige EU-voorstellen zal het waterstofdistributienet beheerd worden door een aparte netbeheerder, apart van de beheerder van het aardgasdistributienet. De assets van het bestaande distributienet welke voor waterstof gebruikt gaan worden zullen overgedragen worden aan de beheerder van het waterstofdistributienet. Hierbij sluiten we aan bij de voorgestelde aanpassing van de Europese Gasverordening en de Gasrichtlijn [1]. Wordt in de komende 5 jaar een aardgasnet omgebouwd in kader van een waterstofpilot, dan is het Tijdelijk Kader Waterstofpilots van de ACM van toepassing [1]. Een pilot moet betrekking hebben op de gebouwde omgeving en een specifiek leerdoel hebben. Netbeheerders mogen het transport en de distributie van waterstof over het net verrichten, maar hebben geen rol bij de productie, handel en levering van waterstof. Voor waterstofdistributie gelden specifieke veiligheidsvoorwaarden. Hiervoor heeft het ministerie van EZK een tijdelijk beleidskader opgesteld. Zie voor verdere toelichting op de (toekomstige) regelgeving voor waterstofdistributie het HyDelta rapport D7.1 – Inventarisatie van relevante aspecten voor ombouw van gasdistributienetten naar waterstof [1].

Tabel 1 – Aannames en uitgangspunten

Waterstofaanvoer en - distributie en -levering	<ul style="list-style-type: none"> • Er is voldoende waterstof beschikbaar voor levering aan de eindgebruikers. • Het waterstofdistributienet wordt beheerd door een aparte netbeheerder. De assets van het aardgasdistributienet worden aan de beheerder van het waterstofdistributienet overgedragen. De beheerder van het waterstofdistributienet heeft geen rol bij de productie, handel en levering van waterstof.
Materialen	<ul style="list-style-type: none"> • Er wordt zo veel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande netinfrastructuur. • Benodigde materialen en apparatuur zijn beschikbaar en hebben geen uitzonderlijke levertijden. Dit geldt ook voor specialistische apparatuur voor de ombouw.
Sectioneren van het distributienet	<ul style="list-style-type: none"> • Maximaal 500 aansluitingen per sectie. Dit volgt uit het aantal in te zetten installateurs en de maximale duur van de gasonderbreking tijdens de ombouw: 50 installateurs x 2 woningen per installateur per dag x 5 werkdagen per week.
Inventarisatie eindgebruikers	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinverbruikers: <ul style="list-style-type: none"> ○ 50 schouwers ○ 8 woningen per schouwer per dag (maximaal) • Grootverbruikers: <ul style="list-style-type: none"> ○ 10 schouwers ○ 1 bedrijf per schouwer per dag

Vorbereiding ombouw distributienet + gasmeter	<ul style="list-style-type: none"> • 15 monteurs per sectie (eigen personeel netbeheerder of ingehuurse aannemers).
Vorbereiding ombouw binneninstallatie en gasapparaten	<ul style="list-style-type: none"> • Alleen vervanging van CV-ketel bij kleinverbruikers is opgenomen in het ombouwplan. De kleinverbruiker zal zelf moeten zorgen voor vervanging van andere gastoestellen, zoals kooktoestel. • Beschikbaarheid van een H₂-ready ketel of dual fuel ketel: <ul style="list-style-type: none"> ○ Een H₂-ready ketel kan door vervanging van regelunit/brander tijdens de ombouw eenvoudig geschikt gemaakt worden voor waterstof. Er worden door ketelfabrikanten H₂-ready ketels ontwikkeld die geschikt is voor aardgas en binnen een uur kan worden omgezet naar 100% waterstof [1]. ○ Een dual-fuel ketel kan zowel aardgas als waterstof op doelmatige en veilige wijze worden toegepast. Het is nog niet bekend of dit type ketel in ontwikkeling is. • De beschikbaarheid van een waterstof of dual-fuel gasmeter; een dual-fuel gasmeter kan het verbruik van zowel aardgas als waterstof correct meten (voldoet aan eisen comptabele meter).¹ • Kleinverbruikers: <ul style="list-style-type: none"> ○ 50 installateurs ○ 2 installateurs per woning per dag ○ Alleen verwarmingsapparatuur en meters, geen kooktoestellen. • Grootverbruikers/Cluster-6: <ul style="list-style-type: none"> ○ 50 installateurs ○ 2 installateurs per bedrijf per dag
Ombouw distributienet	<ul style="list-style-type: none"> • 15 monteurs per sectie (eigen personeel netbeheerder of ingehuurse aannemers).
Ombouw binneninstallatie + gasapparaten	<ul style="list-style-type: none"> • Kleinverbruikers/grootverbruikers: <ul style="list-style-type: none"> ○ 50 installateurs ○ 500 aansluitingen per week (1 sectie)
Ombouw	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale duur onderbreking gaslevering: 5 werkdagen. • 7 maanden per jaar (niet in periode november-maart).

¹ Hoewel er nu nog geen volledige duidelijkheid is over de toepasbaarheid van bestaande gasmeters voor waterstof of beschikbaarheid van waterstof-ready meters, wordt ervan uitgegaan dat die duidelijkheid er is tegen de tijd dat de ombouw zal plaatsvinden.

3. Ombouwplannen

Het model ombouwplan is mede gebaseerd op inzichten die verkregen zijn in waterstofprojecten en ombouwstudies die door netbeheerders zijn uitgevoerd. Voor dit onderzoek is een inventarisatie gemaakt van deze waterstofprojecten en ombouwstudies (zie D7.1 – Inventarisatie van relevante aspecten voor ombouw van gasdistributienetten naar waterstof [1]). De inventarisatie omvat 11 projecten (overwegend praktijktesten en pilots) en 8 studies². Van deze 19 projecten en studies zijn er 14 uit Nederland, 3 uit Duitsland en 2 uit het Verenigd Koninkrijk. In enkele ombouwprojecten en -studies is een stappenplan voor de conversie uitgewerkt. Het betreft projecten en studies van Alliander (Lochem, Haarlem, IJmuiden en Drachten) [2, 3], Stedin (Uithoorn, Stad aan 't Haringvliet, Gouda, Noord-Beveland) [4, 5, 6] en H21 (Leeds, UK) [7]. In paragraaf 3.1 worden de belangrijkste leerpunten uit deze projecten en studies samengevat.

Daarnaast is het model ombouwplan gebaseerd op twee case studies die voor dit onderzoek zijn uitgevoerd. Het betreft een gasdistributienet van Liander in en nabij Nijmegen en een gasdistributienet van Stedin in Kapelle. Doel van de casestudies was om de stappen van een ombouwplan in meer detail in beeld te brengen. De casestudies worden uitgebreid beschreven in twee niet openbare bijlagen bij dit rapport: bijlage A (Nijmegen) en bijlage B (Kapelle). In paragraaf 3.2 worden de casestudies samengevat en worden de belangrijkste inzichten uit deze casestudies weergegeven.

3.1 Waterstofprojecten en ombouwstudies

Hoewel de informatie die verschillende projecten en studies verstrekken over ombouw van distributienetten zeer verschillend is en moeilijk vergelijkbaar, kunnen er een aantal leerpunten uit worden getrokken:

- *Opdelen in stappen*: Het is zinvol het ombouwplan op te delen in een aantal afzonderlijke stappen voor zowel de voorbereiding als de uitvoering van de ombouw. Alliander heeft voor de ombouw van gebieden met meerdere duizenden aansluitingen (Haarlem, IJmuiden, Drachten) zo'n stappenplan ontwikkeld [2, 3]. Hierin worden 8 stappen onderscheiden. De eerste 6 stappen hebben betrekking op de voorbereiding: (1) waterstofgebied definiëren, (2) opdelen in behapbare grootte, (3) inventarisatie opbouw gasnet in deelgebieden, (4) inventarisatie klanten deelgebied, (5) technisch omschakelplan en (6) planning. De laatste twee stappen betreffen de uitvoering van het ombouwplan: (7) ombouwen gasnet en (8) omschakelen.
- *Onderbreking gaslevering*: Voor het veilig omschakelen van de gaslevering van aardgas naar waterstof dient de gaslevering te worden onderbroken. Het uitgangspunt van Stedin in het conversieplan van Stad aan 't Haringvliet is dat de woningen niet langer dan één dag zonder gas zitten [5]. Alliander gaat uit van een onderbreking van één week [3]. In het H21-project voor Leeds (UK) wordt uitgegaan van een onderbreking gedurende de ombouw van 1 tot 5 dagen [6].
- *Omschakelen buiten stookseizoen*: Om twee redenen is het omschakelen met onderbreken van de gaslevering gedurende het stookseizoen minder wenselijk: (1) de impact van de onderbreking voor de afnemer is dan het grootst en (2) de gasstroom is relatief groot in deze periode waardoor instandhouding van de gasvoorziening van de verschillende secties eerder kritisch wordt. Om die redenen vindt de omschakeling in het H21-project alleen buiten het stookseizoen (april-september) plaats.
- *Opdelen van het gasdistributienet*: Het omschakelen van een gasdistributienet met meerdere duizenden aansluitingen vindt gefaseerd plaats. Hiervoor wordt het gasdistributienet opgedeeld

² Aan projecten gaan studies vooraf. Is er een voornemen om daadwerkelijk fysieke waterstof te distribueren en leveren spreken we hier over een project. Met een studie wordt aangeduid dat het een onderzoek betreft waarbij nog geen concreet voornemen bestaat om het distributienet van waterstof te voorzien.

in secties. Het uitgangspunt met betrekking tot de gasonderbreking is van invloed op de omvang van de secties. In de verschillende ombouwstudies verschilt de grootte van de secties. Alliander gaat (Haarlem, IJmuiden, Drachten) [3] uit van 3000 aansluitingen, H21 (Leeds, UK) [6] van 2500 aansluitingen en Stedin (Stad aan 't Haringvliet) van 15-20 aansluitingen [5].

- *Volgorde waarin de secties worden omgeschakeld:* Hiervoor is de plaats waar waterstof wordt ingevoerd bepalend. De secties die nog niet zijn omgeschakeld moeten van aardgas voorzien blijven. In het ombouwplan dient de volgorde bepaald te worden waarin de secties worden omgeschakeld. In het H21-ombouwplan worden twee strategieën beschreven waarbij de plaats van de waterstofinvoeding verschilt. Hiermee kan de duur van de gasonderbreking worden beïnvloedt.
- *Werkzaamheden bij het omschakelen:* De werkzaamheden bij het omschakelen betreffen werkzaamheden aan het gasdistributienet, zoals het afsluiten van de sectie van het gasdistributienet (sluiten netscheiders en gaskraan eindgebruikers), drukloos maken van de leiding, spoelen van de gasleiding en het op druk brengen met waterstof. Daarnaast vinden werkzaamheden plaats vanaf en na de meter, zoals vervangen gasmeter, vervangen van gasapparatuur (CV-ketel), binneninstallatie controleren op dichtheid en spoelen aansluitleiding en binnenleiding. Wanneer apparaten al eerder worden vervangen (bijv. aardgas CV-ketel door H₂-ready ketel) beperkt dit de werkzaamheden die bij de omschakelen moeten worden uitgevoerd [1]. In het ombouwproject Uithoorn heeft Stedin de gasdistributieleiding gespoeld met een stikstof alvorens waterstof in de gasleiding wordt gelaten [4].
- *Verantwoordelijkheid en coördinatie:* Bij veel van de waterstofprojecten neemt de netbeheerder de verantwoordelijkheid op zich voor de planning en uitvoering. Bij pilots met als doel het opdoen van ervaring hoeft dat geen probleem te zijn. Echter, bij uitvoering van ombouwplannen gelden voor de netbeheerder reguleringkaders waar de netbeheerder binnen moeten blijven. Zowel de rolscheiding als vereiste coördinatie tussen de verschillende verantwoordelijkheden verdient aandacht. De verschillende stappenplannen geven maar in beperkte mate inzicht in wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de verschillende stappen en activiteiten, zoals het inventariseren van technische aanpassing bij eindgebruikers.

3.2 Uitgevoerde casestudies

Nijmegen

Voor de case Nijmegen wordt verondersteld dat een bestaande RTL door Gasunie wordt omgebouwd naar waterstof om twee steenfabrieken van waterstof te voorzien. De RTL wordt verbonden met de landelijke waterstoftransportleiding. Op de RTL zijn ook drie GOS-en aangesloten die het oostelijke deel van de stad Nijmegen en het gebied ten zuiden van de Waal en Rijn en ten oosten van Nijmegen van gas voorzien. In dit gebied liggen de plaatsen Ooij en Millingen a/d Rijn. In totaal zijn er in dit gebied ca. 30.000 gasaansluitingen in zowel stedelijk als landelijk gebied. Verondersteld wordt dat de gemeenten Nijmegen en Berg en Dal en Liander er gezamenlijk voor kiezen dit gebied van waterstof te voorzien en daarvoor het gasdistributienet naar waterstof om te bouwen.

Als uitgangspunt geldt dat de fysieke ombouw alleen in de periode april t/m oktober plaatsvindt, d.w.z. buiten het stookseizoen. Voor de ombouw wordt het distributienet opgedeeld in secties van 500 aansluitingen. De ombouw wordt in één werkweek uitgevoerd. Voor de ombouwoperatie van 60 secties is in totaal 27 maanden nodig. Hierdoor zal het bestaande distributienet tijdens de ombouw tegelijkertijd, ook gedurende de winterperiodes, een deel van de eindgebruikers van waterstof worden voorzien, terwijl aan een ander deel nog aardgas geleverd krijgt.

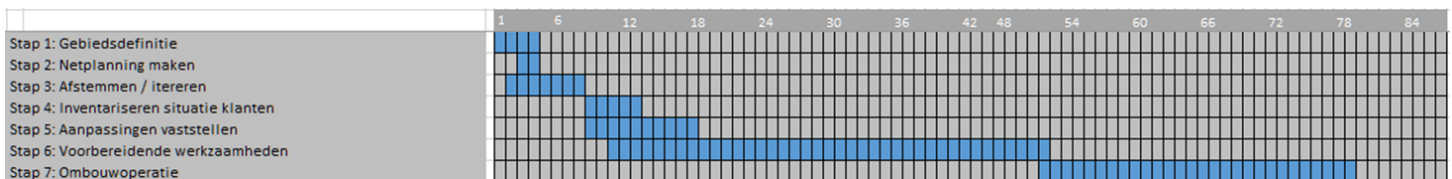
Op het moment dat de RTL wordt gevoed met waterstof, vervalt de voeding van aardgas aan de drie GOS-en in het gebied. De plaatsen Ooij en Millingen a/d Rijn krijgen dan geen aanvoer van aardgas meer. Hoewel het distributienetwerk in Nijmegen nog verbonden is met andere GOS-en die aangesloten blijven op een met aardgas gevoede RTL, is de capaciteit van het distributienet waarschijnlijk onvoldoende om de uitval van de GOS in het oosten van Nijmegen volledig op te vangen. Om tijdens de ombouw het gebied van zowel aardgas als waterstof te voorzien, zijn er verschillende mogelijkheden: tijdelijke gasvoorziening op basis van tubetrailers, extra aansluitingen op RTL met aardgas en verzwaring van het 3 bar net met aansluiting op 8-bar distributienet. In de twee laatste varianten is de aanleg van extra leidingen noodzakelijk. Voor het maken van een keuze zullen netberekeningen moeten worden uitgevoerd, kosten worden bepaald en zullen ook praktische en veiligheidsaspecten in ogenschouw moeten worden genomen. Voor het uitwerken van de case Nijmegen is uitgegaan van een tijdelijke gasvoorziening op basis van tubetrailers voor het landelijk gebied en aansluiting op 8-bar distributienet met verzwaring van het 3 bar net voor het stedelijk gebied.

De totale ombouw voor de case Nijmegen wordt geschat op 79 maanden. Dit is opgedeeld in een onderzoeksfase (8 maanden), een planfase (10 maanden) en een uitvoeringsfase (66 maanden) – de plan- en uitvoeringsfase hebben een overlap. Deze planning wordt getoond in tabel 2. Op basis van deze inschattingen blijkt dat de doorlooptijd in de uitvoeringsfase wordt bepaald door de voorbereidende werkzaamheden bij de kleinverbruikers. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de verwarmingsketel vervangen wordt door een waterstof-ready ketel. Deze stap wordt ingeschat op een doorlooptijd van 30 maanden. Tijdens de voorbereidende werkzaamheden kunnen ook de Hydrogen Delivery Stations (HDS-en) worden gerealiseerd (ontwerp, vergunning, realisatie – geschatte doorlooptijd 24 maanden) en netverzwaring van het 3-bar net met aansluiting op het 8 bar net worden uitgevoerd.

Voor de uitvoeringsfase zijn enkele varianten uitgewerkt:

- De bestaande CV-ketel wordt niet tijdens de voorbereidende werkzaamheden, maar tijdens de ombouwoperatie wordt vervangen. De tijdswinst bij de voorbereidende werkzaamheden is echter beperkt omdat in deze periode de HDS-en moeten worden gerealiseerd en de netverzwaring moet worden uitgevoerd. De ombouwoperatie gaat hierdoor echter wel langer duren, waardoor de totale looptijd van het ombouwplan met 10 maanden wordt verlengd naar ruim 7 jaar.
- De bestaande CV-ketel wordt vervangen door een dual-fuel ketel tijdens de voorbereidende werkzaamheden van de uitvoeringsfase. De doorlooptijd van de voorbereidende werkzaamheden blijft onveranderd. De ombouwoperatie kan wel drastisch worden ingekort van 28 maanden naar 1 maand. De totale doorlooptijd van het ombouwplan wordt hierdoor verkort tot iets meer dan 4 jaar.

Tabel 2 – Indicatieve tijdsplanning Nijmegen case (referentie)



Kapelle

Verondersteld wordt dat door Gasunie een nieuwe waterstoftransportleiding wordt aangelegd waarmee het industriegebied van Vlissingen-Oost (Sloehaven) wordt gekoppeld aan de landelijke waterstofinfrastructuur (waterstofproductie, -transport en -opslag). Deze nieuwe transportleiding komt ter hoogte van Kapelle nabij de twee bestaande aardgastransportleidingen te liggen. Naast dat waterstof gebruikt kan worden door industriële afnemers op het industrieterrein Sloehaven, kan ook waterstof worden ingevoerd op de transportleiding dat wordt geproduceerd met elektrolyzers uit (offshore) windenergie. Verondersteld wordt dat de gemeente Kapelle samen met Stedin de keuze maakt het bedrijventerrein Smokkelhoek (figuur 1) en de bebouwde kom van Kapelle van waterstof te voorzien. Hiervoor wordt op het bedrijventerrein een nieuw waterstofstation (Hydrogen Delivery Station; HDS) gerealiseerd. Op het bedrijventerrein zijn ruim 300 bedrijven gevestigd en bevinden zich 171 gasaansluitingen (waarvan 41 met een gasmeter groter dan G6). In de bebouwde kom gaat het om ruim 3500 gasaansluitingen.



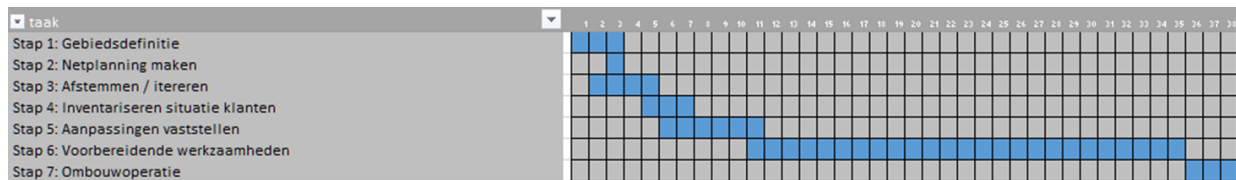
Figuur 1 Bedrijventerrein Smokkelhoek, Kapelle

Waterstof zal vanuit de waterstoftransportleiding, via een nieuw te bouwen Hydrogen Distribution Station (HDS), het 4 bar distributienet van waterstof voorzien. Deze leiding en de daarop aangesloten vijf grootverbruikers zullen als eerste worden omgebouwd naar waterstof. Dit geldt ook voor de tuinders, waarvan er één op het hoogcalorisch gasnet van Gasunie aangesloten is. Het bestaande GOS blijft het 100 mbar van aardgas voorzien. Vervolgens wordt het 100 mbar net, sectie voor sectie, omgebouwd naar waterstof, te beginnen op het bedrijventerrein Smokkelhoek dat ten opzichte van het GOS aan de andere kant van het 100 mbar distributienet ligt. Hiervoor is het 100 mbar opgedeeld

in 8 secties van elk ongeveer 500 aansluiting; alleen het aantal aansluitingen op het bedrijventerrein ligt hier ruim onder.

De doorlooptijd van de onderzoeksfase van de Kapelle case bedraagt 5 maanden. De planfase duurt 7 maanden en de uitvoeringsfase 28 maanden. De opdeling van het ombouwplan in stappen wordt in hoofdstuk 4 toegelicht. Het ombouwplan heeft daarmee een totale doorlooptijd van 37 maanden, zie tabel 3. Om de doorlooptijd en onderbreking van gaslevering voor eindgebruikers zo kort mogelijk te houden, worden aanpassingen zoveel mogelijk uitgevoerd tijdens de voorbereidende werkzaamheden (zoals vervanging CV-ketel door H₂-ready ketel en vervanging van gasmeters die ook voor waterstof geschikt zijn). De ombouwoperatie zelf wordt in 3 maanden uitgevoerd in de periode april-oktober, d.w.z. buiten het stookseizoen. De doorlooptijd van de uitvoeringsfase wordt bepaald door de realisatie van het HDS (ontwerp, vergunning, realisatie; doorlooptijd van in totaal 24 maanden). Versnelling van voorbereidende werkzaamheden en ombouwoperatie bij distributienet en eindgebruikers zal niet resulteren in een verkorting van de doorlooptijd van het ombouwplan.

Tabel 3 – Indicatieve tijdsplanning Kapelle case



4. Verantwoordelijkheden en tijdsplanning

4.1 Taken en verantwoordelijkheden

Opdeling in fasen en stappen

Het ombouwplan kan worden opgedeeld in 3 fasen en 7 stappen (zie figuur 2). Elk van de stappen kan vervolgens worden opgedeeld in een aantal afzonderlijke activiteiten. Het aantal activiteiten per stap kan variëren van 4 tot 15; in totaal worden 51 activiteiten onderscheiden, zie

Tabel 4.

- In de *onderzoeksfase* wordt het gebied gedefinieerd dat zal worden omgebouwd naar waterstof en vindt een screening plaats van de eindgebruikers (aantal, type, etc.). In deze fase wordt ook bepaald hoe het distributienet van waterstof zal worden voorzien (via een lokale waterstofproductie, een waterstoftransportleiding of beide) en, op basis van informatie over het distributienet, wordt bepaald hoe het net in secties kan worden opgedeeld en in welke volgorde de omschakeling naar waterstof kan plaatsvinden. Op basis van de nettopologie kunnen er mogelijk varianten worden onderscheiden waarbij er van wordt uitgegaan dat het gasgebruikers buiten het voorkeursgebied voor waterstof voorlopig nog van aardgas voorzien zullen blijven. In geval er varianten zijn, zal hieruit een keuze gemaakt moeten worden en definitief worden bepaald welk deel van het gasdistributienet en welke afnemers overgezet zullen worden naar waterstof.
- In de *planfase* wordt een inventarisatie gemaakt van eindgebruikers, waarbij een schouwing plaatsvindt van de gasapparatuur en binneninstallatie. De noodzakelijke aanpassingen aan het gasdistributienet en bij de eindgebruikers worden bepaald. De eindgebruikers krijgen informatie over van installateurs over de aanpassingen/vervangen van de gasinstallaties, de kosten daarvan en een aanbod voor waterstoflevering van de waterstofleveranciers. Ook worden eindgebruikers geïnformeerd over mogelijke alternatieven, zoals een all-electric oplossing. Op basis hiervan kunnen eindgebruikers een keuze maken om wel of niet op waterstof te worden aangesloten.
- De *uitvoeringsfase* begint met het opstellen van een planning voor de voorbereidende werkzaamheden en de uitvoering van de ombouwoperatie. De voorbereidende activiteiten hebben betrekking op de waterstofaanvoer, het distributienet en de eindgebruikers. Voor een ombouw van een bestaand GOS naar een Hydrogen Delivery Station (HDS)³ of een nieuw te realiseren HDS zal een ontwerp moet worden gemaakt, een vergunning worden aangevraagd en het HDS zal moeten worden gerealiseerd. Bij een nieuw HDS zal ook voor de transportleiding een vergunning nodig zijn en zal deze leiding moeten worden gerealiseerd. Hoewel het uitgangspunt is zoveel mogelijk de bestaande netinfrastructuur te gebruiken, zullen daaraan aanpassingen nodig zijn en zullen leidingdelen en componenten mogelijk moeten worden vervangen (omdat ze niet geschikt zijn voor waterstofdistributie of voor instandhouding van het distributienet). De gasmeters zullen worden vervangen door gasmeters die geschikt zijn voor waterstof. Bij de eindgebruikers worden gasapparaten vervangen door apparaten die geschikt zijn, c.q. eenvoudig geschikt gemaakt kunnen worden voor waterstof, dan wel door elektrische apparaten. Ook kunnen aanpassingen aan de binneninstallatie nodig zijn.
Na afronding van de voorbereidende werkzaamheden zal de ombouwoperatie beginnen. Hierbij wordt sectie voor sectie het aardgas vervangen door waterstof. De volgorde waarin de secties worden overgeschakeld van aardgas naar waterstof is bepaald in de onderzoeksfase. Tijdens de ombouw wordt bij de eindgebruiker de binneninstallatie met stikstof gespoeld (optioneel) en getest en wordt de gasapparatuur omgezet naar waterstof of vindt er vervanging plaats van apparaten.

³ Het Hydrogen Delivery Station (HDS) is het overdrachtspunt voor waterstof van Gasunie naar de regionale netbeheerder.



Figuur 2 – Fasen en stappen van het ombouwplan

Verantwoordelijkheden, uitvoering en coördinatie

Bij de ombouw van een gasdistributienet naar waterstof zijn meerdere partijen betrokken. De volgende partijen kunnen worden onderscheiden: gemeente(n), regionale netbeheerder, netbeheerders landelijk aardgastransportnet en waterstoftransportnet (Gasunie), waterstofleveranciers, installatiebedrijven (direct of via Techniek Nederland) en eindgebruikers. Vanuit de Rijksoverheid zijn gemeenten aangewezen om de energietransitie op lokaal niveau vorm te geven en uit te voeren (o.m. Regionale energiestrategie, Transitievisie warmte). Naar verwachting al de gemeente daarvoor over de benodigde bevoegdheden beschikken. Bovendien kan een gemeente een brede belangenafweging maken en wordt daarbij gecontroleerd door een democratisch gekozen gemeenteraad. Daarom is de gemeente de aangewezen partij om de ombouw van het distributienet naar waterstof te coördineren. Als er meerdere gemeenten betrokken zijn, dan kunnen zij er voor kiezen alle coördinerende taken bij één van de gemeenten onder te brengen en/of hierbij een derde partij in te schakelen. Ook bestaat de mogelijkheid coördinatie bij sommige taken te verdelen, bijvoorbeeld waar het gaat om contacten met eindgebruikers. De gemeenten blijven wel gezamenlijk verantwoordelijk voor de coördinatie.

Voor een optimale uitvoering van het ombouwplan zullen betrokken partijen heldere afspraken moeten maken over hun rollen: wie coördineert, wie is voor welk taak verantwoordelijk, wie neemt de uitvoering op zich, met wie moet worden afgestemd en wie moet worden geïnformeerd. Soms worden rollen gecombineerd. In 4 wordt een voorbeeld gegeven hoe afspraken over coördinatie, verantwoordelijkheden, uitvoering, afstemming en informatie kunnen worden ingevuld. De hier genoemde partijen kunnen nog andere partijen inhuren (zoals aannemers) om activiteiten uit te voeren. Dat is echter uit de tabel weggelaten.

Tabel 4 – Overzicht van de taken van het ombouwplan en illustratieve verdeling van rollen bij de uitvoering.

Legenda: Coördinatie (C), Verantwoordelijk (V), Afstemmen (A), Uitvoeren (U), Informeren (I), grootverbruiker (gv)

* Als dit niet de waterstoftransportleiding is dan waterstofleverancier betrekken

Taak	Gemeente	DSO	TSO	Waterstof leverancier(s)	Installateurs	Eind-gebruikers
Stap 1: Gebiedsdefinitie						
transitievise vastleggen	C/V	A	A	A		
aanvoer waterstof bepalen	C	A	V	I*		
screening eindgebruikers in voorkeursgebied	V/U	A			I	
voorkeursgebieden definiëren	A	V/U	A		I	
communicatie met eindgebruikers	V				I	I
Stap 2: Netplanning maken						
inventarisatie distributienet		V/U				
distributienet sectioneren		V/U				
bepalen aanleverpunten H ₂ /aardgas		V/U	A			
netberekeningen: is netcapaciteit voldoende H ₂ /aardgas?		V/U	A			
Stap 3: Afstemmen / itereren						
varianten definiëren: gebied + netplanning	A	V/U	A			
afstemmen/doorrekenen		V/U				
keuze variant	V	A	A	I	I	A (gv)
communicatie met eindgebruikers	V					I
Stap 4: Inventariseren eindgebruikers						
welke klanten gaan over, of anders van het gas af?	V			I	I	U
database met checklist voorbereiden	V/U	A			A	
kleinverbruikers schouwen(<G6)	C	I		I		
[online/bestaande database] jaarverbruik, aansluitcapaciteit	V				U	
inventarisatie: meterkast, binnenleidingen, gastoestellen	V				U	
grootverbruikers schouwen	C	I		I		V
[online/database] jaarverbruik, aansluitcapaciteit	V					U
inventarisatie: meterkast, binnenleidingen, gastoestellen	V					U
onderbreking / tijdelijke alternatief inventariseren	V					U
Stap 5: Aanpassingen vaststellen						
netaanpassingen vaststellen		V/U				
definiëren waterstof/aardgas toevoerpunten	A	A	V/U			
definiëren verzwarende / vervanging leidingen (RTL/distributie)		V/U				
definiëren afsluiters voor sectioneren		V/U				
netbeheerder maakt keus (en regelt budget)		V/U				
kleinverbruikers aanpassingen						
welke gastoestellen vervangen/binnenleidingen vervangen?	C				U	V
welke meters vervangen?	C	V				
kostenplaatje kleinverbruiker?	C			A	U	
afnemer maakt keuze (wel of niet H ₂)	C					V

Taak	Gemeente	DSO	TSO	Waterstof leverancier(s)	Installateurs	Eind-gebruikers
grootverbruikers aanpassingen						
welke gastoeppassingen vervangen?	C				U	V
aansluitcapaciteit aanpassen?	C	V				
tijdelijk alternatief / onderbreking vastleggen	C	A				V
kostenplaatje grootverbruiker?	C			A	U	
afnemer maakt keuze (wel of niet H ₂)	C					V
Stap 6: Voorbereidende werkzaamheden						
planning maken	C	V/U	I		I	
communicatie met eindgebruikers	C	V				I
aanpassingen netwerk realiseren		V				
ontwerp & vergunning voor HDS, netverzwaring en waterstof toevoer		A	V			
nieuwe HDS realiseren		A	V			
net verzwaren		V				
waterstof toevoer realiseren		V				
aanpassingen kleinverbruikers	C					
H ₂ -ready ketel ophangen/binneninstallatie aanpassen					U	V
meter vervangen		V				
niet te vervangen gastoestellen vervangen door alternatief (koken/haard/..)						V
aanpassingen grootverbruikers	C					
H ₂ -ready gastoeppassing plaatsen/binneninstallatie aanpassen					U	V
meter vervangen		V				
niet te vervangen gastoestellen vervangen door alternatief					U	V
Stap 7: Ombouwoperatie						
communicatie met eindgebruikers	V	A			A	I
netwerk ombouw per 4 secties		V				
aardgas afsluiten / spoelen met N ₂ / vullen met H ₂		V				
kleinverbruiker ombouw per sectie						
H ₂ -ready ketel omzetten		C			U	V
gassysteem testen		C			U	V
grootverbruiker ombouw per sectie						
gastoestel omzetten van aardgas naar H ₂		C			U	V
gassysteem testen		C			U	V
volgende sectie (s)						

4.2 Tijdsplanning

Tijdsplanning

Uit de uitgevoerde cases komt naar voren dat de doorlooptijd van de tijdsplanning met name wordt bepaald door de tijd die nodig is voor ontwerp, vergunning en realisatie van het HDS (totaal 24 maanden) en de omvang van het om te bouwen gebied, d.w.z. het aantal secties.

Alternatieven

Bij de ombouw kunnen op een aantal punten alternatieven worden onderscheiden:

- Geschiktheid van apparaten en componenten voor zowel aardgas als waterstof. Dit geldt bijvoorbeeld voor de gasmeter en de CV-ketel. Als zij geschikt zijn voor dual-fuel, dan kan de vervanging plaatsvinden tijdens de Voorbereidende werkzaamheden (Stap 6) en levert dat tijdswinst op bij de Ombouwoperatie (Stap 7) ten opzichte van vervanging door een H₂-ready ketel.
- Het wel of niet spoelen van de distributieleiding, aansluitleiding en/of binnenleiding met stikstof. Als spoelen met stikstof kan worden overgeslagen vereenvoudigd dit de werkzaamheden tijdens de Ombouwoperatie (Stap 7).
- Wel of niet toepassen van gasstoppers bij elke afnemer. Bij nieuwe aansluitingen worden die nu wel toegepast (maar niet bij alle netbeheerders), maar bij bestaande aansluiting zijn die niet aanwezig. Gasstoppers bij bestaande aansluitingen kunnen eventueel in stap 6 (voorbereidende werkzaamheden) alsnog worden geplaatst.
- Tijdelijke gasvoorziening vanuit bestaande gasnet of met tubetrailers: Tijdens de ombouw zullen de eindgebruikers die nog niet zijn voorzien van waterstof, nog aardgas geleverd moeten krijgen. Dat is mogelijk als het distributienet dat omgebouwd wordt nog een GOS heeft dat verbonden is met een RTL op aardgas of is verbonden met een gasdistributienet dat op aardgas blijft. Als alternatief kan een tubetrailer worden ingezet voor de tijdelijke voorziening van aardgas (als het distributienet als voorzien wordt van waterstof) of waterstof (vooruitlopend op de definitieve waterstofaanvoer).

4.3 Communicatie

Als coördinator van het ombouwplan is de gemeente verantwoordelijk voor de communicatie met de eindgebruikers. Als onderdeel van het ombouwplan stelt de gemeente een communicatieplan op. Er kunnen meerdere communicatievormen en -kanalen worden gebruikt. Daarnaast kan de gemeente een informatiepunt inrichten waar eindgebruikers terecht kunnen met hun vragen gedurende het gehele ombouwtraject. Tenminste op 5 momenten dient de eindgebruiker te worden geïnformeerd:

- Bij Stap 1 (Gebiedsdefinitie) worden eindgebruikers geïnformeerd over het voornemen om, in kader van het aardgasvrij maken van de warmtevoorziening, het gebied te gaan voorzien van waterstof.
- Aan het einde van de Onderzoeksfase/Stap 3, wanneer exact bekend is welke aansluitingen over zullen gaan naar waterstof, worden eindgebruikers geïnformeerd over het definitieve plan. De eindgebruiker krijgt hierbij inzage in de planning van het ombouwplan, welke informatie hij/zij wanneer zal ontvangen en welke keuze daarbij gemaakt zal moeten worden.
- Aan het einde van Stap 5 (Aanpassingen vaststellen) krijgen de eindgebruikers een aanbieding voor levering van waterstof en worden zij geïnformeerd over de kosten voor aanpassing van de gasinstallatie. Daarbij worden zij gevraagd de keuze te maken over te stappen naar waterstof. Als een eindgebruiker geen keuze maakt, dan wordt deze eindgebruiker niet in het ombouwplan

meegenomen. Mocht de eindgebruiker op een later moment toch een waterstofaansluiting wensen, dan wordt hij/zij behandeld als nieuwe klant.

- Bij Stap 6 (Vorbereidende werkzaamheden) worden eindgebruikers geïnformeerd over de planning van de voorbereidende werkzaamheden.
- Bij Stap 7 (Ombouwoperatie) worden eindgebruikers geïnformeerd over de planning van de ombouwoperatie.

Bij Stap 6 en 7 is toegang tot de installatie van de eindgebruiker nodig. In Stap 6 is er enige flexibiliteit in de volgorde, maar in Stap 7 niet. Een eindgebruiker die niet thuis is/geen toegang verschaft wordt dan overgeslagen en niet aangesloten op waterstof. Die aansluiting kan op een later moment plaatsvinden, met als consequentie dat onderbreking van de gaslevering langer kan duren. Hierover dient de eindgebruiker duidelijk te worden geïnformeerd.

5. Model ombouwplan

In dit hoofdstuk wordt elke stap en elke activiteit van het model ombouwplan toegelicht.

5.1 Stap 1: Gebiedsselectie

Transitievisie vastleggen

Startpunt is de beslissing van een gemeente om, in kader van de Transitievisie Warmte, en in overleg met de regionale netbeheerder woningen, utiliteitsgebouwen en bedrijven in een bepaald gebied te gaan voorzien van waterstof. Het gebied kan groter zijn dan het grondgebied van één gemeente, waardoor meerdere gemeenten betrokken zijn.

De beslissing zal gebaseerd zijn op de lokale beschikbaarheid van waterstof. Dat kan de nabijheid van een waterstoftransportnet zijn in combinatie met landelijke opererende waterstofleveranciers die een meerjarige levering van waterstof kunnen garanderen of een lokale waterstofproductie (bijvoorbeeld een waterstofhub) of een combinatie daarvan. Er is daarom ook afstemming nodig met de waterstofleveranciers en, in geval het waterstof uit een waterstoftransportleiding wordt betrokken, de beheerder van de waterstoftransportleiding (Gasunie).

Een belangrijke randvoorwaarde is het draagvlak bij de eindgebruikers. Het gaat hierbij om de acceptatie dat de energievoorziening met aardgas niet langer kan blijven bestaan, dat waterstof een goede vervanger is voor aardgas, d.w.z. veilig, betaalbaar (t.o.v. van alternatieven, zoals all-electric) en leveringszekerheid is geborgd.

Aanvoer waterstof bepalen

Het invoedingspunt van waterstof in het distributienet wordt bepaald. Voor invoeding vanuit een waterstoftransportleiding of vanuit een lokale waterstofproductie zijn er de volgende mogelijkheden:

- Invoedingspunt op de plaats van één of meerdere bestaande GOS-en die geschikt gemaakt worden voor waterstof.
- Een nieuw invoedingspunt op een andere plaats in het distributienet.
- Een combinatie van een bestaand om te bouwen GOS en een nieuw invoedingspunt.

Bij de locatie van het waterstofinvoedingspunt speelt ook de aanpak van de ombouw een rol. Bij de ombouw zal het betreffende distributienet tijdelijk van zowel aardgas als waterstof worden voorzien, waarbij het waterstof, sectie-voor-sectie, het aardgas zal verdringen. Om die reden zal ook een analyse gemaakt worden van waterstofdistributie in het distributienet.

Screening eindgebruikers in voorkeursgebied

Om inzicht te krijgen in het type eindgebruikers wordt een screening gemaakt van de eindgebruikers die aangesloten zijn op het distributienet. Hierbij gaat het om het aantal kleinverbruikers (zoals huishoudens), aantal en typen utiliteitsbouw en bedrijven. Naast informatie die de gemeente(n) en regionale netbeheerder hierover hebben (bijv. maximale gasafname, grootte gasmeter), kan voor bedrijven gebruik gemaakt worden van data van de Kamer van Koophandel. Met behulp van SBI-codes zijn de bedrijfsactiviteiten van deze eindgebruikers te achterhalen. Op basis van de omschrijving van de bedrijfsactiviteiten kunnen bedrijven worden geïdentificeerd die gas vermoedelijk voor proceswarmte gebruiken.

Voorkeursgebied definiëren

De regionale netbeheerder bepaalt het gebied dat van waterstof voorzien zal worden op basis van de nettopologie. Hierbij wordt nagegaan hoe het gasdistributienet dat omgebouwd zal worden naar waterstof op een logische manier kan worden gescheiden van andere delen van het gasdistributienet die vooralsnog voorzien blijven worden van aardgas. Uitgangspunt is om zoveel mogelijk de bestaande assets te blijven gebruiken.

Communicatie met eindgebruikers

Eindgebruikers zijn al op de hoogte van voornemens tot het aardgasvrij maken van de warmtevoorziening. In deze stap worden eindgebruikers concreet geïnformeerd over voornemen tot waterstofdistributie in het voorlopig gedefinieerde gebied. Eindgebruikers krijgen daarbij te horen wat dit voor hen betekent, welke stappen er zullen volgen en wat de globale tijdsplanning daarvan is, welke keuze van hen verwacht wordt, wanneer dat aan de orde is, welke informatie zij zullen krijgen voor het maken van deze keuze en welke hulp zij daarbij zullen krijgen en van wie. Hierbij zullen meerdere communicatievormen en -kanalen worden gebruikt. Bovendien wordt er een informatiepunt ingericht waar eindgebruikers terecht kunnen met hun vragen gedurende het gehele traject.

5.2 Stap 2: Netplanning

Er wordt een inventarisatie gemaakt van het distributienet. Bij de inventarisatie gaat het om de gebruikte componenten en materialen. Ook het niet aanwezig zijn van componenten (bijv. gasstoppers) is hier onderdeel van. Om het distributienet voor waterstof te kunnen gebruiken moet voldaan worden aan een aantal randvoorwaarden:

- Geschiktheid toegepaste materialen
 - Niet alle materialen in het huidige distributienet zijn geschikt, denk hierbij met name aan gietijzeren leidingen. De netbeheerders zijn op dit moment bezig om al het grijs gietijzer te saneren (zie [1]). Ook voor aansluitleidingen wordt bepaald of preventief gesaneerd moeten worden.
- Capaciteit huidige distributienet
 - Het huidige distributie behoudt dezelfde capaciteit als er waterstof wordt gevoed. De grootste verandering ontstaat als de voeding van waterstof op een andere locatie wordt gesitueerd dan de voeding van aardgas. Het kan nodig zijn om nieuwe leidingen aan te leggen, bestaande leidingen te verzwaren of nieuwe verbindingen in het distributienet aan te brengen voor borging van leveringszekerheid van waterstof of aardgas. Aanleg van een tijdelijke leiding kan nodig zijn om een te lange onderbreking tijdens de ombouw te beperken.
- Capaciteit gasdrukregelstations
 - Uit eerder onderzoek (zie [1]) blijkt dat de capaciteit van gasdrukregelstations voldoende is als er één op één wordt overgegaan van aardgas naar waterstof.
 - Als er wijzigingen worden doorgevoerd aan het distributienet, zoals verzwaren van bepaalde leidingdelen, moeten er bij districtstations mogelijk ook aanpassingen gedaan worden aan de capaciteit van de regelaars om het net op de juiste manier te voeden.
 - Voor overige onderdelen van gasstations, bijvoorbeeld de ventilatie of filtering van gasdrukregelstations lopen op dit moment nog verschillende onderzoeken. Hierdoor kan op dit moment nog geen uitspraak gedaan worden over overige aanpassingen aan gasdrukregelstations.

5.3 Stap 3: Keuze varianten

Varianten

In stap 2 kunnen mogelijk verschillende varianten ontstaan, zoals:

- Varianten ten aanzien van het distributienet dat omgebouwd gaat worden naar waterstof. De nettopologie kan bijvoorbeeld niet goed aansluiten bij het gebied waaraan de gemeente de voorkeur geeft.
- Varianten met betrekking tot de plaats waar de invoeding van waterstof in het distributienet zal plaatsvinden.
- Bij de ombouw zal het distributienet van zowel aardgas als waterstof moeten worden voorzien. Afhankelijk van de lokale situatie zijn verschillende varianten mogelijk.

Alvorens uit de varianten met elkaar kunnen worden vergeleken en een keuze gemaakt kan worden, worden zij helder gedefinieerd.

Beoordeling en keuze

De voor- en nadelen van de varianten worden naast elkaar gezet en beoordeeld ten aanzien van kosten, leveringszekerheid, veiligheid, praktische uitvoerbaarheid, etc. De keuze uit de varianten wordt gemaakt door de gemeente(n) in samenspraak met de regionale netbeheerder en andere belanghebbenden partijen (zoals Gasunie).

Communicatie

Met de keuze van de varianten wordt het gebied en de aansluitingen die omgebouwd worden naar waterstof definitief vastgesteld. De eindgebruikers worden daarover geïnformeerd.

5.4 Stap 4: Inventarisatie eindgebruikers

Nadat het besluit genomen is om een gebied om te zetten naar waterstof (Stap 3) wordt per afnemer in het gebied een schouwing uitgevoerd om vast te stellen welke apparatuur en infrastructuur aanwezig is in de panden. We maken hierbij onderscheid tussen de klein- en grootverbruikers in het gebied. De aanname is daarbij dat bij kleinverbruikers de aanpassingen voornamelijk aan het verwarmings- en kooktoestel en de daaraan gekoppelde binneninstallatie zullen plaats vinden. Er wordt vanuit gegaan dat er geen kooktoestellen op waterstof zullen worden toegepast, wat betekent dat de huidige gaskooktoestellen vervangen zullen worden door elektrische varianten. Bij (industriële) eindgebruikers kunnen ook andere gastoepassingen voorkomen

Aan het eind van de ombouw is er in het gebied geen aardgas meer via een distributienet beschikbaar. Dit betekent dat elke aardgasafnemer omgebouwd wordt, tenzij afnemer kiest voor een andere energiedrager, zoals elektriciteit, of geen keuze maakt (in dat geval wordt verondersteld dat de eindgebruiker geen aansluiting op het waterstofdistributienet wenst).

Om de schouwing efficiënt uit te voeren wordt vooraf de al beschikbare informatie voor de checklist verzameld in een database die beschikbaar is voor de ombouw. Bij de netbeheerders is bekend welke gasmeter geïnstalleerd is. Dit geeft al een eerste indicatie van het gasverbruik op de locatie. Daar waar mogelijk kan ook het jaarverbruik opgevraagd worden bij de eindgebruiker. Tenslotte zal ook de informatie die uit de schouwing naar voren komt worden opgeslagen in deze database. De voortgang van de vervolgstappen van de ombouw worden per aansluiting in deze database geregistreerd.

5.4.1 Kleinverbruikers

Per woning zal bekeken worden welke aardgasapparatuur er gebruikt wordt en hoe de binneninstallatie er uit ziet.

Het gaat hierbij om:

- Type gasmeter en plaatsing (meterkast of elders)
- Lengte, materiaal, diameter binnenleiding werk (daar waar mogelijk; niet-te-beoordelen omdat het leidingwerk niet toegankelijk is voor visuele inspectie is ook een uitkomst). In de voorbereidende werkzaamheden kan een lekttest op de binnenleiding worden uitgevoerd.
- Type aardgasapparatuur (cv-ketel, boilers, gaskooktoestellen, sfeerhaarden, etc.)
 - Capaciteit, plaats in de woning, leeftijd.

Naast het technisch schouwen van de woning, is dit een contactmoment met de bewoners waarbij specifieke informatie wordt gegeven. Te denken valt aan voorlichting over alternatieven voor aardgas: waterstofketels, alternatief voor koken op aardgas, een eerste voorlichting over contracten en informatie over duur en consequenties van de ombouw (week zonder gas; kan alvast getoetst worden of dit acceptabel is).

5.4.2 Grootverbruikers

In het om te bouwen gebied zullen zich ook grotere afnemers bevinden, zoals bijvoorbeeld industrie, MKB of wooncomplexen. Deze worden geschouwd op dezelfde manier als kleinverbruikers. In de basis wordt dezelfde informatie opgevraagd als bij de kleinverbruikers. Er kunnen echter ook andere gastoepassingen aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld gasmotoren, WKKs of (industriële) gasketels voor proceswarmte. De eigenschappen van deze toepassingen (type, leeftijd, etc.) worden opgevraagd.

Naast het schouwen vormt dit contactmoment ook een moment om te verkennen welke mogelijke alternatieven er zijn voor aardgasverbruik na, maar ook tijdens, de ombouw. Tijdens de ombouw is tijdelijk geen aardgas beschikbaar, dit kan bedrijfseconomische gevolgen hebben. Mogelijke oplossingen hiervoor worden verkend.

Omdat de grootverbruikers meer uniek zijn, gaan we ervan uit dat een kleinere groep installateurs/schouwers/deskundigen de schouwing kunnen uitvoeren.

5.5 Stap 5: Aanpassingen vaststellen

5.5.1 Waterstofaanvoer

Voor de aanvoer van waterstof zullen invoedingpunten worden gerealiseerd. Als wordt aangesloten op een RTL die omgezet wordt naar waterstof, kan het gaan om één of meerdere GOS-en die vervangen worden door een Hydrogen Distribution Station (HDS) (verantwoordelijkheid Gasunie). Een HDS kan ook worden gerealiseerd op een geheel nieuwe locatie. Ook een HDS voor invoeding vanuit een lokale waterstofproductie-installatie zal waarschijnlijk gerealiseerd worden op een nieuwe locatie (verantwoordelijkheid lokale waterstofproducent). In stap 5 worden plaats en capaciteit van de HDS-en vastgesteld.

Voor tijdelijke gasvoorziening tijdens de ombouw kan het nodig zijn tubetrailers in te zetten (verantwoordelijkheid regionale netbeheerder). Bepaald wordt of tubetrailers met aardgas of waterstof zullen worden ingezet. De locaties worden vastgesteld, hoelang de tubetrailers nodig zijn en het aantal benodigde tubetrailers.

5.5.2 Distributienet

In stap 5 wordt bepaald welke maatregelen uit stap 2 en 3 moeten worden uitgevoerd en wat dit gaat kosten. Globaal gezien gaat het om de volgende punten:

- Vervangen/aanpassen van districtsstations in het waterstofnet maar ook voor eventueel overblijvend aardgasnetwerk.
- Definiëren welke leidingen verzaagd en/of vervanging moeten worden (transport- en distributieleidingen).
- Eventueel het definiëren van extra afsluiters voor sectioneren.

Indien een gebied wordt gevoed vanuit één GOS, en het HDS is gepland op ongeveer dezelfde locatie, moeten naar verwachting de grootste aanpassingen gedaan worden aan het distributienet. Zeker in de periode van het overzetten van aardgas naar waterstof, waarbij beide netten hierdoor mogelijk een beperkte vermaasdheid en/of capaciteit hebben.

5.5.3 Kleinverbruikers

Op basis van de geïnventariseerde informatie wordt bepaald welke apparatuur vervangen dient te worden. Bij een ombouw naar waterstof zal de gasmeter en het verwarmingstoestel vervangen worden. Aanpassingen aan het leidingwerk in de woningen zal per geval bekeken worden.

- Gasmeter:
 - Wordt vervangen door een meter die geschikt is voor waterstof (in het geval de woningen een gasaansluiting zal behouden) door de netbeheerder. Dit kan de huidige meter zijn waarbij is aangetoond dat deze voldoet aan de specificaties of een nieuwe waterstof-ready of dual-fuel meter.
- Verwarmingstoestel:
 - Optie A: vervangen door een H2-ready ketel (al dan niet in combinatie met een hybride warmtepomp) die eerst nog gebruikt wordt met aardgas en later geschikt gemaakt wordt voor waterstof door vervangen van regelunit/brander.
 - Optie B: de ketel vervangen op het moment van ombouw.
 - Optie C: vervangen door een dual-fuel ketel (indien beschikbaar) die zowel gebruikt kan worden voor aardgas als waterstof. Tijdens de ombouw (Stap 7) hoeft geen aanpassing aan de ketel plaats te vinden.
- Kooktoestel / sfeerhaarden etc.:
 - Niet geschikt voor waterstof. Worden vervangen door elektrisch alternatief (bijv. inductiekookplaat). Dit betekent een aanpassing in de woning en is verantwoordelijkheid van de bewoner.
- Binnenleidingwerk:
 - Dit zal per situatie bekeken worden. Basisuitgangspunt is dat bestaande leidingen gebruikt worden voor zowel waterstof als aardgas. Wel moet gecontroleerd worden of de installatie niet lekt. Dit kan tijdens de voorbereidende werkzaamheden (Stap 6) gebeuren. Delen binneninstallatie voor apparatuur die niet worden vervangen door een waterstoftoestel (kooktoestel, sfeerhaard) zullen verwijderd worden of worden afgedopt.
- Aanbieding voor kleinverbruiker (kosten)
 - De kleinverbruiker zal zijn lopende aardgascontract om moeten zetten naar een contract voor waterstof bij een van de waterstofleveranciers. Verschillende alternatieven zijn mogelijk. Het is waarschijnlijk dat de kosten de doorslaggevende rol spelen in de keus van de eindgebruiker om over te gaan naar waterstof, of te

kiezen voor een alternatief (all-electric). Een mogelijkheid is dat de aanbieders van de waterstof een service contract aanbiedt, inclusief de ombouw naar een lease-waterstoftoestel (i.p.v. investering in een ketel kiest de kleinverbruiker voor een leaseconstructie).

Als voor de individuele kleinverbruikers duidelijk is wat de consequenties van de ombouw zijn, zowel technisch als economisch, zal hij/zij een keuze moeten maken. Deze keuze en het sluiten van een leveringscontract voor waterstof wordt vastgelegd in de database.

5.5.4 Grootverbruikers

Voor de grootverbruikers en zakelijke aardgasverbruikers geldt een soortgelijke aanpak als voor de kleinverbruikers. Op basis van de inventarisatie in stap 4 kan bepaald worden welke gastoepassingen vervangen dienen te worden door een alternatief dat geschikt is voor waterstof.

Het is waarschijnlijk dat een aantal zakelijke gasafnemers vooral ruimteverwarming nodig hebben. In deze gevallen is de aanpak gelijk aan de kleinverbruikers zoals beschreven in voorgaande paragraaf.

Voor specifieke grootverbruikers die momenteel aardgas gebruiken voor proceswarmte of als brandstof voor motoren (bijv. tuinders) zal per situatie een oplossing gezocht moeten worden. Industriële branders en motoren kunnen aangepast worden voor waterstof, hoewel de implementatie erg afhankelijk is van de geïnstalleerde apparatuur. In deze gevallen zal ook de capaciteit van de gasaansluiting getoetst moeten worden op voldoende capaciteit na ombouw. Speciale aandacht is nodig voor afnemers die nu aardgas gebruiken voor zowel energie als het gebruik van de CO₂ zoals bijvoorbeeld tuinders. Na een ombouw naar waterstof is deze CO₂ niet meer beschikbaar als restproduct van de verbranding en zal daarvoor een alternatief gezocht moeten worden.

Elke organisatie zal voor zijn eigen situatie een financiële afweging maken voor de ombouw naar waterstof ten opzichte van andere (elektrische) alternatieven. Naast de investering in de netaansluiting en aanpassingen aan de technologie speelt hierbij ook de waterstofprijs een belangrijke rol. Het is dus van belang dat de grootverbruikers met leveranciers van de waterstof afspraken maken over leveringscontracten van de waterstof.

Tijdens de ombouwoperatie zal de toevoer van het gas tijdelijk stilgelegd worden waardoor de bedrijfsprocessen ook tijdelijk stilliggen. Met de ondernemers zal afgesproken worden hoe een dergelijke periode overbrugd kan worden en welke technische mogelijkheden hiervoor beschikbaar zijn. Te denken valt aan bijvoorbeeld een tijdelijke gasvoorziening.

Op basis van bovenstaande punten zal de ondernemer een beslissing nemen over de ombouw voor zijn onderneming.

5.6 Stap 6: Uitvoering voorbereidende werkzaamheden

5.6.1 Waterstofaanvoer

Door Gasunie (of lokale invoeding de lokale waterstofproducent) worden ontwerpen gemaakt van nieuw te bouwen HDS(-en) of om te bouwen bestaande GOS(-en) naar een HDS⁴. Op basis van deze ontwerpen (en eventueel nieuwe leidingen) worden vergunningaanvraag opgesteld en ingediend. Ontwerp, aanvraag van de vergunningen hebben een looptijd van naar schatting 12 maanden.

⁴ Mogelijk dat de locatie moet worden aangepast.

Vervolgens vindt de realisatie plaats van de nieuwe HDS(-en), ombouw bestaande GOS(-en) en/of aanleg van nieuwe leidingen. Voor de uitvoering van de werkzaamheden moet rekening worden gehouden met eveneens een doorlooptijd van 12 maanden.

Als er tubetrailers nodig zijn, maakt de regionale netbeheerder met de leverancier van de tubetrailers afspraken over aantal, duur, leveringshoeveelheid, etc. Met de gemeente(n) wordt de locaties voor de tubetrailers afgestemd. Hiervoor is mogelijk een vergunning nodig.

5.6.2 Distributienet

Voor de regionale netbeheerder zijn er een aantal aanpassingen die gedaan moeten worden in het netwerk. De aanpassingen aan het distributienet worden uitgevoerd. Hierbij valt te denken aan de volgende onderdelen:

- Voor verzwaring van het gasnet en leidingenvervangingen worden vergunningsaanvragen opgesteld en ingediend.
- Verzwaring en aanpassing aan het distributienet worden uitgevoerd voor het waterstofnet en aardgasnet (voor zowel de tijdelijke als de definitieve situatie).
- Eventueel worden extra sectiescheiders geplaatst.
- Indien nodig kan ook vervanging van bepaalde leidingdelen plaatsvinden (onderdeel van het reguliere assetmanagement).

Voor het aanvragen van de benodigde vergunningen en het uitvoeren van de werkzaamheden wordt geschat dat dit binnen de termijn valt die noodzakelijk is om het HDS te realiseren (zie sectie 5.6.1) en valt daardoor niet op het kritische pad van de planning.

5.6.3 Kleinverbruikers

Bij de kleinverbruikers worden tijdens de voorbereidende werkzaamheden de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Bij afnemers die omgebouwd worden naar waterstof: het vervangen van de bestaande aardgasketel door een H₂-ready ketel (optie A) of een dual-fuel ketel (optie C). Bij optie B wordt de ketel vervangen bij de ombouwoperatie en zal bij de voorbereidende werkzaamheden de bestaande ketel blijven hangen.
- Bij afnemers die niet omgebouwd worden naar waterstof: het vervangen van de bestaande ketel door een all-electric alternatief (warmtepomp) en het verwijderen van de aansluitleiding en binneninstallatie voor aardgas.
- Het vervangen van de gasmeter door een meter die geschikt is voor waterstof en aardgas.
- Het vervangen van de overige aardgastoestellen, zoals kooktoestellen en sfeerhaarden, door alternatieven. Dit betekent in de praktijk dat gaskooktoestellen waarschijnlijk vervangen zullen moeten worden door inductiekookplaten. Deze moeten ingepast worden in bestaande keukens en dat moet door de bewoners zelf geregeld worden. De binnenleiding naar deze aardgastoestellen worden verwijderd of afgedopt.

Voor optie A en C: De aanname is dat de voorbereidende werkzaamheden in een woning binnen een dag uitgevoerd kunnen worden door 1 installateur. In beide gevallen wordt de bestaande cv-ketel vervangen door een nieuwe ketel en getest op functioneren. Voor grotere gebieden, zoals bijvoorbeeld een stad, wordt de doorlooptijd voor de voorbereidende werkzaamheden in deze fase hiermee de beperkende factor.

Voor optie B: De aanname is dat de voorbereidende werkzaamheden bij vier woningen kunnen worden uitgevoerd in 1 dag door 1 monteur. Ook bij grotere gebieden wordt op deze manier deze fase sterk verkort en zal in deze situatie de realisatie van het HDS waarschijnlijk de beperkende factor in de doorlooptijd zal worden.

5.6.4 Grootgebruikers

Het vervangen van aardgasapparatuur of het aanpassen van bestaande apparatuur voor waterstof bij de grootverbruikers zal per afnemer verschillend zijn. Zoals opgemerkt bij Stap 5, zullen bij een deel van de zakelijke afnemers de aanpassingen vergelijkbaar zijn als bij de kleinverbruikers. Gezien het kleine aantal van deze afnemers ten opzichte van de kleinverbruikers, wordt ingeschat dat de werkzaamheden in dezelfde periode afgerond kunnen worden als bij de kleinverbruikers.

Voor de industriële aardgasafnemers zal per situatie een inschatting gemaakt worden voor de benodigde werkzaamheden. Het vervangen en testen van een industriële ketel of motor kan een aantal dagen in beslag nemen, maar gezien het beperkte aantal van deze afnemers wordt niet ingeschat dat deze activiteiten op het kritieke pad liggen (<12 maanden voor de realisatie van de HDS).

5.7 Stap 7: Ombouwoperatie

5.7.1 Waterstoflevering in gebruik nemen

De ombouwoperatie start met het buiten bedrijf stellen van een deel van een gasdistributieleiding waarop een Hydrogen Distribution Station (HDS) is aangesloten. Deze is aangesloten op een waterstoftransportleiding of een lokale waterstofproductie. Vervolgens wordt het HDS in gebruik genomen (tot aan een dichte afsluiter). Hierna wordt de eerstvolgende sectie van het aardgasdistributienet uit bedrijf genomen. Door openzetten van de scheidingsafsluiter van het HDS wordt het aardgas in de distributieleiding via een fakkel afgevoerd en vervangen door waterstof. Dit vergt goede afstemming van de regionale netbeheerder met Gasunie of de lokale waterstofinvoeder.

De eindgebruikers worden in eerste instantie nog voorzien van aardgas doordat het gasdistributienet wordt gevoed met aardgas vanuit één of meerdere GOS-en, dan wel koppeling met omliggende distributienetten die van aardgas voorzien blijven. Is dit niet mogelijk, dan kunnen afnemers tijdelijk van aardgas worden voorzien vanuit een tubetrailer.

Het in gebruik nemen van HDS(-en) kan ook later plaatsvinden. In dat geval kan worden begonnen met het ombouwoperatie op basis van tubetrailers met waterstof. Nadat verschillende secties van het lagedruk distributienet op waterstof zijn overgezet, wordt de HDS in gebruik genomen. Grootverbruikers, aangesloten het hogedruk distributienet worden overgezet nadat het HDS in gebruik is genomen.

5.7.2 Hoge druk distributienet, grootverbruikers

Grootverbruikers, aangesloten via een afleverstation op hogedruk distributienet, worden elk individueel overgezet op waterstof nadat het hogedruk distributienet op waterstof is overgezet. De werkwijze kan per grootverbruiker verschillen en omvat het vervangen en testen van de apparatuur. Goede afstemming (in stap 5 en 6) met de grootverbruikers is hierbij essentieel.

5.7.3 Lage druk distributienet, kleinverbruikers

Voor de ombouwoperatie bij kleinverbruikers wordt uitgegaan van de situatie waarbij er H₂-ready ketels aanwezig zijn in de woningen, d.w.z. dat in stap 6 de CV-ketels zijn vervangen en dat er in de week van ombouw alleen een kleine aanpassing moet worden gedaan aan de H₂-ready ketel.

Als wordt uitgegaan van een standaardweek, dan kan op maandag een sectie drukloos worden gemaakt, daarna gespoeld en op druk gezet met stikstof en op vrijdag wordt het gasnet gevuld met waterstof. In de tussenliggende dagen worden de H₂-ready ketels in de woningen aangepast:

- Op de eerste dag van de week wordt door de netbeheerder het gasnet drukloos gemaakt door het plaatsen van eindkappen aan het einde van de sectie. Op deze manier wordt een fysieke scheiding aangebracht in het net en is er geen kans op vermenging van aardgas en waterstof door bijvoorbeeld een schakelfout. De eindkappen kunnen worden geplaatst door middel van het zetten van gasblazen.
- Per sectie wordt vervolgens bepaald hoe er ontgast gaat worden. Hierbij kan elk gemaakt eindpunt gebruikt worden als spoelpunt. Er zijn meerdere mogelijkheden om het bestaande vermaasde gasnet aardgasloos te maken:
 - Een vermaasd gasnet eerst volledig stervormig maken door het plaatsen van gasblazen en ontluchtingspunten; op deze wijze kan het gasnet volledig ontgast worden. Hiervoor moeten wel extra gasblazen en ontluchtingspunten worden gemaakt binnen de sectie. Afhankelijk van de vermazing van het net betekent dit dat er per sectie 5 tot 15 extra ontluchtingspunten gemaakt moeten worden.
 - Eerst een groot deel van het aardgasnetwerk spoelen met stikstof via de gemaakte opkappingen per sectie, daarna kan het gasnetwerk op druk gehouden worden met stikstof. De ontgassing kan daarna per woning plaatsvinden bij het aanpassen van de CV-ketel. Hiervoor dient de binnenleiding te worden gespoeld. In hoeverre de binnenleiding geïnertiseerd dient te worden met stikstof is nog onderwerp van discussie. Daarom wordt geadviseerd om hier aanvullend (praktijk)onderzoek naar te verrichten.
- Gedurende de week van de omschakeling wordt per woning de afnemer geïnformeerd wanneer de aanpassing van de binneninstallatie plaatsvindt. Uitgangspunt is dat alle woningen in de voorbereidingsfase al zijn bezocht en zijn aangepast op de komst van aardgas. Dat wil zeggen, de CV-ketel is vervangen voor een H₂-ready ketel, de leiding naar het kooktoestel is afgekoppeld en de gasmeter is vervangen voor een meter die ook geschikt is voor waterstof. In de week van de omzetting moet in de woning dan nog de CV-ketel aangepast worden voor waterstof. Dit betekent dat in de CV-ketel de regelunit/brander wordt vervangen en getest op functioneren. Ook zal de aansluitleiding worden gespoeld tot er geen aardgas in de leiding meer aanwezig is.
- Het is het van groot belang dat de registratie van bezochte adressen zeer nauwkeurig is. Woningen die in de week van de omschakeling niet bezocht of aangepast kunnen worden (of niet over een waterstofleveringscontract beschikken), moeten worden afgesloten van het gasnet. De voorkeur heeft het om de afsluiting te realiseren bij de hoofdleiding in de straat middels het plaatsen van een plug in het opzetstuk. Bewoners moeten dan later in de tijd zelf een afspraak maken om aangesloten te worden op het waterstofdistributienet.
- Op het moment dat de voorbereiding plaatsvindt en de CV-ketel en gasmeter worden vervangen, zal ook een dichtheidsbeproeving worden uitgevoerd. Dit zal uitgevoerd worden vanaf de hoofdkraan voor de gasmeter tot en met de CV-ketel. Tijdens het vervangen van de branderunit is het niet noodzakelijk de binnen-installatie opnieuw te beproeven, aangezien er op dat moment geen werkzaamheden plaatsvinden aan het leidingwerk.

- De laatste stap is om de sectie over te schakelen naar waterstof. Hierbij wordt het waterstof gevoed vanuit een voorliggende sectie of vanuit een tubetrailer en kan afhankelijk van de sectie ook een districtstation worden overgezet op waterstof vanuit een hogedruk distributieleiding. Voor het vullen van het volledige net gelden de soortgelijke twee opties als bij het spoelen van het gasnet met stikstof:
 - Het vermaasde net eerst stervormig maken en volledig vullen met waterstof.
 - Een groot deel van het gasnet vullen met waterstof (omdat i.v.m. vermazing niet 100% gespoeld kan worden). Omdat er in een waterstofnet geen vrije uitstroom meer kan plaats vinden, zoals dat wel bij aardgas het geval is op dit moment door de aanwezigheid van onbeveiligde toestellen, kan er veilig een waterstof/stikstofmengel in het net aanwezig zijn. Hierdoor zullen CV-ketels in het begin vaker gereset moeten worden, maar dit is iets wat met een duidelijke instructie door een bewoner zelf uitgevoerd kan worden.

Afhankelijk van de lokale situatie van distributienet kan gekozen worden voor een van beide opties. Hierbij zal vervolgonderzoek nog moeten aantonen dat dit ook echt veilig uitgevoerd kan worden in de praktijk.

6. Conclusie en aanbevelingen

Conclusies

In dit werkpakket is een model ombouwplan opgesteld voor ombouw van bestaande gasdistributienetten en de gasinstallaties van de eindgebruikers naar nagenoeg 100% waterstof. Dit generieke ombouwplan is gebaseerd op ervaringen en inzichten die zijn opgedaan bij ombouwstudies en uitgevoerde waterstofprojecten en -pilots en in Nederland en in het buitenland. Daarnaast zijn twee case studies in detail uitgewerkt. Die hebben het inzicht vergroot over wat er bij een ombouwplan komt kijken, welke aspecten specifiek zijn en welke meer generiek. De case studies hebben daarnaast de volgende inzichten opgeleverd:

- Coördinatie, verantwoordelijkheden en communicatie:
 - Er zijn een groot aantal partijen betrokken bij uitvoering van het ombouwplan. Het is essentieel goede afspraken te maken over de verantwoordelijkheden van de uit te voeren taken.
 - Omdat de ombouw een complex en tijdrovend proces is, is een goede coördinatie essentieel. De gemeente is de aangewezen partij om de ombouw van het distributienet naar waterstof te coördineren en hierover te communiceren, omdat gemeenten zijn aangewezen de energietransitie op lokaal niveau vorm te geven en uit te voeren, daarvoor over de benodigde bevoegdheden beschikken, een brede belangenafweging kunnen maken en gecontroleerd worden door een democratisch gekozen gemeenteraad.
 - Betrokken partijen zullen elkaar optimaal moeten informeren en bij bepaalde activiteiten is goede afstemming nodig.
 - Draagvlak bij de eindgebruikers is een essentiële randvoorwaarden. Het gaat hierbij om de acceptatie dat de energievoorziening met aardgas niet langer kan blijven bestaan, dat waterstof een goede vervanger is voor aardgas, d.w.z. veilig, betaalbaar (t.o.v. van alternatieven, zoals all-electric) en leveringszekerheid is geborgd.
 - Voor communicatie met de eindgebruikers is de gemeente verantwoordelijk en zal hiervoor een communicatieplan moeten opstellen. Er kunnen meerdere communicatievormen en -kanalen worden gebruikt. Daarnaast kan de gemeente een informatiepunt inrichten waar eindgebruikers terecht kunnen met hun vragen gedurende het gehele ombouwtraject.
- Tijdsduur van het ombouwplan:
 - De ombouw van een gedeelte van een gasdistributienet (van planfase tot uitvoeringsfase) kan meerdere jaren in beslag nemen. In de twee uitgewerkte cases loopt dit uiteen van zo'n 3 jaar (ca. 3.700 aansluitingen) tot ruim 6 jaar (ca. 30.000 aansluitingen).
 - Wanneer een andere keuze voor vervanging van aardgas wordt gemaakt, zoals voor een warmtenet (aanleg van een nieuw netwerk) of voor all-electric (netverzwaring), zal daarvoor ook een plan moeten worden opgesteld en worden uitgevoerd. De activiteiten zijn voor een deel vergelijkbaar met die van het ombouwplan naar waterstof en zullen ook een aanzienlijke doorlooptijd met zich meebrengen. Een vergelijking is echter niet gemaakt.
 - De tijdsduur van het ombouwplan wordt bepaald door de omvang van het distributienet (d.w.z. het aantal aansluitingen) of door een nieuw te realiseren Hydrogen Distribution Station(s) (HDS) en uitbreiding/verzwaring distributienet, inclusief doorlooptijd van vergunningverlening en ontwerp.
 - De uitvoeringsfase (voorbereidende werkzaamheden en ombouwoperatie) neemt ruim 70-80% van de totale tijdsduur in beslag.
 - De tijdsduur van de ombouwoperatie, waarbij de gaslevering aan eindgebruikers wordt onderbroken, kan worden beperkt door zoveel mogelijk werkzaamheden (zoals vervanging van de bestaande CV-ketel door een H₂-ready ketel) uit te voeren tijdens de voorbereidende

- werkzaamheden. Ook als dit in totaal weinig tijdswinst oplevert, zorgt deze verschuiving wel voor meer flexibiliteit in de uitvoering.
- Indien deze beschikbaar zijn, kan vervanging van gasmeter en CV-ketel door apparaten die zowel geschikt zijn voor aardgas als waterstof (dual-fuel), de fysieke ombouwoperatie fors inkorten.
 - Het meeste technisch geschoold personeel is nodig voor schouwen van de installaties bij de eindgebruikers (planfase) en het vervangen van de gasinstallaties (uitvoeringsfase). Door meer personeel in te zetten kan de doorlooptijd hiervan worden beperkt.
 - Opdelen van het distributienet in secties:
 - Voor het ombouwen zal het gasdistributienet worden opgedeeld in secties. Het aantal en de grootte van deze secties is afhankelijk van twee randvoorwaarden: de duur van de gasonderbreking en het aantal in te zetten installateurs die de gasapparatuur bij de eindgebruikers omzetten.
 - Als dual-fuel apparaten/componenten kunnen worden toegepast (zoals gasmeter, CV-ketel), dan kunnen de secties groter zijn of is in het geheel geen sectionering nodig.
 - De volgorde waarin de secties worden omgezet van aardgas naar waterstof is afhankelijk van de plaats van de invoedingspunten voor waterstof en aardgas in het net. Het kan nodig zijn gebruik te maken van een tijdelijk invoedingspunt (bijvoorbeeld een tubetrailer met waterstof of aardgas of via een extra aan te leggen leiding).
 - Leveringszekerheid:
 - Doordat gebruik gemaakt wordt van bestaande gasinfrastructuur en naast het gebied dat wordt voorzien van waterstof nog naastgelegen gebieden met aardgas moeten worden voorzien, is het veelal niet mogelijk de leveringszekerheid van het waterstofdistributienet op hetzelfde niveau te houden als in de situatie toen er nog aardgas werd gedistribueerd. Het risico voor een onderbreking van de waterstoflevering aan eindgebruikers zal dan op een andere manier moeten worden opgevangen.
 - Alternatieven:
 - Vervanging van de CV-ketel door een H₂-ready ketel of door een dual-fuel ketel (indien beschikbaar) tijdens de voorbereidende werkzaamheden: Een dual-fuel ketel levert tijdswinst op bij de ombouwoperatie. De doorlooptijd bij de voorbereidende werkzaamheden blijft hetzelfde als bij vervanging door een H₂-ready ketel.
 - Het wel of niet spoelen van de distributieleiding, aansluitleiding en/of binnenleiding met stikstof: als spoelen met stikstof kan worden overgeslagen vereenvoudigd dit de werkzaamheden tijdens de ombouwoperatie.
 - Wel of niet toepassen van gasstoppers bij elke afnemer: bij nieuwe aansluitingen worden die nu wel toegepast, maar bij bestaande aansluiting zijn die niet aanwezig. Deze kunnen eventueel tijdens de voorbereidende werkzaamheden alsnog worden geplaatst.
 - Tijdelijke gasvoorziening vanuit bestaande gasnet of met tubetrailers: tijdens de ombouw zullen de eindgebruikers die nog niet zijn voorzien van waterstof, nog aardgas geleverd moeten krijgen. Dat is mogelijk als het distributienet dat omgebouwd wordt nog een GOS heeft dat verbonden is met een RTL op aardgas of is verbonden met een gasdistributienet dat op aardgas blijft. Als alternatief kan een tubetrailer worden ingezet voor de tijdelijke voorziening van aardgas of waterstof.

Aanbevelingen

Uit de inventarisatie die voor dit werkpakket is uitgevoerd (zie D7.1) en uit de uitgevoerde case studies komen nog een aantal onzekerheden naar voren. Daarnaast zijn er in potentie mogelijkheden het ombouwplan verder te verbeteren. Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- **Lessen uit huidige pilots:** Er worden de komende jaren diverse pilotprojecten uitgevoerd. De ervaringen die hierbij worden opgedaan en inzichten die worden verkregen (ook ten aanzien van coördinatie, verantwoordelijkheden en communicatie) kunnen een belangrijke input vormen voor het doorontwikkelen van het model ombouwplan.
- **Versnelling vergunningprocedures:** de doorlooptijd van vergunningsprocedures kunnen een grote impact hebben op de doorlooptijd van het gehele ombouwplan (bijv. de vergunningprocedure voor het HDS). Aanbevolen wordt te onderzoeken hoe de doorlooptijd van vergunningsprocedures kan worden bekort.
- **Sanering:** Voor gasdistributienetten die worden omgebouwd naar waterstof wordt aanbevolen de komende jaren oude leidingdelen die niet langer geschikt zijn, waaronder gietijzer, te vervangen.
- **Geschiktheid afsluiters:** Er is nog onvoldoende onderzoek gedaan naar de lekdichtheid (zowel intern als externe lekkage) van afsluiters op waterstof. Nader onderzoek hiertoe wordt aanbevolen.
- **Inertiseren van binnenleidingen:** In hoeverre de binnenleiding geïnertiseerd dient te worden met stikstof is nog onderwerp van discussie. Daarom wordt geadviseerd om hier aanvullend (praktijk)onderzoek naar te verrichten.
- **Vullen van het gasnet met waterstof:** Onderzoek moet uitwijzen hoe een vermaasd net op veilige wijze kan worden gevuld met waterstof.
- **H₂-ready ketel:** Toepassen van een H₂-ready ketel is bepalend voor de uitvoering van de ombouw. Een goede definitie, c.q. normering van een H₂-ready ketel ontbreekt echter nog. Aanbevolen wordt deze op te stellen.
- **Dual-fuel componenten:** Beschikbaarheid van dual-fuel ketel en gasmeters zorgen voor een aanzienlijke vereenvoudiging en versnelling van de fysieke ombouw. Aanbevolen wordt een dual-fuel ketel te laten ontwikkelen, c.q. te stimuleren dat marktpartijen dit gaan doen. Ook is meer duidelijkheid nodig over geschiktheid van gasmeters voor zowel aardgas als waterstof.
- **Leveringszekerheid:** In vergelijking met aardgasdistributie kan de leveringszekerheid van waterstofdistributie niet altijd op hetzelfde niveau worden gehandhaafd vanwege minder aantal invoedingspunten en/of mindere vermazing van het net. Aanbevolen wordt onderzoek te doen naar risico van onderbreking van de waterstoflevering en hoe dat kan worden beperkt.
- **Vergroten efficiëntie ombouw:** In dit onderzoek zijn de kosten van de ombouw niet in kaart gebracht. Een beter inzicht naar de ombouwkosten kan behulpzaam zijn het verbeteren van de kostenefficiëntie van het ombouwproces. Daarnaast zijn kan de ombouw mogelijk worden vereenvoudigd, bijvoorbeeld door activiteiten efficiënter uit te voeren of het aantal handelingen te beperken. Hiernaar zou onderzoek kunnen worden verricht.
- **Beschikbaarheid van betaalbare waterstof:** Of het voor eindgebruikers aantrekkelijk is over te schakelen op een gasvoorziening op basis van waterstof, is afhankelijk van de toekomstige beschikbaarheid en betaalbaarheid van waterstof. Dat is een belangrijke randvoorwaarde voor het ombouwen van het gasdistributienet. Aanbevolen wordt de ontwikkelingen met betrekking tot het waterstofaanbod goed te volgen.

Referenties

- [1] Scheepers, M., de Wildt, B., Mor, R., *D7.1 – Inventarisatie van relevante aspecten voor ombouw van gasdistributienetten naar waterstof*, HyDelta 2, 2022.
- [2] Alliander, *Eindrapportage project H2.0 - Transitiepaden naar duurzame gassen*, 2022.
- [3] Alliander, *H2.0 Werkstroom Techniek*, 2022.
- [4] Stedin, *Technisch Eindrapport - Ombouwproject Uithoorn*, 2021.
- [5] Stedin & Kiwa, *Van aardgas naar waterstof - De overstap van Stad aan het Haringvliet*, 2019.
- [6] Stedin, *Analyse over het opsplitsen van het gasnet van landelijk naar een regionaal gasnet*, 2021.
- [7] H21, *H21 Leeds City Gate Report*.