

Project: Tabaksteeg-Zuid Leusden

Onderwerp: Voorkeursenergieconcept Tabaksteeg-Zuid Leusden

Datum: 5 september 2025

Projectnummer: 3617

1 Inleiding

Tabaksteeg-Zuid is een nieuw te bouwen wijk in de gemeente Leusden. Het grenst aan de bestaande wijk Tabaksteeg in Leusden-Zuid en de provinciale weg N226. In Q2 2025 is het VO stedenbouwkundig plan vastgesteld. In het huidige stedenbouwkundige plan van november 2024 zijn er in tot maximaal 990 woningen voorzien.

In september 2024 is door Merosch de energieconceptenstudie opgestart met een verkenning. Hiertoe heeft op 18 oktober 2024 een overleg plaats gevonden waarbij Merosch de eerste bevindingen gedeeld heeft aan gemeente Leusden, ontwikkelaar Heijmans en ontwikkelaar/aannemer Schoonderbeek.

Deze notitie bevat het beknopte eindadvies op basis van de uitgevoerde verkenning. Dit betekent concreet dat een voorkeursrichting voor het energieconcept voor Tabaksteeg-Zuid wordt voorgesteld met het oog op het ontwikkelen van energieneutrale tot nul-op-de-meter woningen. Hierbij wordt ingegaan op factoren zoals technische, financiële en organisatorische haalbaarheid, alsook het minimaliseren van de belasting van het elektriciteitsnet. Vervolgens wordt aangegeven wat nodig is om het voorgestelde energieconcept verder uit te werken in de fase Verdieping.

2 Context en ambities

De gemeente is voornemens maximaal 990 woningen te realiseren in Tabaksteeg-Zuid, in een gebied van circa 38,4 hectare. Van deze woningen zijn 40% appartementen en 60% grondgebonden woningen. Het is de bedoeling dat 30% van de woningen in categorie “sociaal” wordt gerealiseerd, 37% in “betaalbare koop / midden segment” en 33% in de categorie “vrije sector”.

Kaders en randvoorwaarden

De gemeenteraad van Leusden heeft op 15 april 2024 ingestemd met de “Kaders en randvoorwaarden Tabaksteeg-Zuid”. In dit document staan de belangrijkste uitgangspunten ten aanzien van duurzaamheidsthema’s, programmaverdeling, etc.

De belangrijkste uitgangspunten voor deze notitie zijn:

- Nul-op-de-meter(NOM) wonen op gebouwniveau, gemiddeld over het gebied
- Grondgebonden woningen minimaal NOM
- Appartementen minimaal energieneutraal(ENG)
- Aanvullende opwekking in de openbare ruimte t.b.v. NOM-wonen in het gebied

Voor de toelichting op de genoemde uitgangspunten en begrippen verwijzen we naar het document “Kaders en randvoorwaarden Tabaksteeg-Zuid” waarin deze zijn uitgewerkt.

Naast deze uitgangspunten heeft de gemeente de ambitie om ook de energie voor mobiliteit in het gebied op te wekken, het z.g. NOM-leven op gebiedsniveau. In de verkenning is gekeken naar mogelijkheden om zoveel mogelijk invulling te geven aan deze uitgangspunten en ambities.

Netcongestie

Naast de warmte en koude voorziening is ook de lokale opwekking van stroom onderdeel van het energieconcept. Beide elementen hebben een grote impact op de belasting van het elektriciteitsnet. Momenteel is netcongestie een zeer belangrijk aandachtspunt bij nieuwbouwwontwikkelingen. Ook in de Provincie Utrecht is de beschikbare ruimte op het elektriciteitsnet erg beperkt en is er sprake van netcongestie. Binnen deze netcongestie-problematiek zijn door de netbeheerder verschillende fases gedefinieerd.¹ Op dit moment is de netcongestie situatie voor Tabaksteeg-Zuid in fase 1. Dat betekent dat alle aanvragen voor grootverbruikersaansluitingen in de wachtrij staan. Zolang alleen fase 1 van kracht is, kan er vanuit gegaan worden dat kleinverbruikersaansluitingen (<3x80 A) nog wel van stroom worden voorzien. Dit betekent dat de woningbouw en kleine voorzieningen, zoals laadpalen, voor Tabaksteeg-Zuid nog een aansluiting op het elektriciteitsnet krijgen. Wanneer fase 2 ingaat ontstaat er ook netcongestie voor kleinverbruikers, daarmee komen aanvragen voor woningen op een wachtlijst. Dit betekent dat een aanvraag voor aansluiting pas gehonoreerd wordt wanneer er ruimte op het elektriciteitsnet beschikbaar is. In het uiterste geval kan dit tot 2035 duren.

Het is niet onwaarschijnlijk dat fase 2 van kracht is vanaf 2026, dat is dus voordat in Tabaksteeg-Zuid de eerste woning wordt opgeleverd. Om die reden wordt in dit rapport voorgesorteerd op deze fase 2 in de verdere verkenning naar de meest geschikte energieconcepten.

Op basis van signalen van de netbeheerders wordt verwacht dat er ook in fase 2 meer ruimte blijft voor woningen en andere gebouwen, wanneer nieuwbouw wordt ontwikkeld aan de hand van 7 ontwerpprincipes. Deze zijn uitgewerkt in het stappenplan “Netbewust en netneutraal bouwen”, opgesteld door onder andere Netbeheer Nederland², Stedin, provincie Utrecht en NEPROM. Hierin worden de volgende 7 principes gehanteerd:

1. Gebiedsaanpak: mix van wonen en niet-wonen, benut lokale bronnen;
2. Warmte: warmtevraag beperken, inzet op collectieve WKO bij nieuwbouw
3. Elektrisch laden: controle op laadinfrastructuur, toepassen slim laden
4. Duurzame lokale opwek: capaciteit omvormer lager, netbewuste aansluiting omvormer
5. Koude: efficiënt koelen zodat piek naar elektriciteit zo laag mogelijk is
6. Opslag: batterijen netbewust inpassen, inzet op warmtebuffers
7. Slimme sturing: inzet op energimanagement in woning en wijk

In het kader van de verkenning van de energieconcepten van Tabaksteeg-Zuid zijn de principes 2 t/m 7 van toepassing. De principes 2 en 5 voegen we voor de werkbaarheid samen, omdat dit beide over thermische energie gaat. Op deze manier komen we tot 5 concrete stappen die de werkwijze van Merosch vormen voor de uitwerking van het energieconcept in relatie tot netcongestie. In hoofdstuk 5 is deze werkwijze verder toegelicht.

¹ Bron: Provincie Utrecht, zie [link](#).

² Bron: Netbeheer Nederland, november 2024; zie [link](#).

3 Passende energieconcepten

Om te bepalen welke energieconcepten passend zijn bij de kaders en randvoorwaarden voor de nieuwbouw in Tabaksteeg-Zuid is het zaak antwoord te geven op de volgende vragen:

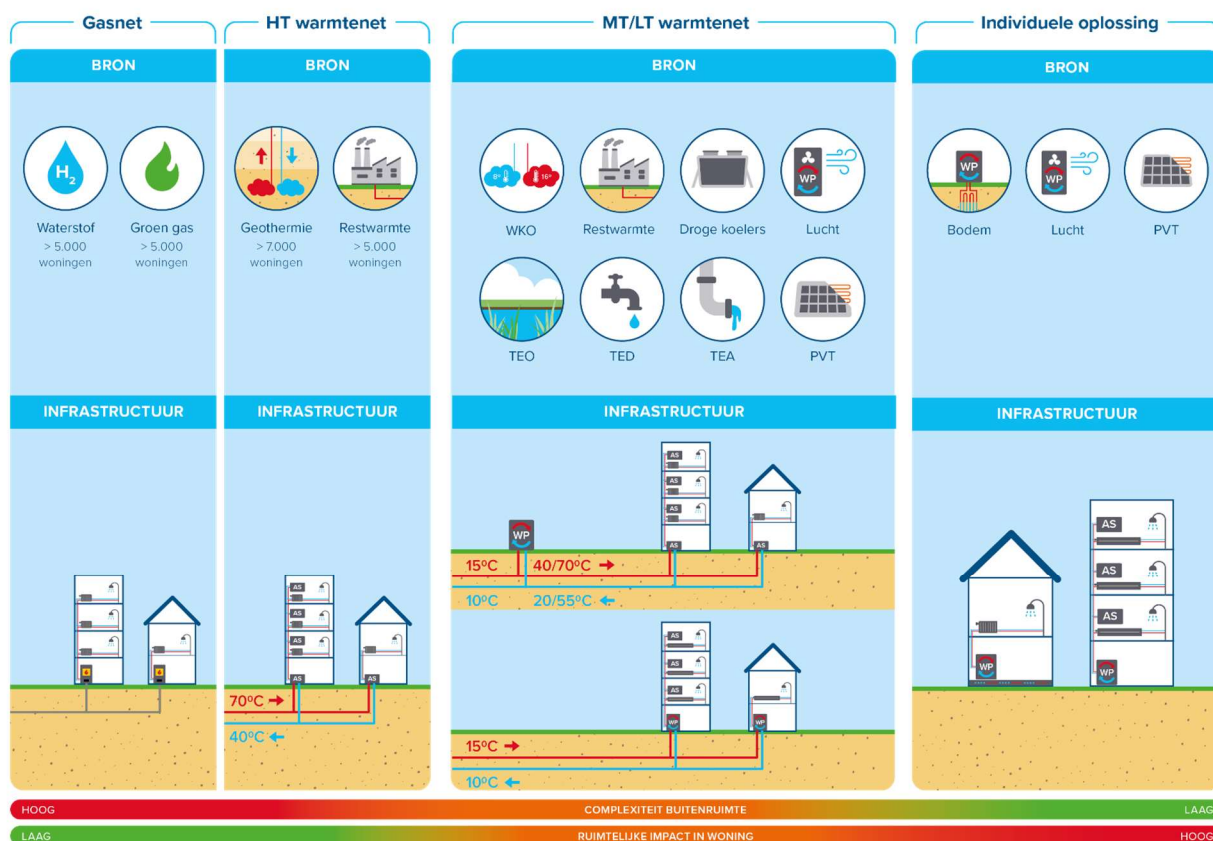
- 1) Welke energieconcepten zijn er?
- 2) Welke energieconcepten zijn passend bij de BENG-uitgangspunten?
- 3) Welke energieconcepten zijn technisch, financieel en organisatorisch haalbaar?
- 4) Welke energieconcepten zijn geschikt met het oog op netcongestie?

Om op deze vragen antwoord te geven, hebben we een inventarisatie gemaakt van de beschikbare infrastructuren en bronnen. Op basis hiervan lichten we toe welke aspecten een rol spelen bij de verschillende combinaties van bronnen en infrastructuur. Dit is verwerkt in een afwegingskader waarin de concepten zijn voorzien van een waardering en weegfactor, deze is opgenomen in bijlage 1. De weegfactoren hebben in het kader van deze verkenning allemaal gelijke waarde, in het politieke debat kan gekozen worden om andere waardes voor de verschillende aspecten te kiezen.

3.1 Energie infrastructuur

In onderstaande figuur zijn alle mogelijke infrastructuur met alle mogelijke bronnen weergegeven. Onder dit figuur worden deze verder toegelicht.

Figuur 3.1 – Alle mogelijke infrastructuur met energiebronnen voor Tabaksteeg-Zuid



3.1.1 Duurzaam gasnet

Met een duurzaam gasnet wordt 'groen' gas of waterstof als brandstof gebruikt om warmte te leveren in gebouwen. Er is daardoor geen zwaardere elektriciteitsaansluiting nodig voor de levering van warmte. Groen gas heeft dezelfde eigenschappen als aardgas, maar wordt duurzaam gewonnen uit bijvoorbeeld slib, tuinafval en dierlijke restproducten. Door diezelfde eigenschappen als aardgas, hoeven bestaande infrastructuren en installaties niet aangepast te worden. In bestaande woningen hoeft daardoor ook niet een andere warmtevoorziening of afgiftesysteem te worden gerealiseerd. Door wijziging van de gaswet is het niet meer toegestaan om bij nieuwbouw een aardgasnet aan te leggen. Voor de inzet van een duurzaam gasnet bij nieuwbouw is goedkeuring van de ACM voor een pilot nodig.

Waterstof

Waterstofgas is een licht gas dat kan worden verbrand, waarbij energie vrijkomt. Het restproduct na verbranding is alleen waterdamp, waardoor het bij gebruik geen CO₂-uitstoot heeft en als duurzaam gas kan worden beschouwd. Waterstof wordt vaak genoemd als alternatief voor ons huidige aardgas. De distributie kan plaatsvinden via hetzelfde net als aardgas, hiervoor is wel een aanpassing van onderdelen van het gasnet nodig. Ook moet er rekening gehouden worden met een groter transportverlies bij de distributie ten opzichte van aardgas. Anders dan aardgas wordt waterstof vooralsnog geproduceerd, in plaats van gewonnen uit de bodem. Het grootste deel (95%) van de waterstof die nu wordt geproduceerd, wordt met aardgas gemaakt. Die waterstof is niet duurzaam maar 'grijs': er is fossiele brandstof voor nodig. Het is ook mogelijk om 'groene' waterstof te produceren via elektrolyse met duurzaam opgewekte elektriciteit. Maar bij deze omzetting van elektriciteit naar waterstof gaat circa 30% energie verloren. Daarom is het energetisch efficiënter om direct de opgewekte elektriciteit te gebruiken voor de productie van warmte in plaats van eerst waterstof te maken en daarmee warmte op te wekken. Daarbij is groen waterstofgas op dit moment nog een factor twee tot drie duurder dan elektriciteit en zijn de productiefaciliteiten beperkt.. Om deze redenen wordt een waterstof-infrastructuur voor Tabaksteeg-Zuid niet aanbevolen.

Groen gas

Dit gas wordt geproduceerd uit biomassa. Dit is een omstreden methode waar door wet- en regelgeving grote beperkingen zijn opgelegd. Er is in Nederland niet voldoende biomassa beschikbaar om op vergelijkbaar grote schaal als aardgas groen gas te produceren. Daarom is het raadzaam het beschikbare groen gas te gebruiken voor toepassingen waarbij het zeer kostbaar of moeilijk zou zijn om op een alternatieve energievoorziening over te schakelen (bijvoorbeeld monumenten, industrie, etc.). Voor nieuwbouwwoningen zou er een nieuwe gasinfrastructuur moeten worden aangelegd en zijn er voldoende duurzame alternatieven beschikbaar, waardoor een groen gas-infrastructuur in de Tabaksteeg-Zuid niet voor de hand ligt.

Biogas

Voor Tabaksteeg-Zuid geldt dat naast ontwikkelaars ook Stichting De Boom is betrokken. Stichting De Boom heeft begin 2024 een voorstel gedaan voor Tabaksteeg-Zuid om via mestvergisting van dagverse rundveemest, biogas te produceren. Het geproduceerde biogas kan via bijvoorbeeld een warmtekrachtkoppeling (WKK) omgezet worden in warmte en elektriciteit. Deze elektriciteit kan Tabaksteeg-Zuid van groene stroom voorzien. Op het grondgebied van Den Treek-Henschoten en De Boom bevinden zich ten minste 8 rundveehouders die mestvergisters kunnen plaatsen om daar biogas van te maken.

Figuur 3.2 – Voorbeeld van een mestvergister op een agrarisch bedrijf



Het advies is om het biogasconcept los van de gebiedsontwikkeling voor Tabaksteeg-Zuid te zien. Als eerste omdat een dergelijk project meer tijd zal kosten dan voor de bouw van de woningen gepland is. Daarnaast is de haalbaarheid van de biogasproductie uit mest volledig afhankelijk van de mogelijkheid van rundveehouders om vergisters te plaatsen. Ze zijn hierin afhankelijk van de huidige politieke onzekerheid rond stikstofdepositie, de financierbaarheid en het verkrijgen van de benodigde vergunningen. Als deze voorwaarden al ingevuld kunnen worden, is het logischer om biogas op te waarderen tot groen gas en op een centrale plek in te voeden op het landelijke gasnet. Of om met biogas direct een generator aan te drijven die is aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet. Invoeding op het landelijke net geeft een constante bedrijfssituatie en daarmee meer zekerheid op afzet en een grotere opbrengst op de geproduceerde energie. Daarmee kan biogasproductie en het produceren van groene stroom via een WKK het beste beschouwd worden als een aparte elektriciteitsopwekking. Dit is dan vergelijkbaar met een dak met PV-panelen of een (kleine) windturbine, zoals die vaker bij agrarische bedrijven worden geplaatst. Het opwekken van groene stroom met biogas is goed mogelijk maar levering aan stroomgebruikers in Tabaksteeg-Zuid en de afstemming van vraag en aanbod is complex.. Bij een succesvol project kan dit beter gerealiseerd worden via landelijke energieleveranciers. Daarmee valt deze optie af voor de verdere verkenning naar energieconcepten voor Tabaksteeg-Zuid.

3.1.2 Collectief warmtenet

Een warmtenet is een infrastructuur waarbij meerdere gebouwen door dezelfde warmtebron verwarmd worden. Dat houdt in dat een centrale bron door middel van een openbare infrastructuur verbonden wordt met individuele afnemers. Dit vraagt om een overkoepelende organisatie, zoals een warmtebedrijf. Een warmtenet kan financieel aantrekkelijk zijn voor projecten met een hoge bouwdichtheid en een hoge bouwsnelheid. Een warmtenet brengt namelijk hoge (voor)investeringen met zich mee, die terugverdiend moeten worden met de verkoop van een aanzienlijke hoeveelheid warmte.

Grofweg wordt er onderscheid gemaakt tussen laag-temperatuur warmtenetten en hoog-temperatuur warmtenetten. Een hoog temperatuur (HT)-warmtenet levert warmte met een temperatuur van $\geq 80^{\circ}\text{C}$. Dit betreft alleen nog de oude warmtenetten in Nederland die warmte leveren aan bestaande woningen. De andere mogelijkheid is een midden-temperatuur warmtenet. Hierbij wordt de warmte op een zodanige temperatuur aangeleverd dat het ook direct bruikbaar is voor warm tapwater. Als warmtebron zijn er meerdere mogelijkheden: bodem, lucht, restwarmte, zon, afvalwater en WKK op biogas.

Het transporteren van warmte is kostbaar en bovendien gaat er warmte verloren. Om die reden wordt een warmtenet als kansrijk gezien bij een hoge bouwdichtheid (veelal voor een groot deel gestapelde bouw) en daarmee hoge warmtevraagdichtheid van minimaal 600 GJ/ha.jaar. Op basis van het huidige programma ligt de warmtevraagdichtheid van Tabaksteeg-Zuid tussen de 350 en 450 GJ/ha.jaar en is daarmee aanzienlijk

lager. Daarmee is het realiseren van een collectief warmtenet voor heel Tabaksteeg-Zuid niet voor de hand liggend.

Er zijn echter voorbeelden waarbij wél gekozen is voor een midden temperatuur warmtenet bij nieuwbouw. Een goed voorbeeld hiervan is een wijk met 930 woningen in Veenendaal-Oost.³ Hierbij zijn collectieve warmtepompen opgesteld met een WKO-systeem, waarbij onder andere een 1.500 m³ warmtebuffer is toegepast. Daarnaast is een alternatieve (capaciteitsbeperkende) transportovereenkomst aangegaan met de lokale netbeheerder, zodat elektriciteit alleen buiten congestie-momenten van het elektriciteitsnet wordt gebruikt. Wanneer Tabaksteeg-Zuid door toenemende netcongestie ook getroffen wordt, kan een dergelijk collectief systeem met warmtebuffer toch interessant zijn. De realisatiekosten kunnen hierbij oplopen tot € 30.000,- per aansluiting, wat aanzienlijk duurder is dan een individuele luchtwarmtepomp die momenteel ca. € 15.000,- kost, exclusief de BTW. Daarnaast heeft een collectief systeem hogere verliezen met als gevolg meer energiekosten en zijn de instandhoudingskosten hoger. Dit brengt voor de bewoners een hogere energierekening met zich mee ten opzichte van een individueel concept. Ook ruimtelijk heeft deze variant de nodige impact, er moet rekening gehouden worden met een dubbel leidingnet(2x 2 leidingen) in het nutsprofiel en een buffer van 1.500 m³. Een systeem met een warmtebuffer per woning en ondersteund door batterijen heeft dezelfde prestaties, tegen aanzienlijk minder kosten.

3.1.3 All-electric op gebouwniveau

De derde infrastructuur die wordt overwogen is een 'all-electric' infrastructuur waarbij de benodigde warmte met elektrische warmtepompen wordt opgewekt. Deze warmtepompen maken gebruik van energie uit de bodem, grondwater, lucht of zonnewarmte (PV-thermisch), die met elektriciteit verder wordt omgezet in laagtemperatuur-warmte en warm tapwater. In combinatie met zonnepanelen kan bij een all-electric infrastructuur op het gebouw zelf de elektriciteit opgewekt worden die voor de warmtepompen en de overige apparaten in de woning nodig is. Dit geeft de mogelijkheid om de opgewekte duurzame energie direct te gebruiken voor de warmtevoorziening. Voor collectieve bodemlussen en PVT als bron dient rekening gehouden te worden met een investering van ca. € 25.000,- per woning.

Binnen een all-electric infrastructuur kan een collectieve opwekkingsinstallatie één of meerdere gebouwen van warmte voorzien. Bij appartementencomplexen is het mogelijk om één of meerdere collectieve warmtepompen in het gebouw te plaatsen die warmte leveren aan afleversets in de woningen. In dat geval is er een centrale technische ruimte nodig van 25-75 m², afhankelijk van de grootte van de appartementen en de hoeveelheid appartementen in het complex. Dit levert voordelen op qua ruimtelijke inpassing en geluid in de woningen, omdat deze afleversets slechts 0,3 m² ruimte vragen en nagenoeg geen geluid produceren.

3.1.4 All-electric op woningniveau

Daarnaast kan niet alleen op gebouwniveau, maar ook op woningniveau een individuele warmtepomp gerealiseerd worden. Voor grondgebonden woningen wordt warmteopwekking op woningniveau het meest toegepast. De belangrijkste reden is dat individuele warmtepompen met individuele bron energetisch het best presteren en daarmee zorgen voor de laagste energiekosten. Daarnaast is de gebruiksoppervlakte vaak groter dan van appartementen waardoor er voldoende ruimte in de woning is om een warmtepomp met buffervat in te passen. Tot slot blijkt in de praktijk dat voor woningeigenaren van grondgebonden woningen het in het kader van woongenot belangrijk is om een volledig eigenaar te zijn de warmtevoorziening inclusief warmtebron op eigen perceel.

Ook op basis van praktijkervaringen van Merosch met andere projecten blijkt een collectief systeem (i.c.m. met bijvoorbeeld WKO-systeem) voor grondgebonden woningen vergeleken met individuele bodemwarmtewisselaars een hoger jaarlijks energiegebruik op te leveren als gevolg van het rondpompen van warmte en koude. De CO₂-uitstoot als gevolg hiervan is ook hoger en de totale kosten voor het systeem

³ Bron: TVVL, artikel april 2024; zie [link](#).

liggen hoger. Om die reden ligt voor de grondgebonden woningen in Tabaksteeg-Zuid een collectief systeem niet voor de hand.

Ook in appartementengebouwen kan de warmte en/of koude per appartement worden opgewekt met een individuele warmtepomp. Net als voor grondgebonden woningen kan gekozen worden voor een lucht-buitenunit of een gesloten bodemlus als warmtebron. Een warmtepomp met bodemwarmtewisselaar heeft de voorkeur, omdat deze het hoogste energetische rendement haalt van alle individuele bronnen. Het is ook mogelijk meerder bodemplussen te realiseren die gezamenlijk als bron fungeren voor de individuele warmtepompen in de appartementen.

3.2 Conclusie

Uit de analyse van de warmteconcepten kan geconcludeerd worden dat voor een duurzaam gasnet de schaarste en technische uitdagingen een belemmering vormen, waardoor deze richting niet als haalbaar wordt gezien. Daarnaast brengt de productie en verbranding van duurzaam gas alsnog CO₂-uitstoot met zich mee, wat niet past binnen de kaders en randvoorwaarden die voor Tabaksteeg-Zuid zijn gesteld ten aanzien van de BENG-eisen. Een duurzaam gasnet is wel het meest gunstige met het oog op netcongestie vanwege het ontbreken van elektrische warmteopwekking.

Hoewel een collectief warmtenet vaak wordt gezien als gunstig voor de netbelasting, is het op dit vlak niet onderscheidend, en vanwege de distributieverliezen, ook niet echt energie-efficiënt, wat zich vertaalt in slechtere prestaties in de BENG-scores. Gezien deze aspecten en de hoge investeringen en instandhoudingskosten is ook deze richting geen haalbare oplossing voor Tabaksteeg-Zuid.

Een all-electric oplossing op gebouw- of woningniveau is zeker niet zo belastend voor het elektriciteitsnet als vaak gepresenteerd wordt. Gezien de mogelijkheden voor buffering en sturing is dit de meest optimale oplossing in de verhouding tot investering, energie-efficiëntie en netbelasting. Voor de grondgebonden woningen heeft een all-electric oplossing met individuele warmtebron de voorkeur. Voor de appartementen heeft de voorkeur een collectieve bron per appartementencomplex met individuele warmtepomp per appartement. Voor appartementencomplexen met kleinere appartementen (<100 m²) kan gekozen worden voor een collectieve warmtepomp met afleversets naar de woningen.

Duurzaam gasnet	Collectief warmtenet	All-electric
(+) Laagste netbelasting(wanneer geen koeling wordt toegepast)	(+) Automatische (passieve) koeling bij toepassing van bodemenergie	(+) - Automatische (passieve) koeling bij toepassing van bodemenergie - Laagste investerings- en instandhoudingskosten
(-) - Niet direct beschikbaar, - alsnog CO ₂ -uitstoot, - technisch complex, - geen automatische koeling	(-) - Hoge investerings- en instandhoudingskosten, - veel distributieverlies, - door ontbrekende restwarmtebron alsnog hoge netbelasting	(-) Vrij hoge netbelasting

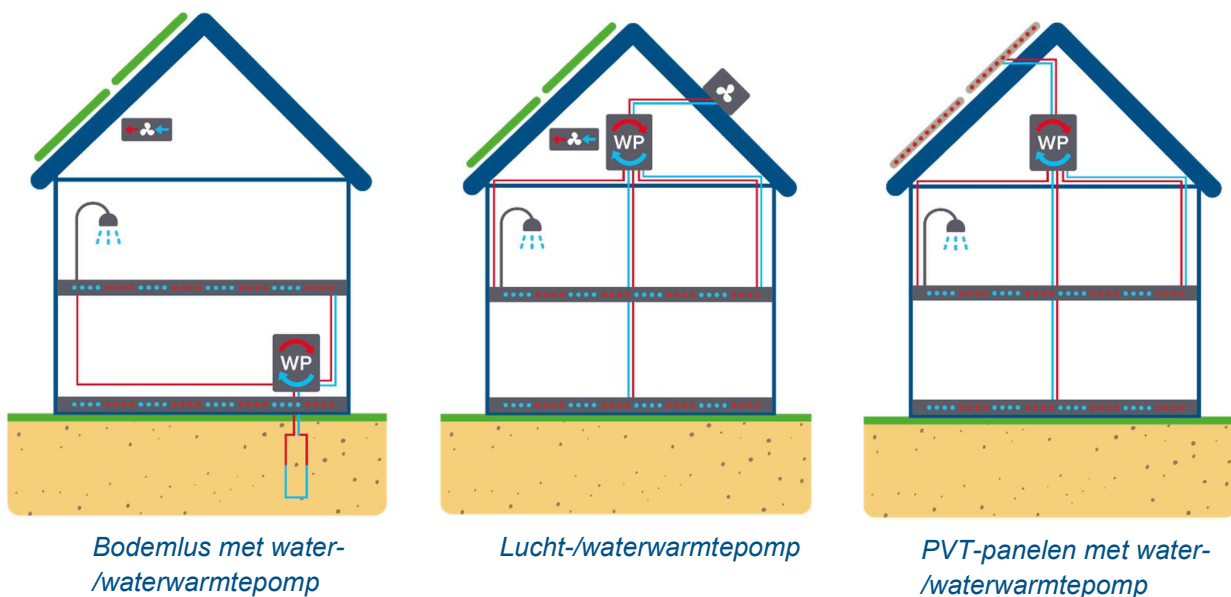
Het advies is dan ook om voor Tabaksteeg-Zuid een all-electric oplossing als voorkeursconcept aan te houden. Binnen dit concept zijn nog een aantal varianten mogelijk. In hoofdstuk 4 wordt hier verder op ingegaan.

4 Voorkeursrichting

4.1 Individuele warmte-/koudeconcepten voor grondgebonden woningen

Onder de individuele warmte-koude oplossingen zijn op hoofdlijn drie meest toegepaste oplossingen. Het gaat hierbij om bodemlussen met een water-/waterwarmtepomp, lucht-/waterwarmtepompen en PVT-panelen met een water-/waterwarmtepomp. Alle drie zijn een optie voor Tabaksteeg-Zuid voor met name de grondgebonden woningen. In Figuur 4.1 zijn deze drie opties schematisch weergegeven.

Figuur 4.1 – Individuele all-electric concepten voor Tabaksteeg-Zuid



Hieronder wordt voor elk van de drie de voordelen, nadelen en aandachtspunten benoemd.

Bodemlussen

Bodemlussen	
Voordelen	Nadelen
+ Laagste energieverbruik en laagste impact op elektriciteitsnet	- Hoge investeringskosten
+ Passieve koeling door lage bodemtemperatuur	- Ondergronds ruimtebeslag
+ Verschillende exploitatievormen mogelijk	
+ Geen onderhoudskosten aan bron	
+ Lage energielasten	
Overige aandachtspunten	
○ Er geldt geen dieptebeperking in gemeente Leusden. In meeste gevallen moet er wel een melding gemaakt worden van de boring ten behoeve van de bodemlus.	

Lucht

Lucht	
Voordelen	Nadelen
+ Geen leidingwerk nodig in openbaar gebied	- Laagste efficiëntie van individuele bronnen
+ Geen specifieke eisen	- Meeste impact op het elektriciteitsnet
+ Te ontwikkelen per gebouw	- Geen passieve koeling
+ Lage investeringskosten	- Zorgt voor laagfrequent geluid
	+/- Hogere energielasten
Overige aandachtspunten	
○ Inpassing buiten-unit is een aandachtspunt. Op een plat dak voor een grondgebonden woning kan het relatief eenvoudig uit het zicht geplaatst worden. Op een schuin zadeldak zijn er inmiddels verschillende oplossingen, bijvoorbeeld als 'schoorsteen'.	

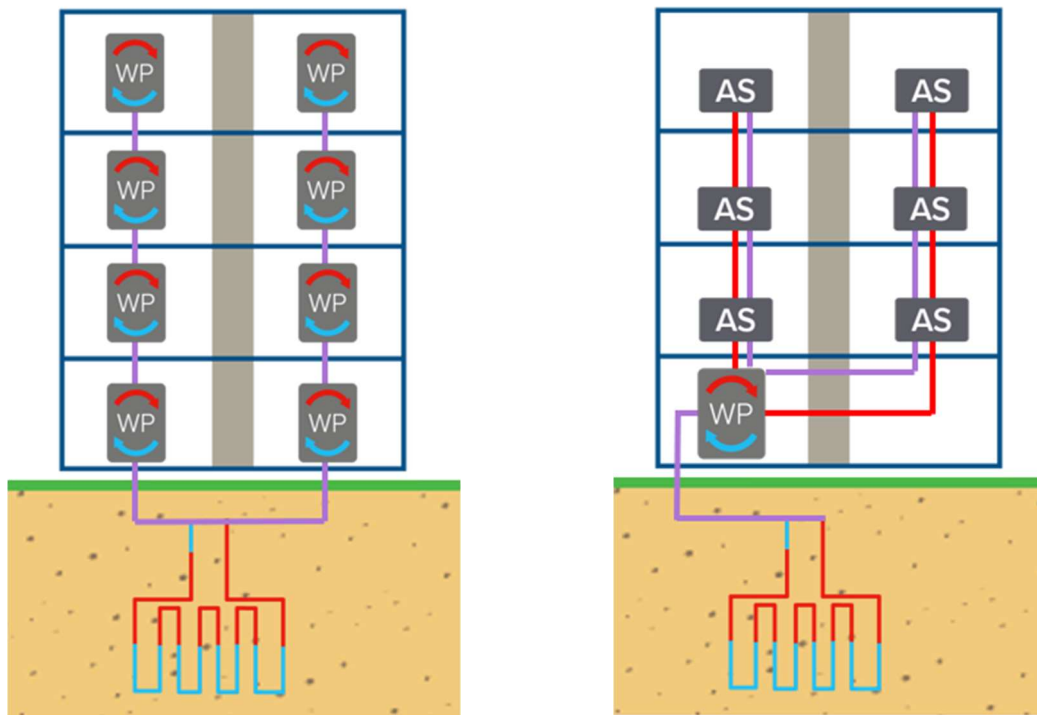
Zonthermische panelen (PVT-panelen)

PVT-panelen	
Voordelen	Nadelen
+ Duurzaam	- Hoge investeringskosten
+ Op warme dagen 'gratis' tapwater maken	- Op koude dagen lage efficiëntie
+ Geen onderhoudskosten aan bron	- Grote impact op het elektriciteitsnet
+ Lage energielasten	
+ Dubbel ruimtegebruik dak	
Overige aandachtspunten	
○ Combinatie PVT-panelen en PV-panelen lastig esthetisch in te passen. Bijvoorbeeld voor ambitie nul-op-de-meter (en soms ook voor energieneutraal) zijn extra PV-panelen nodig die naast de (dikkere) PVT-panelen ingepast moeten worden. Met name op schuine daken kan dit een aandachtspunt zijn.	

4.2 Klein collectieve warmte-/koudevoorziening voor meergezinswoningen

Bij een klein collectieve warmtevoorziening wordt een klein warmtenet gerealiseerd. Dit vraagt om extra warme en koude leidingen vanuit een centrale ruimte naar de woningen. De warmtepompen waarden de bronwarmte op naar gewenste temperatuur. In deze varianten wordt een 2-, of 4-pijps distributiesysteem in het gebouw aangelegd voor aanvoer- en retourleidingen voor zowel levering van bronwarmte als passieve koude. In onderstaande figuur is schematisch weergegeven hoe een dergelijk systeem eruit kan zien.

Figuur 5.2 – Schematische weergave van kleine collectieve warmte/koude oplossingen met bodemlussen



De appartementen binnen Tabaksteeg-Zuid zijn vrij verspreid door het gebied gesitueerd en liggen op behoorlijke afstand van elkaar. Hierdoor is de meest voor de hand liggende oplossing om elk appartementengebouw van een eigen collectief bodemsysteem te voorzien. In de latere fases kan overwogen worden om sommige dicht bij elkaar gelegen blokken op één collectief aan te sluiten, maar voor deze fase is er nog te weinig detail niveau om daar iets concreets over te zeggen. Hetzelfde geldt voor de keuze of er gewerkt wordt met een individuele warmtepomp per woning of een collectieve warmtepomp per gebouw. Als vuistregel geldt dat appartementen met een BVO van meer dan 100 m² geschikt zijn om met een individuele warmtepomp uitgerust te worden en kleinere appartementen op een collectieve warmtepomp aan te sluiten. Echter is een combinatie van beide varianten in één gebouw niet wenselijk vanwege dubbele distributiesystemen.

Alternatieven voor een bodemsysteem zijn een collectieve lucht-/water warmtepomp of een warmtepomp in combinatie met een PVT-systeem. Het ruimtebeslag en de investeringskosten voor een lucht-water warmtepomp liggen lager ten opzichte van een bodemsysteem, maar de energetische prestaties zijn ook een stuk lager. De energetische prestatie is vooral lager bij lage buitentemperaturen, meestal vanaf 0°C en daar onder. Voor een PVT-systeem geldt dat de investering overeenkomt met die voor bodemlussen. De energetische prestaties zijn daarentegen een stuk lager. Dit zorgt voor een fors hogere elektrische piekbelasting ten opzichte van een bodem energiesysteem. In onderstaande tabel worden de verschillen tussen bodem-, luchtwarmtepomp en PVT samengevat.

Tabel 4.1 – Vergelijking all-electric warmte-/koudeconcepten

	Luchtwarmtepomp	Bodemwarmtepomp	PVT
Ruimtelijke inpassing binnen	Individuele warmtepomp of collectieve warmtepomp met afleverset (gestapelde bouw)		
Ruimtelijke inpassing buiten	Buiten-unit op dak	Bronnen in de grond	Groot dakoppervlak benodigd
Duurzaamheid	(-) Laagste opwekrendement	(+) Hoger opwekrendement	(+/-) Middelmatig opwekrendement
Koeling	(-) Geen automatische koeling	(+) Automatische (passieve) koeling	(-) Geen automatische koeling
Investeringskosten	(+) Laagste investeringskosten	(-) Hogere investeringskosten	(-) Hogere investeringskosten
Exploitatiekosten (energie + onderhoud)	(-) Hoogste exploitatiekosten	(+) Lagere exploitatiekosten	(+/-) Middelmatige exploitatiekosten
Impact op netcongestie	(-) Hoog	(+) Laag	(-) Hoog
Aandachtspunten	Geluid en esthetische inpassing buitenunit	Energiebalans bodem	Esthetisch synchroniseren van PV- en PVT-panelen

4.3 Haalbaarheid energie-ambitie

In onderstaande tabellen wordt weergegeven hoeveel oppervlakte aan PV-panelen nodig is om de energie-ambitie te halen. Deze resultaten zijn tot stand gekomen door een referentiewoning te hanteren, met een 125 m² GO grondgebonden woningen en een 90 m² GO appartement. Hierbij is uitgegaan van 235 Wp/m² voor het PV-systeem. Om ruimtelijke consequenties voor de ambitie nul-op-de-meter te berekenen is voor een grondgebonden woning en een appartement respectievelijk uitgegaan van 2.700 en 1.700 kWh voor gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik.

Tabel 4.3 – Indicatie ruimtelijke impact energie-ambitie voor grondgebonden woningen

Specificatie		Bodem	Lucht	PVT
BENG-1	[kWh/m ²]	55	55	55
Elektriciteitsverbruik op de meter	[kWh]	2.000 + 2.700	2.900 + 2.700	2.500 + 2.700
PV voor energieneutraal	[m ²]	9	14	12 (PVT*)
PV voor NOM wonen	[m ²]	22	27	13 + 12 (PVT*)
PV voor NOM leven	[m ²]	29	34	33

*Uitgaande van een 430 Wp PVT-paneel van 2,0 m² per paneel.

Tabel 4.4 – Indicatie ruimtelijke impact energie-ambitie voor appartementen

Specificatie		Bodem	Lucht	PVT
BENG-1	[kWh/m ²]	46	46	46
Elektriciteitsverbruik op de meter	[kWh]	1.500 + 1.700	1.900 + 1.700	1.800 + 1.700
PV voor energieneutraal	[m ²]	7	10	9 (PVT*)
PV voor NOM wonen	[m ²]	15	18	8 + 9 (PVT*)
PV voor NOM leven	[m ²]	22	25	15 + 9 (PVT*)

*Uitgaande van een 430 Wp PVT-paneel van 2,0 m² per paneel.

In totaal zullen met de verdeling 590 grondgebonden woningen gerealiseerd worden. Voor deze woningen is de verwachting dat de benodigde hoeveelheid PV-oppervlakte op eigen woning gerealiseerd kan worden om

in ambitie NOM te voorzien. Voor de 400 appartementen zal bij complexen van meer dan 4 bouwlagen de inpassing van PV voor ambitie ENG een uitdaging zijn. Wanneer het grootste gedeelte van de appartementen in complexen van maximaal 4 bouwlagen wordt gerealiseerd, lijkt deze ambitie haalbaar.

Er vanuit gaande dat energieneutraal voor appartementen en nul-op-de-meter wonen op eigen gebouw gerealiseerd wordt, is nog een deel in openbaar gebied nodig voor nul-op-de-meter wonen op wijkniveau. Per appartement is circa 8 m² aan PV-oppervlakte extra nodig. Uitgaande van 400 appartementen is in totaal 3.200 m² aan PV-oppervlakte in openbaar gebied nodig. Dit kan bijvoorbeeld door solarcarports boven parkeerplaatsen. Wanneer uitgegaan wordt van een parkeerplaats van 15 m² (2,5 meter bij 6 meter) zullen in totaal circa 214 parkeerplaatsen voorzien moeten worden van solarcarports. Gezien het totaal aantal van 990 woningen met minimaal één parkeerplaats per woning lijkt het technisch haalbaar om dit in te passen. Met het oog op de wens om nul-op-de-meter leven voor het hele gebied te realiseren, dient er uitgegaan te worden van een aanvullende hoeveelheid PV-oppervlakte van ca. 6.930 m². Uitgaande van de hierboven bepaalde oppervlakte van een parkeerplaats, dienen nog ca. 462 parkeerplaatsen van PV-panelen te worden voorzien. In totaal heeft het gebied, naast maximale PV op de daken, 676 parkeerplaatsen met PV nodig. Daarmee lijkt NOM leven op gebiedsniveau in technisch opzicht haalbaar. Voorwaarde hiervoor is dat alle parkeerplaatsen in de openbare ruimte van solarcarports worden voorzien en er niet meer dan 300 parkeerplaatsen onder appartementengebouwen worden geplaatst.

Het is van belang dat er onderscheid gemaakt wordt tussen PV-panelen die bedoeld zijn voor woningen en PV-panelen die bedoeld zijn voor voorzieningen in de openbare ruimte, zoals laadpalen. De PV-installaties die bedoeld zijn voor de woningen worden op de woningen of woongebouwen zelf geplaatst. Het koppelen van de PV-installaties in het openbaar gebied aan de woningen waarvoor ze worden opgevoerd is zowel technisch als organisatorisch ingewikkeld. Het advies is daarom de woningen zo te ontwerpen dat NOM-wonen gerealiseerd wordt met gebouwgebonden PV-panelen en de PV-panelen voor NOM-leven in het openbare gebied te plaatsen. Met betrekking tot de investering en exploitatie van PV-installaties in de openbare ruimte ten behoeve van NOM-wonen is het advies om deze te koppelen met laadpalen. Vanuit de praktijk zien we dat er een goede businesscase voor een dergelijke combinatie te realiseren is en dat daarom deze opzet bij een (laadpaal)exploitant ondergebracht kan worden zonder dat daar investeringen tegenover staan. In het geval de ambitie NOM-leven op gebiedsniveau gerealiseerd wordt, zal de businesscase voor een combinatie van PV en laadpalen onder druk komen te staan vanwege het, nu nog, geringe aandeel elektrisch vervoer. Wanneer het aandeel van elektrisch vervoer rond de 40% komt, zal naar verwachting ook voor NOM-leven een businesscase voor een exploitant kunnen ontstaan. Hoe dit concreet moet worden ingevuld, zal in de ontwerpfasen van het project verder moeten worden uitgewerkt. Gezien de omvang van de ontwikkeling, is het de verwachting dat er veel projectontwikkelaars betrokken zullen zijn. Het is daarom aanbevolen dat de gemeente Leusden hierin de regie neemt, in plaats van dit over te laten aan de ontwikkelende partijen.

4.4 Netimpact energieconcept

In het voorgaande hebben we vastgesteld dat een all-electric energieconcept met een bodemwarmtepomp en gesloten bodemlussen voor Tabaksteeg-Zuid het voorkeursscenario zou moeten zijn. De impact op het elektriciteitsnet hebben we inzichtelijk gemaakt door op één van de koudste dagen van het jaar, waarin de energievraag voor ruimteverwarming het hoogst is, een simulatie te maken van de netbelasting.

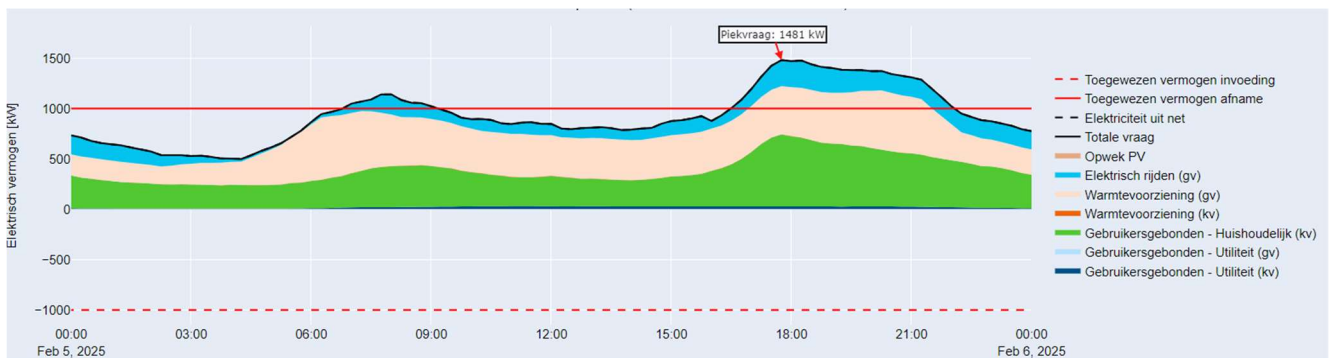
De volgende uitgangspunten hebben we hierbij gehanteerd:

- 590 grondgebonden woningen en 400 appartementen
- Warmtapwater vraag van 4,5 GJ per woning; 25 W per m² verwarming en 1.800 vollasturen.
- 10% van huishoudens rijdt elektrisch in 2030 dus 100 laadpunten benodigd; uitgaande van ElaadNL laadprofielen met slim laden.

- Opwek door PV nog buiten beschouwing gelaten omdat PV uitgeschakeld kan worden bij piek teruglevering. Daarbij is voor netbelasting vaak de piekvraag in de winter vanwege elektriciteit voor verwarming bepalend.
- Van één variant uitgewerkt:
 - Individueel en collectief gesloten bodemenergiesysteem

In de onderstaande figuur is voor het concept bodemlussen inzichtelijk gemaakt wat de impact op de netbelasting is voor Tabaksteeg-Zuid op de koudste dag in de afgelopen jaren.

Figuur 4.5 – Indicatie netbelasting bij bodemlussen



Hierbij is te zien dat er pieken en dalen in de vraag zijn. Deze geven ruimte voor balansmaatregelen zoals een wijkbatterij. Vanuit de principes van netbewust en netneutraal bouwen is het niet direct noodzakelijk om een batterij te introduceren, bij verdergaande netcongestie biedt het profiel ruimte om een batterij als capaciteitsbeperkende maatregel in te zetten en daarmee de kans op aansluiting van de wijk te vergroten.

De principes van netbewust bouwen zijn in het volgende hoofdstuk verder toegelicht.

5 Netbewust bouwen

In paragraaf 2 is toegelicht op welke manier in het ontwerp van een nieuwbouwwijk rekening gehouden kan worden met netcongestie. Hieronder is een overzicht weergegeven van de 5 stappen met verderop in dit hoofdstuk een toelichting per stap. Deze principes komen grotendeels overeen met de Ontwerpprincipes Netbewuste Nieuwbouw⁴ die recentelijk door onder meer netbeheerders, Bouwend Nederland en provincies zijn opgesteld. Er is een relatie tussen de bouwkundige uitgangspunten voor netbewust bouwen en de minimum eisen uit het Besluit bouwwerken leefomgeving(Bbl). De mogelijke keuzerichtingen hebben we op 2 niveaus inzichtelijk gemaakt en vergeleken met de wettelijke eisen uit het Bbl.

⁴ <https://media.umbraco.io/bouwend-nederland/hsyl04s4/ontwerpprincipes-netbewuste-nieuwbouw-2.pdf>

Figuur 5.1 – De 5 stappen voor netbewuste gebiedsontwikkelingen



1. Reduceer de vraag

Een netbewust energieconcept is voor een belangrijk deel afhankelijk van het reduceren van de capaciteitsvraag. Dat betekent dat de gebouwen zo ontworpen worden dat er een minimale energievraag ontstaat. Aangezien de meeste energie naar het verwarmen en ventileren van een gebouw gaat, zijn de bouwkundige uitgangspunten hierop van grote invloed. De kaders hiervoor worden beschreven in het Besluit bouwwerken leefomgeving(Bbl). In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste uitgangspunten opgenomen die toegepast kunnen worden op het gebied van capaciteitsreductie. In het algemeen hechten aanbestedende partijen belang aan keuzevrijheid in het ontwerp van gebouwen, daarom onderscheiden we ten opzichte van het Bbl 2 ambitieniveaus; netbewust en netbewuster. Waarbij netbewust het minimaal acceptabele niveau aangeeft en netbewuster de grootste impact heeft.

Tabel 5.1 – Bouwkundige en installatietechnische maatregelen voor capaciteitsreductie

Maatregel	Bbl	Netbewust	Netbewuster	Eenheid
Stap 1: Capaciteitsreductie				
Rc-vloer	3,7	3,7	5,0	m ² K/W
Rc-gevel	4,7	4,7	6,0	m ² K/W
Rc-dak	6,3	6,3	8,0	m ² K/W
U-raam	< 1,65	< 1,20	< 1,00	W/(m ² K)
Qv10	< 0,42	< 0,3	< 0,2	dm ³ /s per m ²
Ventilatie	-	Balansventilatie met WTW (> 90%)		-
Verwarmingsvermogen	40	30	25	W/m²
Netto warmtebehoefte (EH;nd cf. EPV-tabel)	< 43	< 25	< 20	kWh/m²

De bovengenoemde capaciteitsreducerende maatregelen kunnen als een set aan maatregelen worden uitgevraagd aan ontwikkelaars bij de gronduitgifte. Dit beperkt echter de vrijheid van de ontwikkelaars. Het is daarom wenselijker om een prestatie uit te vragen. Ontwikkelaars kunnen dan hun eigen afweging maken, zolang via de combinatie van maatregelen voldaan wordt aan de gestelde eis. De 'netto warmtebehoefte (EPV)' die binnen de BENG-methodiek wordt berekend is hier een goede indicator voor. Dit is gerelateerd aan de tweede stap van netbewust bouwen; efficiënte omzetting.

2. Efficiënte omzetting

De volgende stap voor een netbewust energieconcept is een efficiënte invulling van de energievraag van een woning. In de conclusie in paragraaf 3.2 en de uitwerking hiervan in hoofdstuk 4 hebben we al gezien dat een all-electric concept voor Tabaksteeg-Zuid het meest passend is. Dit brengt een zekere belasting van het elektriciteitsnet met zich mee. De belasting van het elektriciteitsnet is het grootst tijdens de koudste dagen. Verwarm daarom bij voorkeur met laagtemperatuur afgiftesystemen (<35°C) en gebruik warmte vanuit de bodem als energiebron. De bodem heeft een constante temperatuur en ondervindt als gevolg daarvan geen invloed van lage buitentemperaturen. Het is daarnaast ook wenselijk om te kijken naar de prestatie van een warmte en koude voorziening. Hiervoor bestaat momenteel nog geen goede indicator. Via de kwaliteitsverklaringen is het wel mogelijk om een indicatie te krijgen van hoe efficiënt een warmtepomp opereert. In het geval van een warmtepomp wordt de COP gemeten onder standaardtestomstandigheden. Deze weerspiegelt de prestatie bij de ontwerpcondities van de woning niet direct, maar geeft wel een indicatie. Een warmtepomp met een relatief hoge prestatie onder standaard testomstandigheden, zal namelijk ook bij afwijkende condities relatief goed presteren.

Tabel 5.2 – Maatregelen efficiënte omzetting

Maatregel	Bbl	Netbewust	Netbewuster
Stap 2: Efficiënte omzetting			
Type	LWP, BWP	LWP, BWP	BWP, WN
SCOP ruimteverwarming volgens kwaliteitsverklaring	-	> 4,0	> 4,8
SCOP tapwater volgens kwaliteitsverklaring	-	> 1,4C	> 3,0
Elektrisch element ruimteverwarming	✓	✗	✗
Elektrisch element warm tapwater	✓	Alleen tijdens daluren	✗
Indicatie van netbelasting per woning van 125 m² bij -10 °C (excl. laadpalen en gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik)	2 – 6 kWe	< 1,3 kWe	< 0,7 kWe

3. Afstemmen vraag en aanbod (intern)

De derde stap om te komen tot een netbewust energieconcept is het slim afstemmen van vraag en aanbod. Veruit de grootste slag hierin wordt gemaakt bij het slim laden van elektrische voertuigen. Dit betekent dat het moment van de vraag naar elektriciteit wordt verschoven van een piekmoment naar een moment waar de belasting op het net minder is. Dit kan gedaan worden door het laden uit te stellen of door de laadcapaciteit tijdelijk te verlagen, en daarmee de totale piekvraag te reduceren. Slim laden wordt gezien als een no-regret maatregel.

De volgende intensieve energieverbruiker waarbij de energievraag slim kan worden afgestemd op het aanbod is de warmtepomp. Een energiemanagement system per woning/complex zorgt ervoor dat warmtepompen, laadpalen en overige apparaten zo veel mogelijk direct (dus zonder opslag) de eigen opgewekte duurzame energie (veelal met PV) benutten. Alhoewel dit het probleem van netcongestie niet geheel oplost, wordt aanbevolen om de woningen in Tabaksteeg-Zuid 'slim' in te richten. Dit kan bijvoorbeeld

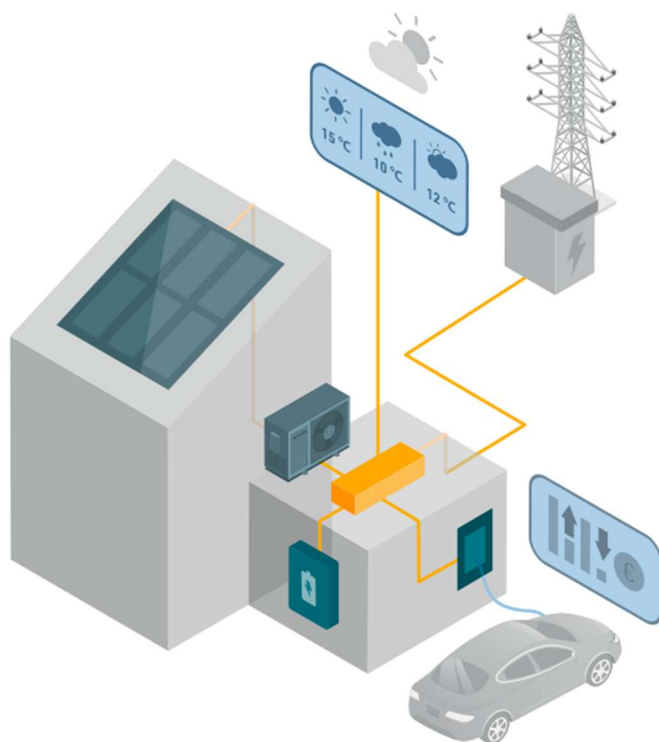
door de woningen standaard te voorzien van vergroot warmtebuffer en een Home Energy Management System (HEMS). Dit geeft de woningeigenaar allereerst inzicht in het profiel van het elektriciteitsverbruik en de opgewekte elektriciteit door PV-panelen. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om belangrijke elektrische apparaten slim aan te sturen. Dit slim koppelen kan onder andere door op momenten dat er veel opwek van elektriciteit door PV-panelen beschikbaar is, de warmte en koude voorziening en eventuele laadvoorziening voor elektrisch vervoer aan te sturen. Door dit slimme bufferen en laden wordt de opgewekte energie maximaal benut in de woning. Een slimme woning verlaagt hiermee de impact op netcongestie en de energiekosten en biedt de mogelijkheid om meer duurzame energie te gebruiken. De investering hiervoor bedraagt ca. € 500,- per woning.

De mogelijkheden tot sturing kunnen verschillen en zijn sterk afhankelijk van de installaties die achter netaansluiting zijn aangesloten. Een aantal concrete maatregelen die in een HEMS kunnen worden opgenomen zijn:

- De auto standaard opladen tot maximaal 80% van totale accucapaciteit, en alleen wanneer lokaal opgewekte overtollige stroom beschikbaar is, verder laden.
- Het opwarmen van het warmtebuffer inplannen, zodat dit, op momenten waarop overtollige stroom beschikbaar is, geladen kan worden.
- Overrulen van de weersafhankelijke regeling van de warmtepomp, waarmee deze aangezet wordt wanneer overtollige stroom beschikbaar is.
- De zonnepanelen afschakelen als er overbelasting van het net dreigt door grootschalige teruglevering.
- Gebruikmaken van dynamische tarieven en energie-intensieve apparaten, zoals wasmachine en vaatwasser, aanzetten wanneer de uurprijs laag is.

Op die manier worden netbewuste woningen gerealiseerd die bijdragen aan een stabiel elektriciteitsnet van de toekomst. Zie onderstaand figuur een schematische weergave van een HEMS.

Figuur 5.2 – Schematische weergave van een HEMS (bron: TKI Urban Energy)



4. Opslag en bufferen

Een gebied dat ontwikkeld wordt met de ambitie om als geheel evenveel energie op te wekken als het nodig heeft, wordt gekenmerkt door grote pieken in de lokale opwekking. Dat komt doordat in de gebouwde omgeving nagenoeg alleen opwekking geaccepteerd wordt m.b.v. PV-panelen, met eventueel een hieraan gekoppeld thermisch deel. Op momenten dat er veel zon is, is er daarmee ook veel aanbod van duurzame energie, terwijl de behoefte op dat moment laag is. Het is daarom verstandig om te kijken naar buffers die een langere horizon hebben dan enkele dagen en in staat zijn om een seizoen te overbruggen. Aangezien warmte voor een groot deel afneemt wanneer het voor langere tijd opgeslagen wordt en er daardoor alsnog een warmtepomp nodig is om dit op het juiste niveau te krijgen, is het niet aanbevolen om hiervoor seizoensopslag in te zetten. In het eerder genoemde voorbeeld van Veenendaal-Oost is gekozen voor een warmtebuffer waarbij een reservoir van 15.000 m³ in de openbare ruimte is geplaatst. Wanneer gekozen wordt voor seizoensopslag, is het meest aanbevolen om dit met batterijen vorm te geven. Voor een batterij moet ook aanzienlijke ruimte gereserveerd worden, echter moet hierbij gedacht worden aan 100 - 200 m³.

5. Afstemmen vraag en aanbod (extern)

Wanneer de seizoensopslag uit het vorige punt voldoende groot is en in het gebied alle benodigde energie opgewekt wordt, is er sprake van een autarkisch energiesysteem. Dit is een systeem dat geen aansluiting op het elektriciteitsnet nodig heeft. Dit betekent dat er veel ruimte nodig is voor energieopslag. Gezien het karakter van de ontwikkeling van Tabaksteeg-Zuid, ligt het niet voor de hand om opslag met een dergelijke omvang te installeren. Daar komt bij dat het binnen de huidige wetgeving verplicht is dat een consument vrije keuze moet hebben voor een energieleverancier, met een autarkisch systeem is dat niet mogelijk. Op technisch vlak is het daarom nodig om het energiesysteem zo in te richten dat elke woning, andere gebruiksfunctie of EV-laadvoorziening een eigen aansluiting op het elektriciteitsnet krijgt. Hierbij dient de belasting van iedere aansluiting zoveel mogelijk gereduceerd te worden en dient het mogelijk te zijn om met behulp van externe signalen de belasting van iedere aansluiting te beïnvloeden. In paragraaf 4.4 is een voorbeeld gegeven van de berekening van een belastingprofiel en een indicatie van de momenten waarop sturing en buffering zinvol is. Hiervoor zijn organisatorische maatregelen nodig, zodat gebied-gebonden energieopwekking, -opslag en -verbruik, in deze situatie; PV-panelen, batterijen en laadvoorzieningen, centraal aangestuurd kunnen worden. Dit vraagt om een organisatie zoals een energiecoöperatie of energiegemeenschap om dit commercieel vrij en met betrokkenheid van lokale bewoners vorm te geven. Voor laadvoorzieningen is het mogelijk via een exploitant te sturen op laadcapaciteit met behulp van prijsprikkels. Met het oog op huisaansluitingen is dit mogelijk via een energiecoöperatie waar bewoners lid van kunnen worden, of met een energieleverancier die dynamische energietarieven aanbiedt. Deelname hieraan is richting de bewoners moeilijk af te dwingen en zal altijd vrijwillig zijn, maar kan wel aantrekkelijk ingericht worden door commerciële incentives te vermijden. Om dit in Tabaksteeg-Zuid te kunnen realiseren is een nadere uitwerking nodig van de energiebalans in de wijk met simulatie van opwekking, afname, buffering en sturing op leverings- en gebruiksprofiel. Op basis hiervan zal een inschatting gemaakt kunnen worden van de omvang van de opslag, het ruimtebeslag en de kosten en zal kunnen nagedacht worden over een businesscase en exploitatievorm. Het is voor Tabaksteeg dan ook aanbevolen om met het oog op de netbelasting de focus te leggen op coöperatieve vormgeving van opwekking in het openbare gebied met slimme sturing van gebruikers met een relatief hoog vermogen, zoals warmtepompen en laadpalen, en opslagvoorzieningen in de vorm van batterijen. Door het toepassen van deze maatregelen wordt de kans vergroot dat de netbeheerder aansluitcapaciteit zal toekennen.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde verkenning kunnen een aantal conclusies getrokken worden ten aanzien van het energieconcept en de netbelasting voor Tabaksteeg-Zuid. In eerste plaats grijpen we daarbij terug op de vragen die in hoofdstuk 3 gesteld zijn, deze zijn hieronder weergegeven met de antwoorden die uit de notitie gedestilleerd zijn:

- 1) Welke energieconcepten zijn er?
 - a. Duurzaam gasnet;
 - b. Warmtenet;
 - c. All-electric.
- 2) Welke energieconcepten zijn passend bij de BENG-uitgangspunten?
 - a. All-electric past het best;
 - b. een warmtenet is energetisch ongunstiger en heeft daardoor meer PV nodig;
 - c. Een duurzaam gasnet is in de BENG-methodiek niet in te voeren.
- 3) Welke energieconcepten zijn technisch, financieel en organisatorisch haalbaar?
 - a. All-electric is op alle genoemde concepten het meest passend;
 - b. een warmtenet is technisch en organisatorisch haalbaar, maar niet optimaal, en financieel ongunstig;
 - c. een duurzaam gasnet is technisch haalbaar, maar financieel niet te beoordelen en organisatorisch erg ingewikkeld.
- 4) Welke energieconcepten zijn geschikt met het oog op netcongestie?
 - a. Een duurzaam gasnet heeft geen belasting van het elektriciteitsnet en is daarmee het meest netneutraal;
 - b. Een warmtenet en een all-electric concept hebben beide een vergelijkbare netbelasting.

Verder kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Een passend energieconcept begint met het ontwerpen van energiezuinige woningen op basis van bouwkundige kenmerken;
- Een duurzaam gasnet is niet realistisch in verband met technische en organisatorische aspecten;
- Een warmtenet is erg duur, energetisch inefficiënt, organisatorisch complex en heeft een vrij hoge netbelasting;
- All-electric is financieel en technisch het best haalbaar;
- Een concept met luchtwarmtepompen geeft het risico dat er geen elektriciteitsaansluiting geleverd wordt door de netbeheerder;
- Een concept met bodemenergie en thermische buffers op gebouw-/woningniveau heeft een vergelijkbare netbelasting als een warmtenet en valt daarmee binnen de criteria van netbewust ontwerpen, wat de kans op een elektriciteitsaansluiting vergroot;
- Het toepassen van Home Energie Managementsystemen bij woningen geeft een verdere verlaging van de netbelasting en vergroot daarmee de kans dat de woningen ook bij fase 2 van netcongestie kunnen worden aangesloten op het elektriciteitsnet;
- Collectieve bronsystemen met individuele warmtepompen zijn qua ruimtelijke inpassing het meest passend voor gebouwen met appartementen > 100m²;
- Collectieve warmtepompen zijn qua ruimtelijke inpassing het meest passend voor gebouwen met appartementen < 100m²;
- De ambitie NOM-wonen op gebiedsniveau vraagt om ca. 3.200 m² PV-installatie in het openbaar gebied, dit staat gelijk aan ca. 214 parkeerplaatsen.
- De ambitie NOM-leven op gebiedsniveau vraagt om een omvang van ruim 10.000 m² PV-installatie in de openbare ruimte, dit staat gelijk aan ca. 676 parkeerplaatsen;

- De benodigde PV-installaties zorgen voor een grote netbelasting wanneer er niet tegelijkertijd opslag van opgewekte elektriciteit wordt toegepast, dit zorgt ervoor dat de panelen moeten worden uitgezet bij piekbelasting. Een opslag van lokaal opgewekte energie is niet noodzakelijk, maar kan wel interessant zijn;
- Er is een aanzienlijke ruimte nodig om de opgewekte energie op te slaan in batterijen. Door vraag en aanbod zowel in de gebouwen als in het gebied op elkaar af te stemmen kan dat beperkt worden. Hoe groot de capaciteit van eventuele opslag moet zijn, dient in een nadere simulatie uitgewerkt te worden.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van bovenstaande conclusies doen we de volgende aanbevelingen:

- Hanteer als voorkeursconcept voor de warmtevoorziening een warmtepomp met bodemlussen;
- Neem in ontwikkelkaders een maximale EH;nd van 25 kWh_th/m².jaar op, volgens de EPV-berekeningsmethodiek;
- Neem in ontwikkelkaders een maximale gelijktijdige netbelasting van de warmtevoorziening op van 1,3 kW(e)/woning;
- Stem met de netbeheerder af aan welke maatregelen van netbewust bouwen minimaal voldaan moet worden om ook in fase 2 van netcongestie voor de woningen een aansluiting te krijgen;
- Bespreek met de netbeheerder de mogelijkheden om aansluiting voor laadpalen te combineren met PV-installaties in de openbare ruimte;
- Onderzoek welke omvang van batterijopslag in de wijk zowel een gunstige impact heeft op de netbelasting, als een aantrekkelijke businesscase heeft voor een exploitant.
- Onderzoek de mogelijkheden om lokaal opgewekte energie, laadpalen en batterijopslag onder te brengen in een gemeenschappelijke organisatie met het doel om lokale betrokkenheid en individuele capaciteitsbeperking te stimuleren.

Bodegraven,
Chris van der Elst

7 Bijlage 1, Afwegingskader

Afwegingskader	Weging	Gasnet		Warmtenet(HT)		Lokaal warmtenet(MT/LT)			Individueel(gebouwniveau)			
		Waterstof	Groengas	Geothermie	Restwarmte	WKO	Restwarmte	Lucht	PVT	Bodem	Lucht	PVT
CO2-uitstoot	1	1	3	2	2	2	2	3	2	1	3	2
	1	5	3	5	4	2	4	1	1	1	1	1
	1	5	4	5	5	3	3	2	2	1	1	1
Toepasbaarheid	1	5	3	5	4	4	4	3	4	2	1	2
	1	4	4	5	4	4	4	3	3	1	3	2
	1	1	1	2	2	3	3	4	3	1	2	1
Impact buitenruimte	1	1	3	4	4	5	5	5	5	1	2	2
	1	2	4	2	3	4	5	2	2	1	1	1
	1	5	5	5	5	1	3	2	2	1	2	1
Complexiteit	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
Inzet eigen EL opwekking	1	5	5	5	5	1	3	2	2	1	2	1
	1	5	5	5	5	1	3	2	2	1	2	1
	1	5	5	5	5	1	3	2	2	1	2	1
Warmte uitwisseling	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
	1	5	5	4	3	1	3	4	4	3	5	5
Totaal		3,4	3,5	3,9	3,6	2,9	3,6	2,9	2,8	1,3	2,1	1,8
		3,4	3,5	3,9	3,6	2,9	3,6	2,9	2,8	1,3	2,1	1,8
		3,4	3,5	3,9	3,6	2,9	3,6	2,9	2,8	1,3	2,1	1,8

	hoog/laag	goed/slecht
1	Zeer laag	Zeer goed
2	Laag	Goed
3	Gemiddeld	Redelijk
4	Hoog	Slecht
5	Zeer hoog	Zeer slecht