



Rapportage tapwateropties en factsheets

Opties voor warm tapwater bij warmtenetten met temperaturen $<65^{\circ}\text{C}$

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Rapportage tapwateropties en factsheets

Kenmerken			
Projectnummer	22190	Datum	19 december 2024
Auteur	ir. D.A. van 't Slot MBE	Co-lezer	ir. M.A.W. Janssen
Onderwerp	Rapportage tapwateropties en factsheets		
Kenmerk	22190-1233038	Status	Definitief
Opdrachtgever	RVO.nl namens de Topsector Energie op verzoek van TKI Urban Energy T.a.v. ir. M.M.C. Bakker Postbus 8242 3503 RE UTRECHT	Uitgevoerd door	DWA B.V. Harderwijkweg 7 2803 PW GOUDA 088 – 163 53 00

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Afwegingen warmtenet	6
3	Kaders	8
4	Schema tapwateropties	9
	4.1 Deeloplossingen voor warm tapwater	12
	4.1.1 Waterbesparende douchekop	12
	4.1.2 Douchewaterwarmteterugwinning (douchewtw)	13
	4.1.3 Recirculatiedouche	14
	4.1.4 Thermische zonneboiler	14
	4.1.5 Warm water batterij	15
	4.1.6 Elektrische batterij	16
	4.1.7 PCM-opslag	17
5	Combinaties	18
6	Factsheets	19
	6.1 Vergelijking tussen de technieken	19
	6.1.1 Warmtenet < 30 °C	20
	6.1.2 Warmtenet 30-45 °C	21
	6.1.3 Warmtenet 45-55 °C	22
	6.1.4 Warmtenet 55-65 °C	23
	6.2 Vergelijking energiegebruik	24
	6.2.1 Oplossing los van warmtenet	24
	6.2.2 Individuele oplossingen, gebruik makend van het warmtenet	25
	6.3 Factsheets	26
	6.3.1 Factsheet Elektrische doorstroomverwarmer	26
	6.3.2 Factsheet tapwater o.b.v. uitzondering NEN1006	29
	6.3.3 Factsheet 'collectief tapwatercirculatienet >60°C'	32
	6.3.4 Factsheet 'collectief warmtenet t.b.v. tapwater'	35
	6.3.5 Factsheet 'individuele warmtepompboiler'	38

6.3.6	Factsheet 'Individuele elektrische boiler'	41
6.3.7	Factsheet 'individuele afleverset met kleine elektrische boiler of doorstroomtoestel'	44
6.3.8	Factsheet 'individuele boosterwarmtepomp'	47
6.3.9	Factsheet 'individuele combiwarmtepomp'	50
6.3.10	Factsheet 'afleverset verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006'	53
	Bijlage 1 - Uitgangspunten	56

1 Inleiding

In het verleden werden warmtenetten standaard ontworpen op een midden- of hoog temperatuurniveau ($\geq 65^{\circ}\text{C}$). Hiermee is het mogelijk een gebouw te verwarmen en veilig warm tapwater te leveren, echter de distributieverliezen zijn vaak hoog. Door betere isolatie van gebouwen en de populariteit van vloerverwarming, is de temperatuur die benodigd is voor ruimteverwarming echter steeds lager geworden. Daarnaast is het bij de toepassing van duurzame bronnen efficiënter om de aanvoertemperatuur van het warmtenet mee te laten dalen. Het conversierendement is dan vaak beter. Een lagere aanvoertemperatuur levert echter problemen op bij de bereiding van warm tapwater.

Het naar beneden brengen van de warmtenet temperatuur vraagt om nieuwe inzichten. Daarom zijn in deze studie de mogelijkheden voor het bereiden van warm tapwater in combinatie met een warmtenet met lagere aanvoertemperaturen ($< 65^{\circ}\text{C}$) naast elkaar gezet. Dit onderzoek richt zich primair op de warm tapwatervoorziening voor woningen.

2 Afwegingen warmtenet

De keuzes die er zijn voor de bereiding van warm tapwater in de woning, hangen sterk samen met het warmteaanbod uit het warmtenet. De keuze voor toepassing van een warmtenet en het temperatuurniveau in het warmtenet hangt samen met tal van factoren. Een aantal van deze afwegingen zijn hieronder opgenomen:

- Beschikbare bron van (rest)warmte
 - Temperatuur van restwarmte. Wanneer een warmtenet draait op restwarmte, is de beschikbare temperatuur van deze restwarmte een belangrijke factor. Zo is er bij industriële restwarmte vaak de beschikking over warmte van hoge temperaturen. Voor restwarmte uit een datacenter of koelinstallatie van een supermarkt is de beschikbare temperatuur bijvoorbeeld veel lager;
 - Beschikbaarheid andere duurzame energiebronnen;
- Energieverlies in het net.
 - Hoe lager de temperatuur in het net, hoe lager het energieverlies is. Vanuit dit oogpunt heeft een lagere temperatuur de voorkeur. Het verlies van een 70 °C net is als snel dubbel zo groot als dat van een 40 °C net;
 - Bouwdichtheid. Hoe meer afname binnen een bepaald oppervlak, hoe minder zwaar energieverliezen meewegen. Dit heeft impact op de conceptkeuze;
- Systeemrendement.
 - Het totaalrendement (energetisch) van een warmtenet wordt bepaald door zowel de centrale opwekking als de verliezen onderweg en de energie die er lokaal nog ingestoken moet worden. Bij een efficiënte opwekking (bijvoorbeeld HT-restwarmte) kan het efficiënter zijn om het warmtenet te voeden met hoge temperaturen, terwijl het bij laagwaardige restwarmte beter kan zijn om te kiezen voor het (gedeeltelijk) lokaal bereiden van warm tapwater
 - Aan te sluiten gebouwen. Afhankelijk van de gebouwen die aangesloten zijn of moeten worden op het warmtenet kan een hoger temperatuurniveau vereist zijn voor ruimteverwarming. Weliswaar zal de woningvoorraad door de jaren heen muteren, maar een warmtenet dat wordt aangelegd dient doorgaans vanaf het begin voldoende warmte te leveren.
 - Wordt het warmtenet in de zomer gebruikt om koude te leveren? In dit geval kan er in de zomer niet direct tapwater worden gemaakt en moet er gekozen worden voor een aanvullende installatie.
- Netcongestie
 - De grootte van de beschikbare elektrische aansluitcapaciteit. Sommige (lokale) installaties hebben een hoger aansluitvermogen nodig dan andere installaties;
 - Beschikbare netcapaciteit voor collectieve installatie;
- Ruimtebeslag
 - Beschikbare ruimte in de woning. Lokale bereiding van warm tapwater vraagt, afhankelijk van de gekozen techniek, vaak meer ruimte in de woning;
 - Aanwezigheid installaties in de woning. Afhankelijk van de aard van de woning en bewoners kan het wenselijk zijn zo min mogelijk installaties in de woning te hebben; zo dient elke installatie bijvoorbeeld te worden onderhouden.

-
- Tapwater vraag
 - Het gewenste comfortniveau van tapwaterlevering in zowel keuken als badkamer: de hoeveelheid en temperatuur van het warme water. Sommige installaties kunnen meer of langer warm water leveren dan andere;
 - Financiële haalbaarheid
 - De keuze van het temperatuurniveau heeft impact op de investering en exploitatiekosten van het warmtenet. Daarmee wordt dus ook de financiële haalbaarheid van een net beïnvloed;
 - Afrekenstructuur. De temperatuur van het warmtenet en daarmee de energie die er na het afleverpunt nodig is voor de bereiding van warm tapwater heeft invloed op de tarieven en afrekenstructuur van de geleverde warmte;

Al deze en andere afwegingen bepalen uiteindelijk welk concept er gekozen wordt voor het warmtenet in combinatie met de oplossing voor tapwaterlevering. Voor dit onderzoek valt de keuze voor het type warmtenet en bijbehorend temperatuurniveau buiten de scope. Het warmtenet is een gegeven voor het onderzoek. Gebouwen zonder warmtenet vallen dus buiten de scope van dit onderzoek. Ook warmtenetten met een temperatuur van minimaal 70°C vallen buiten de scope. Ook de energieverliezen in het warmtenet horen bij de afwegingen voor het warmtenet, en vallen daarmee buiten dit onderzoek, al zijn deze in combinatie met de tapwateroplossing wel bepalend voor het algehele energieverbruik en kosten.

3 Kaders

Bij deze studie zijn een onderstaande kaders gebruikt als basis voor de afwegingen:

- De eisen voor warm tapwater zijn beschreven in de NEN1006. Deze norm is vanuit het besluit bouwwerken en leefomgeving (BBL) aangewezen. Een aantal eisen¹ voor woningen die vanuit deze norm gesteld worden zijn :
 - De temperatuur aan het mengtoestel of tappunt dient tenminste 55 °C te zijn.
 - Voorraadtoestellen moeten een legionellaprogramma hebben als de temperatuur niet altijd tenminste 60 °C is.
 - Bij circulatiesystemen moet de retourtemperatuur bij gebruik conform de ontwerpcondities tenminste 60 °C zijn.
- Dit onderzoek focust op die warmtenetten waarmee het niet mogelijk is om zonder aanvullende maatregelen volledig te voldoen aan deze eisen;
- Onder bepaalde voorwaarden is tapwaterlevering op lagere temperaturen veilig mogelijk. Hiervoor is altijd toestemming van bevoegd het gezag (meestal de gemeente) vereist.
- De NEN1006 biedt (via artikel 4.4.2.7) de mogelijkheid om met lagere taptemperaturen te volstaan onder een aantal voorwaarden.
- Voor hygiëne (douchen) volstaat comfort-technisch gezien doorgaans een watertemperatuur aan het tappunt van 40°C.

¹ In dit document zijn niet alle geldende eisen opgenomen uit de NEN1006. Alle eisen die in deze norm zijn opgenomen zijn van toepassing voor alle (warm) tapwater installaties. Dit geldt ook voor de systemen zoals beschreven in dit document.

4 Schema tapwateropties

De tapwateropties zijn in tabel 1 onderverdeeld in separate tapwateroplossingen (staan los van het warmtenet) en oplossingen die gebruik maken van het warmtenet. Separate oplossingen kunnen altijd gebruikt worden en zijn onafhankelijk van de temperatuur van het warmtenet. Oplossingen die gebruik maken van het warmtenet passen niet altijd bij alle temperatuurniveaus. Voor de keuze van deze oplossingen is onderscheid gemaakt tussen 55-65°C, 45-55°C, 30-45°C en 10-30°C. Bij warmtenetten met een stooklijn is de laagste temperatuur die in het jaar voorkomt de temperatuur die leidend is.

- Temperaturen van 55 tot 65 °C zijn technisch gezien hoog genoeg om direct warmte voor ruimteverwarming te leveren aan goed geïsoleerde woningen. Daarnaast zijn deze temperaturen ook hoog genoeg om tapwater te bereiden tot een temperatuur waarbij de vermeerdering van legionella wordt voorkomen. Tegelijk zijn de temperaturen te laag om aan de officiële tapwatereisen te voldoen. Er bestaat de mogelijkheid dat het wettelijk bevoegd gezag (meestal de gemeente) toestemming geeft aan het warmtebedrijf om warmte voor warm tapwater van minstens 50 °C aan de woningen te leveren, ten behoeve van energie-efficiëntie. Een voorwaarde hiervoor is wel dat de legionellaveiligheid aantoonbaar is geborgd. Hiervoor bestaan momenteel nog geen erkende gelijkwaardigheidsverklaringen.
- Temperaturen van 45 tot 55°C zijn hoog genoeg om direct warmte voor ruimteverwarming te leveren voor redelijk goed geïsoleerde woningen met een geschikt afgiftesysteem. Dit is ook voldoende voor tapwater van 40 °C op het tappunt, alleen wordt de functionele eis van 55 °C op het tappunt ivm legionellaveiligheid niet gehaald.. Voor warm tapwater moet de geleverde warmte dus opgevaardeerd worden.
- Temperaturen van 30 tot 45 °C zijn hoog genoeg om direct warmte voor ruimteverwarming te leveren voor (zeer) goed geïsoleerde woningen met een geschikt afgiftesysteem maar te laag om warmte te leveren voor warm tapwater. Voor warm tapwater moet de geleverde warmte dus opgevaardeerd worden voor zowel hygiënegebruik als overig gebruik. .
- Temperaturen van 10 tot 30 °C zijn te laag om warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater te leveren aan woningen. Omdat zowel voor ruimteverwarming als warm tapwater de geleverde warmte opgevaardeerd moet worden kan dit gecombineerd worden door één apparaat. De grens van 30 °C kan voor zeer goed geïsoleerde woningen nog enkele graden lager liggen.
- Warmtenetten met een stooklijn vallen in basis in de categorie die wordt bepaald door de laagste aanvoertemperatuur tijdens het seizoen.

Tabel 1 Overzicht van de tapwateropties ('x' betekent oplossing is van toepassing)

		Temperatuur warmtenet (jaarrond de minimumtemperatuur)				Factsheet nr
		<30°C	30-45°C	45-55°C	55-65°C	
Oplossingen losstaand van warmtenet						
1	Collectief tapwatercirculatiernet >60°C	x	x	x	x	3
2	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	x	x	x	x	4
3	Individueel doorstroomapparaat	x	x	x	x	1
4	Individuele warmtepompboiler	x	x	x	x	6
5	Individuele elektrische boiler	x	x	x	x	6
Collectieve oplossingen die gebruik maken van het warmtenet						
6	Collectief tapwatercirculatiernet >60°C	x	x	x	x	3
7	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	x	x	x	x	4
9	Afleverzet verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006	x	x	x	x	10
Individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet						
10	Afleverzet met kleine elektrische boiler			x	x	7
11	Afleverzet met doorstroomverwarmer			x	x	7
12	Afleverzet met doorstroomverwarmer aangevuld met elektrische accu, douche-WTW of recirculatiedouche		x	x	x	7
13	Afleverzet o.b.v. uitzondering NEN1006			x	x	2
14	Boosterwarmtepomp met voorraadvat	x	x	x	x	8

		Temperatuur warmtenet (jaarrond de minimumtemperatuur)				Factsheet nr
		<30°C	30-45°C	45-55°C	55-65°C	
15	Warmtepompboiler (Hotfill)		x	x	x	5
16	Hotfill elektrische boiler		x	x	x	6
18	Combiwarmtepomp	x				9

4.1 Deeloplossingen voor warm tapwater

Naast de volledige tapwateroplossingen zijn er ook aanvullingen die een gedeelte van de tapwatervraag kunnen invullen of de vraag naar warm tapwater kunnen verlagen. Deze aanvullingen kunnen in combinatie met zowel de collectieve als de individuele oplossingen worden gebruikt. Het is in het algemeen verstandig de warmtapwaterbehoefte te minimaliseren voorafgaand aan de invulling van de tapwaterbereidingstechniek. Dit levert diverse voordelen op zoals:

- Verminderen en voorkomen van netcongestie;
- Kleinere collectieve installatie;
- Kleinere installatie in de woning;
- Lagere energierekening;
- Minder collectieve opwekking benodigd en daarmee meer potentieel bij gebruik van een vaste warmtebron;
- Mogelijke verbetering in beng-berekening of energielabel

Voorbeelden van vraagbeperkende oplossingen zijn:

- Waterbesparende douchekop
- Douche-WTW
- Recirculatiedouche

Qua duurzame opwekking valt te denken aan:

- Thermische zonneboiler

Daarnaast zijn er oplossingen die kunnen bijdragen aan een kleiner ruimtebeslag, reductie netcongestie door vergroting flexibiliteit of andere vorm van combinatievoordelen. Dit betreft bijvoorbeeld:

- Warm water batterij
- Elektrische batterij
- PCM-buffer

Deze opties zijn hieronder verder uitgewerkt.

4.1.1 Waterbesparende douchekop

Omschrijving

De grootste vrager van warm tapwater in Nederlandse woningen is de douche. Het watergebruik van de douche wordt voor een groot deel bepaald door de douchekop. Een standaard douchekop heeft klasse S en gebruikt tussen de 9 en 11,5 liter water per minuut. Een zuiniger alternatief is een klasse A douchekop met een watergebruik tussen de 7 en 9 liter per minuut. De zuinigste douchekoppen vallen in klasse Z en hebben een watergebruik tussen de 4 en 7 liter per minuut. Door keuze voor een zuinige douchekop (klasse Z) wordt dus gemiddeld bijna de helft bespaard op het watergebruik en daarmee ook op het energiegebruik voor warm tapwater.

Ruimtebeslag

Een zuinige douchekop kan 1-op-1 geplaatst worden op de plaats van de huidige douchekop en kent dus geen extra ruimtebeslag. Ook de praktische impact is minimaal.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Zuinige douchekop	Geen	000	000	000	000	€€€	000

4.1.2 Douchewaterwarmteterugwinning (douchewtw)*Omschrijving*

De grootste vrager van warm tapwater in Nederlandse woningen is de douche. De warmte die hiervoor nodig is, verdwijnt voor het grootste deel via het doucheputje in het riool. Deze warmte kan terug gewonnen worden door een douche-wtw. Hierbij wordt het warme douchewater gebruikt om het koude water voor te verwarmen. Hiermee daalt de vraag naar warm tapwater bij een gelijkblijvend douchecomfort. Met deze maatregel kan tot meer dan 50% van de energie voor douchen worden terug gewonnen.

Ruimtebeslag

Van de douche-wtw zijn meerdere uitvoeringsvarianten. Een douchepijp-wtw wordt geplaatst op de verdieping onder de douche en is in de bestaande bouw lastiger inpasbaar. Deze heeft wel het hoogste rendement. Wanneer er ruimte beschikbaar is in een leidingkooft onder de douche, is het ruimtebeslag nihil. Een alternatief is een douchegoot-wtw of douchebak-wtw. Er bestaan ook speciale sets die in de bestaande situatie makkelijk ingebouwd kunnen worden. Deze zijn vaak wel zichtbaar, maar kennen een laag ruimtebeslag.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Douche-wtw	Geen	•00	000	000	000	€€€	•00

4.1.3 Recirculatiedouche

Omschrijving

De grootste vrager van warm tapwater in Nederlandse woningen is de douche. De warmte die hiervoor nodig is, verdwijnt voor het grootste deel via het doucheputje in het riool. Deze warmte kan terug gewonnen door het water te recirculeren. Dit gebeurt in een circulatiedouche. Het douchewater wordt hierbij niet weggespoeld, maar voor een groot deel gefilterd hergebruikt. Hierdoor is er veel minder warm (en koud) water nodig. Met deze optie daalt de vraag naar warm tapwater bij een gelijkblijvend douchecomfort tot maximaal 85%.

Ruimtebeslag

Een recirculatiedouche is een optie om toe te passen bij nieuwbouw of renovatie van de badkamer. De benodigde installaties zijn niet eenvoudig in te bouwen in een bestaande douchecabine. Het ruimtebeslag is heel beperkt.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Recirculatiedouche	Geen	••0	•00	000	000	€€€	•00

4.1.4 Thermische zonneboiler

Omschrijving

Een zonneboiler gebruikt warmte uit (zon)licht voor de bereiding van warm tapwater. Een zonneboilersysteem wordt altijd gekoppeld aan een buffervat om zo de warmte te kunnen opslaan. In de wintermaanden is de bijdrage erg beperkt. Dit maakt dat een zonneboiler niet geschikt is als enige bron voor warm tapwater. In het algemeen kan het wel leiden tot een reductie van de energievraag voor warm tapwater.

Ruimtebeslag

In een zonneboiler dient voldoende warm tapwater op voorraad te zijn om te kunnen douchen en/of een bad te vullen. De grootte van dit vat hangt af van het aantal bewoners, tapwatergebruik en het aantal dagen dat overbrugd moet kunnen worden. Omdat er sprake is van een boiler vat, is het ruimtebeslag altijd wel significant.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom zonneboilers betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur van de naverwarmer is buiten het zomerseizoen essentieel.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Zonneboiler	Geen	•••	ooo	ooo	•oo	€€€	••o

4.1.5 Warm water batterij*Omschrijving*

Warmteopslag in warm water is een methode om energievraag en energieopwekking in de tijd te ontkoppelen. Warmwateropslagsystemen zijn al oud in de vorm van boilers. Recente ontwikkelingen richten zich op de regeling (sturing op basis van beschikbaarheid energie) en het reduceren van het warmteverlies door innovatieve (vacuüm) isolatie.

Ruimtegebruik

Boilervaten met warm water zijn in het algemeen vrij forse vaten. Het ruimtebeslag is dan ook aanzienlijk.

Milieubelasting

Boilervaten worden vaak gemaakt van koper (kleinere boilers) of RVS (grotere boilers). Met name koper heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recyclen. Het voordeel hangt met name samen met de inzet van de opslag. Wanneer deze gebruikt wordt om energie op te slaan tijdens momenten van overschotten op de markt, kan dit bijdragen aan het verlagen van de emissies in de gebruiksfase.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Warm water opslag	Geen	•••	ooo	ooo	•oo	€€€	•oo

4.1.6 Elektrische batterij

Omschrijving

Diverse oplossingen voor de bereiding van warm tapwater leiden tot een (piek)vraag in het elektriciteitsgebruik. Dit is bijvoorbeeld sterk het geval bij elektrische doorstromers. Om deze pieken te verlagen kan gebruik gemaakt worden van een batterij waarin elektriciteit wordt opgeslagen.

Een batterij kan worden opgeladen wanneer er capaciteit beschikbaar is, en weer worden gebruikt wanneer er capaciteit nodig is. Op deze manier leidt de inzet van een batterij tot een verkleining van het afgenomen vermogen. Hiermee wordt het dus mogelijk om apparaten in te zetten met een hoger vermogen dan normaal gesproken mogelijk is achter een standaard woninginstallatie.

Naast deze toepassing is het ook mogelijk de batterij te laden op momenten dat er veel aanbod is van duurzame elektriciteit. Daarmee kan er meer gebruik gemaakt worden van duurzame energie, waardoor de netto CO₂-emissie van de woning afneemt. Dit voordeel wordt dan niet alleen behaald op de warmtapwaterbereiding, maar kan ook worden gedeeld met andere gebruikers van elektriciteit.

Ruimtebeslag

Een batterijpakket met een opslag van 10 kWh (gemiddeld daggebruik van een woning) is circa 80x20 cm met een hoogte van 1,30 meter. Qua geluidsproductie kan de batterij praktisch overal geplaatst worden. Wel is er een kabel nodig naar de meterkast. Ook dient de opstelruimte te voldoen aan een aantal eisen met betrekking tot (brand)veiligheid en constructief draagvermogen.

Milieubelasting

De milieubelasting van een batterij heeft een aantal componenten. Als eerste is er de milieubelasting voor de productie van de batterij. Zeker voor de meest gebruikte li-ion batterijen is dit proces vrij milieubelastend.

Een tweede component betreft het feit dat een batterij nooit een opslagrendement heeft van 100% (dit ligt meestal tussen de 95% en 98%). Een deel van de opgeslagen energie gaat dus verloren. Dit geeft ook een (beperkte) CO₂-uitstoot in gebruik.

Wanneer een batterij wordt ingezet om de benutting van duurzame energie te vergroten, of curtailment van zonnepanelen te voorkomen maakt de woning meer gebruik van duurzame energie dan wanneer er geen batterij aanwezig was. In dat geval leidt de toepassing ervan dan ook tot een vermindering van de CO₂-emissie in de gebruiksfase.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Thuisbatterij	Geen	•••	•••	•••	•••	€€€	•••

4.1.7 PCM-opslag

Omschrijving

Diverse oplossingen voor de bereiding van warm tapwater maken gebruik van een boiler voor de opslag van warm tapwater. Deze boilers zijn in het algemeen vrij groot om voldoende warmte te kunnen opslaan. Zeker wanneer er ook flexibiliteit geboden wordt in de tijden waarop de boiler geladen wordt, vraagt dit nog extra opslagcapaciteit.

Om de opslagruimte te verkleinen, kan er gebruik gemaakt worden van opslagsystemen met phase-change-materials. Er zijn enkele fabrikanten die dit voor woninginstallaties aanbieden. In een dergelijk vat zit een stof die van fase verandert (tussen vast en vloeibaar) in de temperatuursrange van de opslag. Doordat er in een faseovergang veel energie zit, kan op deze manier er veel warmte worden opgeslagen in een vrij klein volume.

Met deze techniek is het mogelijk om het boilervolume voor warm tapwater te verkleinen. Tegelijk kan deze techniek ook worden ingezet om warmtevraag voor ruimteverwarming efficiënt te bufferen. Dit kan zowel in een gecombineerde als in een separate opslag. Door deze toepassing wordt het mogelijk om verder te gaan in het ontkoppelen van de vraag naar warmte en de opwekking ervan. Dit kan leiden tot het gebruik van bijvoorbeeld opwekking op momenten dat er veel aanbod is van duurzame energie. Dit heeft een gunstig effect op de CO₂-emissie van een woning.

Ruimtebeslag

Een pcm-opslag is tot circa 40% kleiner in vergelijking met een opslag met water als warmwaterbuffer.

Milieubelasting

De milieubelasting van een pcm-vat heeft een aantal componenten. Als eerste is er de milieubelasting voor de productie van het vat en het pcm-materiaal. Het vat is kleiner dan een vergelijkbare boiler en daarmee gunstiger. Daar tegenover staat echter dat er in het vat zelf meer voorzieningen zijn voor verdeling van de warmte, en heeft ook het pcm-materiaal een (beperkte) milieubelasting. Dit maakt dat het vat zelf een vergelijkbare milieubelasting heeft als een waterbuffer. Wanneer een pcm-vat wordt ingezet om de benutting van duurzame energie te vergroten, maakt de woning meer gebruik van duurzame energie dan wanneer er geen (of een kleinere) opslag aanwezig was. In dat geval leidt de toepassing ervan dan ook tot een vermindering van de CO₂-emissie in de gebruiksfase.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
PCM-opslag	Geen	••o	ooo	ooo	ooo	€€€	•oo

5 Combinaties

In dit onderzoek zijn de verschillende mogelijkheden voor de opwekking van warm tapwater zoveel mogelijk separaat beschreven. Uit de genoemde technieken kunnen echter ook diverse combinaties worden samengesteld waarbij de technieken elkaar aanvullen en versterken. Hieronder zijn een aantal van de gecombineerde technieken benoemd die zijn/worden ontwikkeld.

- Flamco Flextherm Eco: Dit is een combinatie van een PCM-vat voor de opslag van warmte, die elektrisch of met een warmtepomp kan worden geladen.
- Meed Energieyser: Dit is een combinatie van een zeer efficiënte douchewaterwarmteterugwinning en een kleine elektrische boiler of doorstroomer.
- NESTore: Elektrische verwarming (met duurzame energie) in combinatie met een zeer goed (vacuüm) geïsoleerde opslagvoorziening.
- Afleversets met naverwarming: combinatie van een afleverset (warmtewisselaar) en elektrische doorstroomer en/of kleine elektrische boiler (booster);
- Helena all-electric: combinatie van een spaardouche met elektrische doorstroomverwarmer en elektrische opslag in een batterij.

6 Factsheets

In paragraaf 6.1 is een vergelijking van alle tapwaterbereidingstechnieken opgenomen. In deze vergelijking worden de onderscheidende criteria uit de factsheets met elkaar vergeleken.

6.1 Vergelijking tussen de technieken

In de volgende tabellen is per temperatuur van het warmtenet een overzicht opgenomen van de prestatie van de verschillende technieken. Hierbij is de betekenis van de symbolen als volgt:

- ooo: De score op dit element is laag (wat overigens positief kan zijn, zoals bijvoorbeeld het geval is bij ruimtebeslag)
- •oo: De score op dit element is vrij laag
- ••o: De score op dit element is vrij hoog
- •••: De score op dit element is hoog
- €€€: De investering is relatief laag
- €€€: De investering is gemiddeld
- €€€: De investering is relatief hoog

6.1.1 Warmtenet < 30 °C

	Warmtenetten <30°C	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen (in de woning)	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
	Oplossingen losstaand van warmtenet						
1	Collectief tapwatercirculatiernet	ooo	ooo	•••	•••	€€€	•••
2	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	•••	•••	€€€	•••
3	Individueel doorstroomapparaat	•oo	•••	•••, i.c.m. accu	••o	€€€	•oo
4	Individuele warmtepompboiler	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
5	Individuele elektrische boiler	••o	••o	••o	•••	€€€	••o
	Collectieve oplossingen die gebruik maken van het warmtenet						
6	Collectief tapwatercirculatiernet	ooo	ooo	••o	•••	€€€	•••
7	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	••o	•••	€€€	•••
9	Afleverzet verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006	ooo	ooo	ooo	••o	€€€	••o
	Individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet						
14	Boosterwarmtepomp	•••	•oo	•oo	••o	€€€	•••
17	Combiwarmtepomp	•••	••o	•oo	••o	€€€	•••

6.1.2 Warmtenet 30-45 °C

Warmtenetten 30-45°C		Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen (in de woning)	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Oplossingen losstaand van warmtenet							
1	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	•••	•••	€€€	•••
2	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	•••	•••	€€€	•••
3	Individueel doorstroomapparaat	•oo	•••	•••, i.c.m. accu	••o	€€€	•oo
4	Individuele warmtepompboiler	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
5	Individuele elektrische boiler	••o	••o	••o	•••	€€€	••o
Collectieve oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
6	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	••o	•••	€€€	•••
7	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	••o	•••	€€€	•••
9	Afleverzet verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006	ooo	ooo	ooo	••o	€€€	••o
Individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
12	Afleverzet met doorstroomverwarmer en accu, douche- wtw of recirculatiedouche	•oo	•••	Ooo	••o	€€€	••o
14	Boosterwarmtepomp	•••	•oo	•oo	••o	€€€	•••
15	Warmtepompboiler (hotfill)	•••	•oo	••o	••o	€€€	•••
16	Elektrische boiler (hotfill)	••o	••o	••o	•••	€€€	••o

6.1.3 Warmtenet 45-55 °C

Warmtenetten 45-55 °C		Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen (in de woning)	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Oplossingen losstaand van warmtenet							
1	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	•••	•••	€€€	•••
2	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	•••	•••	€€€	•••
3	Individueel doorstroomapparaat	•oo	•••	•••, i.c.m. accu	••o	€€€	•oo
4	Individuele warmtepompboiler	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
5	Individuele elektrische boiler	••o	••o	••o	•••	€€€	••o
Collectieve oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
6	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	••o	•••	€€€	•••
7	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	••o	•••	€€€	•••
9	Afleverzet verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006	ooo	ooo	ooo	•oo	€€€	••o
Individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
10	Afleverzet met kleine elektrische boiler	•oo	••o	ooo	•oo	€€€	•oo
11	Afleverzet met doorstroomverwarmer	•oo	•••	Ooo	•oo	€€€	•oo
12	Afleverzet met doorstroomverwarmer en accu, douche-wtw of recirculatie douche	•oo	•••	Ooo	•oo	€€€	••o
13	Afleverzet o.b.v. uitzondering NEN 1006	•oo	ooo	Ooo	•oo	€€€	•oo
14	Boosterwarmtepomp	•••	•oo	•oo	•oo	€€€	•••
15	Warmtepompboiler (hotfill)	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
16	Elektrische boiler (hotfill)	••o	••o	••o	••o	€€€	••o

6.1.4 Warmtenet 55-65 °C

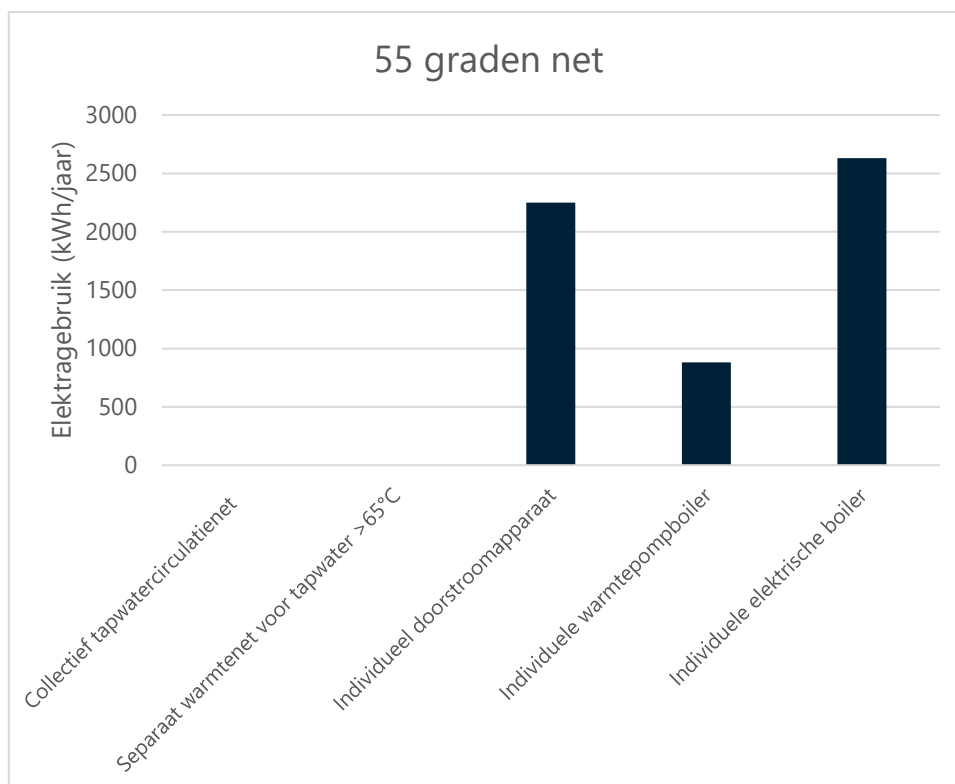
Warmtenetten 55-65 °C		Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen (in de woning)	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Oplossingen losstaand van warmtenet							
1	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	•••	•••	€€€	•••
2	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	•••	•••	€€€	•••
3	Individueel doorstroomapparaat	•oo	•••	•••, i.c.m. accu	••o	€€€	•oo
4	Individuele warmtepompboiler	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
5	Individuele elektrische boiler	••o	••o	••o	•••	€€€	••o
Collectieve oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
6	Collectief tapwatercirculatienet	ooo	ooo	••o	•••	€€€	•••
7	Separaat warmtenet voor tapwater >65°C	ooo	Ooo	••o	•••	€€€	•••
9	Afleverzet verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006	ooo	ooo	ooo	•oo	€€€	••o
Individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet							
10	Afleverzet met kleine elektrische boiler	•oo	••o	ooo	•oo	€€€	•oo
11	Afleverzet met doorstroomverwarmer	•oo	•••	Ooo	•oo	€€€	•oo
12	Afleverzet met doorstroomverwarmer en accu, douche-wtw of recirculatie douche	•oo	•••	Ooo	•oo	€€€	••o
13	Afleverzet o.b.v. uitzondering NEN 1006	•oo	ooo	Ooo	•oo	€€€	•oo
14	Boosterwarmtepomp	•••	•oo	•oo	•oo	€€€	•••
15	Warmtepompboiler (hotfill)	•••	•oo	••o	•oo	€€€	•••
16	Elektrische boiler (hotfill)	••o	••o	••o	•••	€€€	••o

6.2 Vergelijking energiegebruik

In de volgende grafieken is het elektriciteitsgebruik bij de afnemer weergegeven voor de verschillende concepten, uitgaande van 2 personen. Dit is alleen het elektriciteitsgebruik in de woning, en bevat dus niet het energiegebruik bij de opwekking en verliezen in de distributie.

6.2.1 Oplossing los van warmtenet

Als eerste zijn de oplossingen die los staan van het warmtenet met elkaar vergeleken.



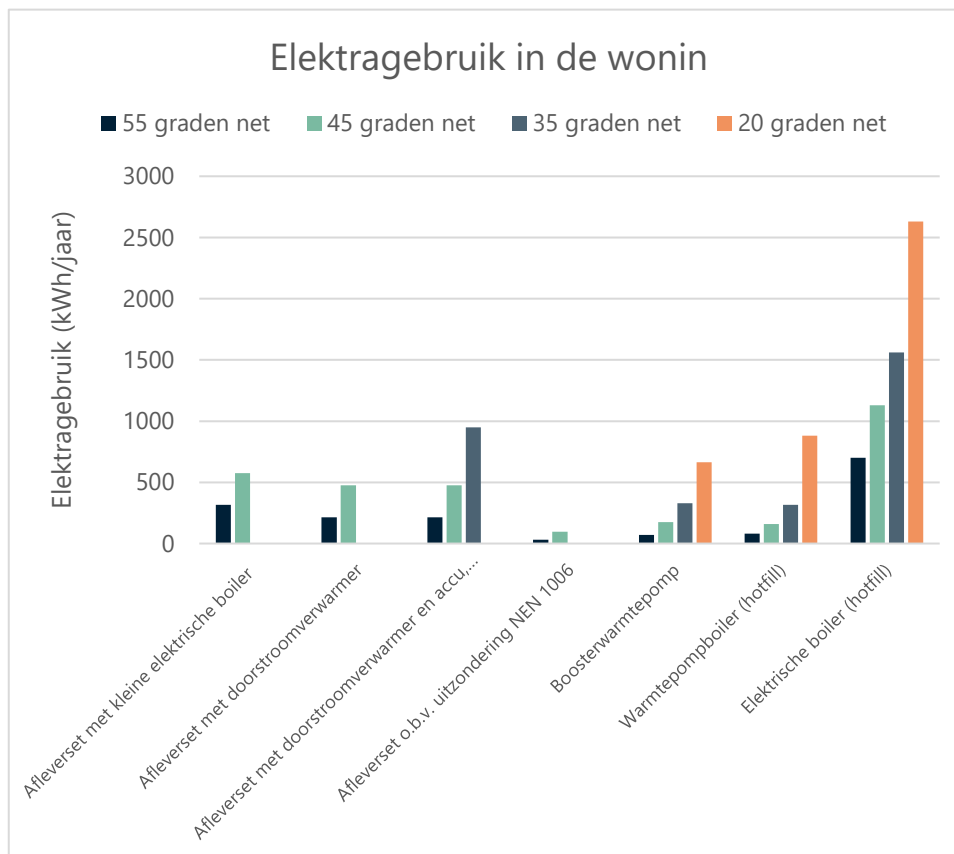
Figuur 1 Vergelijking elektriciteitsgebruik concepten

Uit de grafiek blijken een aantal zaken, die logisch te verklaren zijn:

- De opties met een separaat warmtenet of tapwaternet vragen geen elektriciteit in de woning. Belangrijk hierbij is wel dat de centrale warmteopwekking, inclusief verliezen wel een fors energiegebruik hebben.
- De optie met een warmtepompboiler heeft het laagste gebruik. Dit komt omdat deze de warmte opwekt met een COP die groter is dan 1,0. Dit in tegenstelling tot de doorstromer en elektrische boiler;
- De optie met een elektrisch boiler heeft het hoogste gebruik. Dit komt omdat deze de warmte opwekt met een COP van 1,0, en in tegenstelling tot de doorstromer ook verliezen heeft. Zoals benoemd in de factsheet, is het bij de elektrische boiler wel mogelijk het verbruik in de tijd te verschuiven, waardoor de CO₂-impact mogelijk zelfs lager kan zijn dan die van een doorstromer.

6.2.2 Individuele oplossingen, gebruik makend van het warmtenet

Vervolgens zijn de individuele oplossingen die gebruik maken van het warmtenet met elkaar vergeleken.



Figuur 2 Vergelijking elektriciteitsgebruik individuele concepten (ontbrekende kolom geeft aan dat dit concept niet van toepassing is)

Uit deze grafiek blijken de volgende zaken:

- Het elektriciteitsgebruik stijgt bij een lagere aanvoertemperatuur vanuit het warmtenet. Dit is een direct gevolg van het feit dat de bijdrage van de lokale installatie groter wordt;
- De afleverzet die gebruik maakt van de uitzondering uit de NEN1006 heeft het laagste gebruik. Dit komt doordat hier een substantieel deel van de warmte geproduceerd wordt op een lagere temperatuur;
- De opties warmtepompboiler en elektrische boiler zijn bij een aanvoertemperatuur van 20 °C gelijk aan de individuele oplossingen, los van het warmtenet. De hotfill-bijdrage is dan namelijk nihil;
- De optie met een elektrisch boiler heeft het hoogste gebruik. Dit komt omdat deze de warmte opwekt met een COP van 1,0, en ook verliezen heeft. Zoals benoemd in de factsheet, is het bij de elektrische boiler wel mogelijk het verbruik in de tijd te verschuiven, waardoor de CO₂-impact mogelijk zelfs lager kan zijn dan die van een doorstroomer.

6.3 Factsheets

6.3.1 Factsheet 1 Elektrische doorstroomverwarmer

Omschrijving

Een elektrische doorstroomer is een apparaat dat tapwater elektrisch verwarmd op het moment dat het wordt gebruikt. Dit is het meest vergelijkbaar met wat een gasgestookte ketel ook doet. Het voordeel is dat er sprake is van een onbegrensde hoeveelheid water in de tijd en dat door het ontbreken van opslag het ruimtegebruik beperkt is. Wel vraagt dit systeem een relatief groot aansluitvermogen.

Een doorstroomer kan als separaat toestel worden gebruikt. Het kan ook geïntegreerd worden in een afleverset.

Voorwaarden warmtenet

Een doorstroomer stelt zelf geen voorwaarden aan de temperatuur van het toevoerwater. Hij kan toegepast worden zonder gebruik te maken van het warmtenet, of als naverwarmer die warmte uit het warmtenet naverwarmt (deze wordt dan doorgaans booster genoemd).



Ruimtebeslag

Omdat een doorstroomer geen opslag heeft van water, is het ruimtebeslag klein.

Elektrisch vermogen

Een belangrijk aandachtspunt voor elektrische doorstroomers is het elektrisch vermogen. Daar waar een ketel (CW4) een vermogen heeft van 28 kW, is dit vermogen bij een elektrische doorstroomer niet haalbaar binnen een normale woningaansluiting. Bij een standaardwoningaansluiting (3x25A) is het maximale vermogen van een doorstroomer circa 13 kW (3x 20A). Daarom dient de elektrische doorstroomer gecombineerd te worden met één van de volgende opties:

- Voorverwarming van het water door het warmtenet. Bij een aanvoertemperatuur van bijvoorbeeld 10 °C kan er maximaal 6 l/min water wordt opgewarmd tot 40 °C. Bij een voorverwarming tot 25 °C verdubbelt dit tot 12 l/min.
- Reductie van tapwatervraag door spaardouchekop (klasse Z) is het mogelijk het debiet te beperken tot 6 l/min, waarmee een doorstroomer de volledige vraag kan invullen;
- Reductie van tapwatervraag door een douche-WTW of recirculatiedouche. Met een rendement van de warmteterugwinning van 50% verdubbelt de beschikbaarheid van warm douchewater;
- Combinatie met een accupakket. Hiermee kan het vermogen van de doorstroomer worden vergroot tot het gewenste vermogen. Het is dan wel van belang dat het accupakket groot genoeg is om de gewenste douchetijd te kunnen overbruggen. Er is dan geen sprake meer van een onbeperkte douchetijd.

Een opmerking bij het elektrisch aansluitvermogen betreft de gelijktijdigheid. Doordat bewoners in verschillende woningen niet allemaal tegelijkertijd warm tapwater gebruiken, is de gelijktijdigheid op complex- of wijkniveau laag. Uit een Duits onderzoek (CLAGE, Blatt 18, VDEW Studie von 1991) blijkt een gelijktijdigheid van 100% voor één woning, 32% voor 5 woningen, 11% voor 30 woningen en 5% voor 80 woningen).

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Een elektrische doorstroomer is niet flexibel in de tijd waarop deze energie vraagt. Op het moment dat er warm water getapt wordt, dient het vermogen beschikbaar te zijn. Wanneer de doorstroomer wordt gecombineerd met een accupakket ontstaat er wel flexibiliteit.

Demarcatie

De doorstroomer is normaal gesproken onderdeel van de woninginstallatie. Deze kan dus worden aangeschaft door de eigenaar/corporatie.

Wet- en regelgeving

Een doorstroomer kan in basis temperaturen maken die voldoen aan de minimale eisen op tappunt. Wanneer deze temperaturen echter niet worden behaald (bij tapwaterlevering aan uitsluitend de douche) biedt de NEN1006 mogelijkheden om een lagere taptemperatuur te hanteren. Hiervoor moet wel aan een aantal voorwaarden worden voldaan, waaronder de eis van de maximale waterinhoud tussen doorstroomer en tappunt van 1 liter.

Investering

De investering hangt samen met de grootte van de doorstroomer en kwaliteitsaspecten. De kosten voor installatie hangen sterk samen met de huidige voorzieningen (aanwezigheid van afvoerpunt, elektrische voeding, en koud- en warm waterleidingen). Wanneer de doorstroomer wordt gecombineerd met een accu, is de investering (fors) hoger.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de doorstroomer is afhankelijk van het tapwatergebruik. Bij volledige opwekking van het warm water met een doorstroomtoestel voor 2 personen is het energiegebruik 2.250 kWh/jaar.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud voor een doorstroomer is minimaal.

Milieuprestatie

Doorstroomers bevatten een beperkte hoeveelheid materiaal en een beperkte hoeveelheid elektronica en hebben daarmee een lage milieubelasting.

Verwachte ontwikkelingen

De inzet van doorstromers kan leiden tot hoge pieken in het elektriciteitsgebruik. In gebieden met netcongestie kan dit het congestieprobleem vergroten.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individueel doorstroomapparaat stand-alone	n.v.t.	•••	•••	•••	•••	€€€	•••
Individueel doorstroomapparaat aangevuld met elektrische accu, douche-WTW of recirculatiedouche stand-alone	n.v.t.	•••	•••	•••, Alleen i.c.m. accu	•••	€€€	•••
Elektrische doorstroomer als naverwarmer	Voldoet	•••	•••	•••, Alleen i.c.m. accu	••• (>45 °C) ••• (<45 °C)	€€€	•••

6.3.2 Factsheet 2 tapwater o.b.v. uitzondering NEN1006

Omschrijving

De meeste tapwatersystemen zijn erop gericht om tapwater te leveren met een minimale temperatuur van 55 °C op het tappunt. Systemen met opslag hanteren normaal gesproken (tenminste eenmaal per week) een minimale opslagtemperatuur van 60-65 °C ter voorkoming van het risico op Legionella.

De grootste vrager van warm tapwater is de douche. De daar uiteindelijk gebruikte taptemperaturen liggen in het algemeen niet hoger dan circa 40 °C. Nu biedt de NEN 1006 onder strikte voorwaarden een uitzonderingsmogelijkheid om lagere temperaturen op tappunt te leveren dan de genoemde 55 of 60 °C. Dit biedt (afhankelijk van de opwekker) een belangrijk voordeel op de energie-efficiency. De belangrijkste² voorwaarden hiervoor zijn:

- De warmtapwaterbereider is een geiser zonder interne voorraad warmtapwater in de bereider;
- De inhoud vanaf deze geiser tot en met het verst gelegen tappunt bedraagt maximaal 1 liter;
- De geiser bedient ten hoogste één ruimte, of meer ruimten mits die bestemd zijn voor dezelfde gebruiker;
- Het tappunt wordt voor persoonlijke hygiëne gebruikt.

Technisch gezien kan hieraan worden voldaan wanneer er een warmtenet of warmtebuffer is die water levert van tenminste 45 °C. Dit water kan via een warmtewisselaar koud tapwater opwarmen tot de gewenste temperatuur. De warmtewisselaar dient zich voldoende dicht bij het tappunt te bevinden om de kunnen voldoen aan de eis met betrekking tot de waterinhoud. Voor de uitvoering van dit systeem zijn verschillende varianten op de markt.

Voorwaarden warmtenet

Om tapwater te kunnen bereiden van tenminste 40 °C, is een warmtenet nodig met temperaturen van tenminste 45 °C. Daarnaast kan het systeem ook worden gecombineerd met individuele opwekkers.

Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag is afhankelijk van de uitvoeringsvariant. In het algemeen vraagt een warmtewisselaar echter beperkt ruimte. Wel moet deze ruimte zich voldoende dicht bij de badkamer bevinden. Een aandachtspunt is wel dat wanneer de temperatuur van het warm tapwater naar de badkamer lager is dan standaard, die eisen stelt aan zowel de leidingdiameter van de warm tapwaterleiding als de toegepaste thermostatische douchekraan. Bij een lagere aanvoertemperatuur zal er namelijk meer warm water worden gebruikt en minder koud water worden bijgemengd.

² De NEN1006 stelt meer eisen aan de (warm)tapwatervoorziening dan deze genoemde eisen, zoals bijvoorbeeld met betrekking tot standtijden voor thermische desinfectie en dat het wel mogelijk moet zijn om de hogere temperatuur te kunnen leveren. Ook de opweksystemen zoals bedoeld in deze factsheet moeten voldoen aan de eisen uit deze norm.

Elektrisch vermogen

Dit systeem heeft geen effect op het vermogen dat nodig is voor de bereiding van warm tapwater. Het benodigde elektrische vermogen is dus afhankelijk van de opwekking van de warmte. Het systeem zelf vraagt geen vermogen.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Het systeem zelf vraagt geen elektrisch vermogen.

Demarcatie

Het systeem maakt integraal onderdeel uit van de tapwatervoorziening.

Wet- en regelgeving

De NEN1006 biedt de mogelijkheid voor het leveren van deze lagere temperatuur. Tegelijk wordt deze uitzondering nog slechts beperkt gebruikt. Het is dan ook niet zeker dat deze mogelijkheid blijft bestaan.

Investering

De verlaagde taptemperatuur leidt zelf niet tot investeringen. Het kan wel helpen de investeringen in de opwekking te reduceren.

Energiegebruik

Het systeem van een verlaagde taptemperatuur vraagt zelf geen energie. Het kan wel bijdragen het energiegebruik van de opwekking te verlagen.

Onderhoud en beheer

Het onderhoud van de warmtewisselaar is minimaal. Het frequent gebruiken van dit systeem is dus essentieel.

Milieuprestatie

Warmtewisselaars bevatten een beperkte hoeveelheid materiaal en een nauwelijks elektronica en hebben daarmee een lage milieubelasting.

Verwachte ontwikkelingen

Het is onzeker wat de ontwikkeling is met betrekking tot deze uitzonderingsmogelijkheid in de NEN1006. Het lijkt er op dat er voor deze oplossingen in de toekomst een gelijkwaardigheidsverklaring zal moeten worden opgesteld. Verschillende fabrikanten van deze systemen houden deze ontwikkelingen nauw in de gaten en passen indien noodzakelijk hun product hierop aan.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Afleverset o.b.v. uitzondering NEN1006	> 45 °C	•oo	ooo	ooo	•oo	€€€	•oo
Afleverset o.b.v. uitzondering NEN1006 i.c.m. boiler	< 45 °C	•oo	••o	•oo	••o	€€€	•oo
Afleverset o.b.v. uitzondering NEN1006 i.c.m. elektrische doorstromer	< 45 °C	•oo	•••	ooo	••o	€€€	•oo

6.3.3 Factsheet 3 'collectief tapwatercirculatiernet >60°C'

Omschrijving

Wanneer het warmtenet onvoldoende temperatuur of vermogen levert voor warm tapwater, kan er een separaat warm tapwaternet worden aangelegd. Hierbij wordt op collectief niveau leidingwater verwarmd tot een minimale temperatuur van ruim 60 °C (de retourtemperatuur dient namelijk 60 °C te zijn). Dit water wordt vervolgens door een circulatieleiding rondgepompt, zodat elke afnemer warm tapwater kan gebruiken.

Voor de centrale opwekking van de benodigde warmte zijn in principe alle technieken beschikbaar:

- Gekoppeld aan het warmtenet
 - Hotfill met naverwarming
 - Boosterwarmtepomp met warmtenet als bron
 - Naverwarming met één van onderstaande opties
- Onafhankelijk van het warmtenet
 - Elektrische boiler
 - Elektrische doorstroomer
 - Warmtepomp o.b.v. bodem, grondwater, buitenlucht, restwarmte
 - Zonneboiler
- Combinatie van bovenstaande

De toepassing van een collectief recirculatiernet voor warm tapwater is doorgaans een onderdeel van het centrale warmtenetsysteem. Daarom is dit concept niet in detail uitgewerkt.

Voorwaarden warmtenet

Een collectief tapwatercirculatiernet is zowel zelfstandig als op basis van de warmte uit een warmtenet te realiseren. Afhankelijk van de temperatuur ervan, zijn er wel meer of minder opties voor de centrale (na)verwarming van het tapwater.

Ruimtebeslag

Een centrale opwekking vraagt op centraal niveau ruimte. Er is sprake van een opwekking van warmte, een voorraadvat en circulatiepompen.

Tussen de opwekker en de afnemer is er sprake van een aanvullend warm tapwaternet. Dit net moet gezien de temperatuur goed geïsoleerd zijn.

In de woning zelf is het ruimtebeslag beperkt. Er is sprake van een afleverpunt, waar de waterhoeveelheid die wordt afgenomen wordt gemeten, en waar de aflevering beveiligd wordt.

Elektrisch vermogen

Dit systeem heeft geen elektrisch vermogen nodig in de woning. Collectief is het vermogen afhankelijk van de opwekker.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

De flexibiliteit bij de collectieve opwekking is hoog. Wanneer de voorraadbuffer voldoende groot is kan de opwekking ingezet worden op basis van de beschikbaarheid van elektrisch vermogen.

Demarcatie

De opwekker is collectief. Dit systeem wordt doorgaans beheerd door een externe partij.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom collectieve tapwatercirculatiennetten betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het hebben en handhaven van een goed legionellabeheersplan is hierbij verplicht.

Investering

De investering hangt samen met de vorm van opwekking. In het algemeen zijn de kosten voor een separaat circulatienet en bijbehorende opwekking en aflevering significant. De kosten voor installatie in de woning hangen sterk samen met de huidige voorzieningen. Bij vervanging van de huidige ketel, moet het leidingverloop zodanig worden aangepast dat deze gevoed wordt vanaf het afleverpunt, in plaats van af de plek van de huidige ketel.

Energiegebruik

Het energiegebruik van een circulatienet is vrij hoog. Dit komt met name door de energieverliezen in het circulatienet. De energieverliezen hangen samen met de lengte van het circulatienet. In de woning is er geen sprake van energiegebruik voor de bereiding van warm tapwater. Er wordt alleen gemeten hoeveel tapwater er wordt afgenomen.

Onderhoud en beheer

Het onderhoud is met name gericht op invulling van de verplichtingen uit het Legionellabeheersplan. Dit is een essentieel onderdeel van dit systeem.

Milieuprestatie

De milieubelasting van dit systeem is vrij hoog door de extra verliezen. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat er sprake is van een extra circulatienet. De milieubelasting qua materiaalgebruik van de opwekking is daarentegen wat lager dan bij individuele opwekkers, omdat er gebruik gemaakt kan worden van schaalvoordelen.

Verwachte ontwikkelingen

Separate circulatiennetten in combinatie met een warmtenet worden beperkt toegepast. Dit heeft te maken met de verplichtingen vanuit het Legionellabeheersplan. Dit maakt dat er momenteel geen

grote ontwikkelingen zijn in dit soort systemen. Een ontwikkeling die wel plaatsvindt is de combinatie met flexibilisering van de opwekking in verband met netcongestie.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Tapwatercirculatiernet (separaat of gekoppeld aan warmtenet)	n.v.t.	ooo	ooo (in de woning)	••0	•••	€€€	•••

6.3.4 Factsheet 4 'collectief warmtenet t.b.v. tapwater'

Omschrijving

Wanneer het warmtenet onvoldoende temperatuur of vermogen levert voor warm tapwater, kan er een separaat warmtenet worden aangelegd voor de tapwatervraag. Hierbij wordt er op collectief niveau water verwarmd waarmee lokaal tapwater bereid kan worden.

Voor de centrale opwekking van de benodigde warmte zijn in principe alle technieken beschikbaar:

- Gekoppeld aan het warmtenet
 - Boosterwarmtepomp met warmtenet als bron
 - (Na)verwarming met één van onderstaande opties
- Onafhankelijk van het warmtenet
 - Elektrische boiler
 - Elektrische doorstromer
 - Warmtepomp o.b.v. bodem, grondwater, buitenlucht, restwarmte
 - Zonneboiler
 - Combinatie van bovenstaande

Dit concept, waarbij er twee gescheiden warmtenetten worden gerealiseerd is in theorie mogelijk, maar in de praktijk uitzonderlijk. De toepassing van een dubbel warmtenet voor warm tapwater is doorgaans een onderdeel van het centrale warmtenetsysteem. Daarom is dit concept niet in detail uitgewerkt.

Voorwaarden warmtenet

Een collectief warmtenet is zowel zelfstandig als op basis van de warmte uit een warmtenet te realiseren. Afhankelijk van de temperatuur ervan, zijn er wel meer of minder opties voor de centrale (na)verwarming van het tapwater.

Ruimtebeslag

Een centrale opwekking vraagt op centraal niveau ruimte. Er is sprake van een opwekking van warmte, een voorraadvat en circulatiepompen.

Tussen de opwekker en de afnemer is er sprake van een aanvullend warmtenet. Dit net moet gezien de temperatuur goed geïsoleerd zijn.

In de woning zelf is het ruimtebeslag beperkt. Er is sprake van een afleverpunt, waar de afgenomen hoeveelheid warmte wordt gemeten.

Elektrisch vermogen

Dit systeem heeft geen elektrisch vermogen nodig in de woning. Collectief is het vermogen afhankelijk van de opwekker.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

De flexibiliteit bij de collectieve opwekking is hoog. Wanneer er een voldoende groot voorraadbuffer is kan de opwekking ingezet worden op basis van de beschikbaarheid van elektrisch vermogen.

Demarcatie

De opwekker is collectief. Dit systeem wordt doorgaans beheerd door een externe partij.

Wet- en regelgeving

Het belangrijkste aandachtspunt is dat de temperatuur voldoende is voor bereiding van warm tapwater in de woning. Hiervoor dient de aanvoertemperatuur tenminste 65 °C te zijn.

Investering

De investering hangt samen met de vorm van opwekking. In het algemeen zijn de kosten voor een separaat warmtenet en aflevering hoog. De kosten voor installatie in de woning hangen sterk samen met de huidige voorzieningen. Bij vervanging van de huidige ketel, moet het leidingverloop zodanig worden aangepast dat deze gevoed wordt vanaf het afleverpunt, in plaats van af de plek van de huidige ketel.

Energiegebruik

Het energiegebruik van een extra warmtenet is vrij hoog. Dit komt doordat er extra warmteverliezen worden geïntroduceerd. De energieverliezen hangen samen met de lengte van het warmtenet. In de woning is er geen sprake van energiegebruik voor de bereiding van warm tapwater. Er wordt alleen energie afgenomen uit de warmtenet voor de bereiding van tapwater.

Onderhoud en beheer

Een warmtenet zelf vraagt weinig onderhoud. De centrale opwekking wel.

Milieuprestatie

De milieubelasting van dit systeem is vrij hoog. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat er sprake is van een extra warmtenet. De milieubelasting van de opwekking is daarentegen wat lager dan bij individuele opwekkers, omdat er gebruik gemaakt kan worden van schaalvoordelen.

Verwachte ontwikkelingen

Separate warmtenetten in combinatie met een warmtenet zijn geen logische combinatie en worden nauwelijks toegepast. Dit maakt dat er momenteel geen grote ontwikkelingen zijn in dit soort systemen. Een ontwikkeling die wel plaatsvindt is de combinatie met flexibilisering van de opwekking in verband met netcongestie.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Separaat warmtenet	n.v.t.	ooo	Ooo (in de woning)	••0	•••	€€€	•••

6.3.5 Factsheet 5 'individuele warmtepompboiler'

Omschrijving

Een warmtepompboiler maakt gebruik van restwarmte uit de woning voor de bereiding van warm tapwater. In deze factsheet wordt de term warmtepompboiler gebruikt voor een warmtepomp die gebruik maakt van warmte uit lucht. Systemen die gebruik maken van water als bron worden in dit onderzoek aangeduid met boosterwarmtepompen. Warmtepompboiler maken meestal gebruik van warmte uit ventilatielucht. Dit maakt de warmtepompboiler het meest geschikt voor ventilatiesysteem C (mechanische afzuiging met roosters in de gevel) of type D (gebalanceerd ventilatie) zonder warmteterugwinning. Het systeem wordt echter ook toegepast in combinatie met warmteterugwinning, of als losstaand apparaat in een voldoende grote ruimte.

De warmtepompboiler haalt het hoogste rendement wanneer deze als zelfstandige oplossing wordt ingezet. Het is technisch gezien echter ook mogelijk om deze in te zetten als hotfill, waarbij het toevoerwater wordt voorverwarmd vanuit het warmtenet. Daardoor kan deze oplossing worden gebruikt in alle situaties met een warmtenet, onafhankelijk van de temperatuur daarvan.



Voorwaarden warmtenet

Een warmtepompboiler stelt geen voorwaarden aan de temperatuur van de warmte uit het warmtenet. Hij kan toegepast worden zonder gebruik te maken van het warmtenet, of als hotfill-oplossing die de warmte uit het warmtenet naverwarmt. Wel heeft deze het beste rendement als hij niet hotfill wordt aangesloten.

Ruimtebeslag

In een boilervat dient voldoende warm tapwater op voorraad te zijn om te kunnen douchen en/of een bad te vullen. De grootte van dit vat hangt af van het aantal bewoners, tapwatergebruik, temperatuur en capaciteit van de levering van warmte uit het warmtenet en de ingestelde boiler temperatuur. Omdat er sprake is van een boilervat, is het ruimtebeslag altijd wel significant.

Een aandachtspunt is dat een warmtepompboiler geluid produceert. Daarom dient deze opgesteld worden in een ruimte waarin dit niet tot hinder leidt.

Elektrisch vermogen

Het elektrische piekvermogen van een elektrische boiler ligt meestal tussen de 0,5 en 1,5 kW. Het vermogen heeft een direct verband met de hoeveelheid beschikbare restwarmte en de snelheid van verwarmen; een systeem met meer restwarmte en hoger vermogen geeft een boiler die sneller warm is.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Wanneer een warmtepompboiler groter wordt gedimensioneerd dan minimaal noodzakelijk voor een adequate tapwatervoorziening, kan deze goed gecombineerd worden met de flexibele inzet. De boiler kan dan verwarmd worden buiten de piekmomenten qua netbelasting, zodat de boiler niet bijdraagt aan netcongestie.

Demarcatie

De boiler is normaal gesproken onderdeel van de woninginstallaties. Deze kan dus worden aangeschaft door de eigenaar/corporatie.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom elektrische boilers betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur (65°C) is echter doorgaans geen probleem voor een warmtepompboiler.

Investering

De investering hangt samen met de grootte van de boiler, het materiaal van de boiler en kwaliteitsaspecten. De kosten voor installatie hangen sterk samen met de huidige voorzieningen (aanwezigheid van afvoerpunt, elektrische voeding, en koud- en warm waterleidingen). Wanneer de boiler als stand-alone oplossing 1-op-1 geplaatst kan worden op de plek van andere tapwaterverwarmer is de impact doorgaans klein. Wanneer deze als naverwarmer wordt gebruikt is de impact veel groter, omdat er dan een leiding nodig is vanaf de warmteaansluiting naar de boiler.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de boiler is enerzijds afhankelijk van het tapwatergebruik. Anderzijds heeft een boiler ook continue stilstandsverliezen. Bij gebruik voor een 2-persoons huishouden en een 200 liter boiler en geen voorverwarming vanuit het warmtenet is het totale gebruik circa 900 kWh per jaar.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud is afhankelijk van de materialisatie van de boiler. Stalen boilers bevatten vaak een opofferingsanode die periodiek vervangen moet worden. Bij boilers die gebruik maken van voorverwarmd water is het van belang periodiek te checken of de boiler nog functioneert, om zodoende legionellagevaar te voorkomen.

Milieuprestatie

Warmtepompboilers worden vaak gemaakt van koper (kleinere boilers) of RVS (grotere boilers). Met name koper heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recyclen. Daarnaast bevat een warmtepompboiler ook een koudemiddel. Wanneer dit een natuurlijk

koudemiddel is (zoals propaan, R290), is de milieubelasting beperkt. Bij andere koudemiddelen kan de milieubelasting behoorlijk oplopen.

Verwachte ontwikkelingen

Rond de inzet van warmtepompboilers zijn er ontwikkelingen in combinatie met dynamische contracten. Daarmee is het mogelijk de boiler op te laden tijdens de uren met de laagste energietarieven, of juist in de uren dat er een overschot is aan zelf opgewekte zonne-energie. Hiermee kan de netcongestie worden verminderd en kan er goedkoper tapwater worden bereid. Dit kan nog versterkt worden door het aanbrengen van een elektrisch element in de boiler. Dit verhoogt weliswaar het aansluitvermogen, maar kan dan wel extra bijdragen aan flexibiliteit.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individuele warmtepompboiler stand-alone	n.v.t.	•••	•oo	••o Bij voldoende grote boiler	•oo	€€€	•••
Individuele warmtepompboiler als naverwarmer	Geen eisen	•••	•oo	••o Bij voldoende grote boiler	•oo (>45 °C) •oo (<45 °C)	€€€	•••

6.3.6 Factsheet 6 'Individuele elektrische boiler'

Omschrijving

De elektrische boiler is een individuele oplossing die kan werken zonder warmtelivering uit het warmtenet. Daarnaast kan deze hotfill worden gebruikt, waarbij het toevoerwater wordt voorverwarmd vanuit het warmtenet. Daardoor kan deze oplossing worden gebruikt in alle situaties met een warmtenet, onafhankelijk van de temperatuur daarvan.

De elektrische boiler bestaat uit een voorraadvat met elektrisch verwarmingselement. Dit elektrische element verwarmt het water in het boilervat. Door een temperatuur van tenminste 65 °C te handhaven, is er geen verhoogd risico op Legionella.



Voorwaarden warmtenet

Een elektrische boiler stelt geen voorwaarden aan de temperatuur van de warmte uit het warmtenet. Hij kan toegepast worden zonder gebruik te maken van het warmtenet, of als hotfill-oplossing die de warmte uit het warmtenet naverwarmt.

Ruimtebeslag

In een boilervat dient voldoende warm tapwater op voorraad te zijn om te kunnen douchen en/of een bad te vullen. De grootte van dit vat hangt af van het aantal bewoners, tapwatergebruik, temperatuur en capaciteit van de levering van warmte uit het warmtenet en de ingestelde boiler temperatuur.

Elektrisch vermogen

Het elektrische piekvermogen van een elektrische boiler ligt meestal tussen de 1,5 en 6 kW. Het vermogen is lager bij een kleinere boiler en hoger bij een grotere boiler. Het vermogen heeft een direct verband met de snelheid van verwarmen; een boiler die sneller warm is, heeft een hoger piekvermogen. Het elektrische element in de boiler verwarmt het water direct en doet dit met een rendement van 100% (COP 1,0, voor alleen de opwekking).

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Wanneer een warmtepompboiler groter wordt gedimensioneerd dan noodzakelijk voor een adequate tapwatervoorziening, kan deze goed gecombineerd worden met de flexibele inzet. De boiler kan dan verwarmd worden buiten de piekmomenten qua netbelasting, zodat de boiler minder bijdraagt aan netcongestie. Diverse fabrikanten brengen producten op de markt die hierop inspelen.

Demarcatie

De boiler is normaal gesproken onderdeel van de woninginstallaties. Deze kan dus worden aangeschaft door de eigenaar/corporatie.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom elektrische boilers betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur (65°C) is echter geen probleem voor een elektrische boiler. Een alternatief is om in de boiler geen tapwater op te slaan, maar het tapwater door middel van een warmtewisselaar buiten de boiler op te warmen. Op deze manier wordt het risico op Legionella sterk gereduceerd.

Investering

De investering hangt samen met de grootte van de boiler, het materiaal van de boiler en kwaliteitsaspecten. De kosten voor installatie hangen sterk samen met de huidige voorzieningen (aanwezigheid van afvoerpunt, elektrische voeding, en koud- en warm waterleidingen). Wanneer de boiler als stand-alone oplossing 1-op-1 geplaatst kan worden op de plek van andere tapwaterverwarmer is de impact doorgaans klein. Wanneer deze als naverwarmer wordt gebruikt is de impact veel groter, omdat er dan een leiding nodig is vanaf de warmte aansluiting naar de boiler.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de boiler is enerzijds afhankelijk van het tapwatergebruik. Anderzijds heeft een boiler ook continue stilstandsverliezen. Voor een A-label boiler bedragen deze verliezen bij 60°C water 420 kWh per jaar (100 liter boiler) tot 700 kWh (300 liter boiler). Bij gebruik voor een 2-persoons huishouden en een 100 liter boiler en geen voorverwarming vanuit het warmtenet is het totale gebruik circa 2.600 kWh per jaar.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud is afhankelijk van de materialisatie van de boiler. Stalen boilers bevatten vaak een opofferingsanode die periodiek vervangen moet worden. Bij boilers die gebruik maken van voorverwarmd water is het van belang periodiek te checken of de boiler nog functioneert, om zodoende legionellagevaar te voorkomen.

Milieuprestatie

Elektrische boilers worden vaak gemaakt van koper (kleinere boilers) of RVS (grotere boilers). Met name koper heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recyclen.

Verwachte ontwikkelingen

Met name rond de inzet van elektrische boilers zijn er ontwikkelingen in combinatie met dynamische contracten. Inmiddels komend de eerste boilers op de markt die in kunnen spelen op tariefschommelingen. Daarmee is het mogelijk de boiler op te laden tijdens de uren met de laagste

energietarieven, of juist in de uren dat er een overschot is aan zelf opgewekte zonne-energie. Hiermee kan de netcongestie worden verminderd en kan er goedkoper tapwater worden bereid. Dit kan nog verder versterkt worden door een verwarmingselement met een groter vermogen toe te passen.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individuele elektrische boiler stand-alone	n.v.t.	••○	••○	••○ Bij voldoende grote boiler	•••	€€€	••○
Individuele elektrische boiler als naverwarmer warmtenet	Geen eisen	••○	••○	••○ Bij voldoende grote boiler	••○ (> 45 °C) ••• (< 45 °C)	€€€	••○

6.3.7 Factsheet 7 'individuele afleverzet met kleine elektrische boiler of doorstroomtoestel'

Omschrijving

Een afleverzet met kleine elektrische boiler of elektrische doorstroomer is een afleverzet bedoeld voor warmtenetten die niet in staat zijn om (altijd) warm tapwater te leveren van tenminste 60 °C. Door een kleine elektrische boiler of doorstroomer toe te voegen kan er water van 60 °C worden geleverd. Wanneer deze boiler leeg is, neemt de geleverde temperatuur af tot de maximale temperatuur die vanuit het warmtenet geleverd kan worden. Bij een doorstroomer kan deze continu blijven functioneren. Bij warmtenetten met een minimale watertemperatuur van circa 45 °C kan er zo onbeperkt douchewater van 40 °C worden geleverd.

Door een temperatuur van tenminste 65 °C te handhaven in de boiler, is er geen verhoogd risico op Legionella.

Fabrikanten bieden diverse varianten van deze afleverzets aan. Zo zijn er afleverzets die altijd beginnen met de levering van water van 60 °C en pas bij een lege boiler lagere temperaturen leveren. Er zijn ook systemen die in basis altijd een lagere temperatuur leveren en alleen op verzoek van de gebruiker de hogere temperatuur. Deze laatste optie zorgt ervoor dat de naverwarming minder wordt ingezet.

Voorwaarden warmtenet

Dit concept is met name bedoeld voor toepassing in warmtenetten die (een deel van het jaar) een temperatuur hebben tussen de 45 en 65 °C. Voor netten met een significant lagere temperatuur kan niet onbeperkt warm douchewater geleverd worden.

Ruimtebeslag

Door de integratie van een kleine boiler of doorstroomer in de afleverzet is het totale ruimtebeslag beperkt.

Elektrisch vermogen

Het elektrische piekvermogen van een kleine elektrische boiler ligt meestal tussen de 1 en 2 kW. Bij gebruik van een doorstroomer is het vermogen fors hoger, oplopend tot 11 kW.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Gezien het beperkte volume van de boiler en het ontbreken van volume in een doorstroomer, is de flexibiliteit in het vermogen nihil.

Demarcatie

De boiler of doorstroomer is geïntegreerd in de afleverzet, en daarmee onlosmakelijk onderdeel van de woninginstallaties.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom deze gecombineerde afleversets betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur (65°C) is echter geen probleem voor een elektrische boiler.

Investing

De investering is beperkt hoger dan voor een afleverset zonder elektrische boiler of doorstromer. De installatietijd en -kosten zijn vergelijkbaar. Kanttekening is wel dat het beschikbare elektrische vermogen voldoende groot moet zijn, zeker bij een elektrische doorstromer.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de boiler is enerzijds afhankelijk van het tapwatergebruik. Anderzijds heeft een boiler ook continue stilstandsverliezen. Een doorstromer heeft deze verliezen niet. Daarnaast speelt de regeling mee. Wanneer er standaard eerst water wordt geleverd van 60 °C, zal het elektriciteitsgebruik hoger zijn, dan wanneer deze boostfunctie eerst handmatig geactiveerd dient te worden.

Indicatief is het verbruik voor 2 personen circa 420 kWh/jaar en 6,3 GJ aan warmte. Hierbij is uitgegaan van levering van 45 °C water voor al het warmtapwatergebruik in de badkamer.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud is afhankelijk van de materialisatie van de boiler. Wel is het van belang de boosterfunctie regelmatig te controleren, omdat er anders ene risico is op Legionella.

Milieuprestatie

Kleine elektrische boilers worden vaak gemaakt van koper. Dit heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recyclen.

Verwachte ontwikkelingen

De inzet van doorstromers kan leiden tot hoge pieken in het elektriciteitsgebruik. In gebieden met netcongestie kan dit het congestieprobleem vergroten.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individuele afleverset met kleine elektrische boiler of doorstroomtoestel als naverwarmer 45-55°C warmtenet	Minimaal 45 °C	•oo	••o (met boiler) ••• (met doorstromer)	Ooo	•oo	€€€	•oo
Individuele afleverset met kleine elektrische boiler of doorstroomtoestel als naverwarmer warmtenet met stooklijn (minimaal 45 °C)	Minimaal 45 °C	•oo	••o (met boiler) ••• (met doorstromer)	Ooo	•oo	€€€	•oo
Individuele afleverset met kleine elektrische boiler of doorstroomtoestel inclusief accu/douchewtw als naverwarmer warmtenet	Minimaal 30 °C	•oo	••o (met boiler) ••• (met doorstromer)	•oo	••o	€€€	•oo

6.3.8 Factsheet 8 'individuele boosterwarmtepomp'

Omschrijving

Een boosterwarmtepomp is in deze factsheet een warmtepomp die warmte uit een (CV-)watercircuit onttrekt voor de bereiding van warm tapwater. In de markt wordt deze ook wel aangeduid met een 'watergevoede warmtepompboiler'. Praktisch gezien maakt deze gebruik van de warmte uit het warmtenet voor de bereiding van warm tapwater. Deze warmte wordt opgewaardeerd tot een temperatuur van minimaal 55 °C (en wekelijks tot minimaal 60 °C) om te voldoen aan de eisen m.b.t. warm tapwater.

De boosterwarmtepomp haalt het hoogste rendement wanneer deze warmte uit het warmtenet kan opwaarderen die al een vrij hoge temperatuur heeft. Het opwaarderen van warmte met lage temperaturen kost meer energie. Technisch gezien kan deze ook functioneren bij lagere aanvoertemperaturen.



Voorwaarden warmtenet

Een boosterwarmtepomp stelt geen harde voorwaarden aan de temperatuur van de warmte uit het warmtenet. Wel is het rendement afhankelijk van de temperatuur van de warmte uit het warmtenet. Hoe hoger deze temperatuur is, hoe beter het rendement van de boosterwarmtepomp.

Ruimtebeslag

Een boosterwarmtepomp bereidt warm tapwater met een beperkt vermogen. De warmte wordt daarom opgeslagen in een boilervat. In een boilervat dient voldoende warm tapwater op voorraad te zijn om te kunnen douchen en/of een bad te vullen. De grootte van dit vat hangt af van het aantal bewoners, tapwatergebruik, capaciteit van de boosterwarmtepomp en de ingestelde boilertemperatuur. Omdat er sprake is van een boilervat, is het ruimtebeslag altijd wel significant.

Een aandachtspunt is dat de boosterwarmtepomp geluid produceert (vergelijkbaar met een koelkast). Daarbij komt dat de warmtepomp gekoppeld moet zijn aan het warmtenet. In de praktijk kan dit worden opgelost door de warmtepomp aan te sluiten op een vloerverwarmingsgroep. Hiermee wordt de plaatsingsflexibiliteit vergroot.

Elektrisch vermogen

Het elektrische piekvermogen van een boosterwarmtepomp ligt meestal rond de 0,5-2 kW. Het vermogen heeft een direct verband met de snelheid van verwarmen; een systeem met een hoger vermogen geeft een boiler die sneller warm is.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Wanneer een warmtepompboiler groter wordt gedimensioneerd dan noodzakelijk voor een adequate tapwatervoorziening, kan deze goed gecombineerd worden met de flexibele inzet. De boiler kan dan

verwarmd worden buiten de piekmomenten qua netbelasting, zodat de boiler niet bijdraagt aan netcongestie.

Demarcatie

De boosterwarmtepomp is normaal gesproken onderdeel van de woninginstallaties. Deze kan dus worden aangeschaft door de eigenaar/corporatie.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom boosterwarmtepompen betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur (65°C) is doorgaans geen probleem voor een boosterwarmtepomp.

Investering

De investering hangt samen met de grootte van de boiler, het materiaal van de boiler en kwaliteitsaspecten. De kosten voor installatie hangen sterk samen met de huidige voorzieningen (aanwezigheid van afvoerpunt, elektrische voeding, en koud- en warm waterleidingen). Daarbij komt dat de boosterwarmtepomp ook een koppeling nodig heeft naar het warmtenet.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de boosterwarmtepomp is enerzijds afhankelijk van het tapwatergebruik. Anderzijds heeft een boiler ook continue stilstandsverliezen. De derde factor die van belang is, is de temperatuur van het warmtenet.

Bij gebruik voor een 2-persoons huishouden en een 200 liter boiler en temperatuur van het warmtenet van 30 °C is het totale gebruik elektriciteitsgebruik circa 500 kWh per jaar. Bij een temperatuur van 45 °C is dit slechts 300 kWh.

Een aandachtspunt is echter wel dat er ook warmte wordt gebruikt uit het warmtenet. Wanneer deze afgerekend wordt tegen het reguliere tarief, kan de prijs voor warm tapwater stijgen tot boven het NMDA-tarief. Het is daarom gebruikelijk dat hier afwijkende tariefstructuren worden gehanteerd.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud is afhankelijk van de materialisatie van de boiler. Stalen boilers bevatten vaak een opofferingsanode die periodiek vervangen moet worden. Bij boilers die gebruik maken van voorverwarmd water is het van belang periodiek te checken of de boiler nog functioneert, om zodoende legionellagevaar te voorkomen.

Milieuprestatie

De boilers voor boosterwarmtepompen worden vaak gemaakt van koper (kleinere boilers) of RVS (grotere boilers). Met name koper heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recycleren. Daarnaast bevat een warmtepompboiler ook een koudemiddel. Wanneer dit een

natuurlijk koudemiddel is (zoals propaan, R290), is de milieubelasting beperkt. Bij andere koudemiddelen kan de milieubelasting behoorlijk oplopen.

Verwachte ontwikkelingen

Rond de inzet van boosterwarmtepompen zijn er ontwikkelingen in combinatie met dynamische contracten. Daarmee is het mogelijk de boiler op te laden tijdens de uren met de laagste energietarieven, of juist in de uren dat er een overschot is aan zelf opgewekte zonne-energie. Hiermee kan de netcongestie worden verminderd en kan er goedkoper tapwater worden bereid. Dit kan nog versterkt worden door het aanbrengen van een elektrisch element in de boiler. Dit verhoogt weliswaar het aansluitvermogen, maar kan dan wel extra bijdragen aan flexibiliteit.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individuele boosterwarmtepomp	Minimaal 25 °C	•••	•oo	••o Bij voldoende grote boiler	••o (<45 °C) •oo (>45 °C)	€€€	•••

6.3.9 Factsheet 9 'individuele combiwarmtepomp'

Omschrijving

Een combiwarmtepomp maakt gebruik van de warmte uit het warmtenet voor de bereiding van zowel ruimteverwarming als warm tapwater. De warmte voor warm tapwater wordt opgewaardeerd tot een temperatuur van minimaal 55-60 °C om te voldoen aan de eisen m.b.t. warm tapwater.

Voorwaarden warmtenet

De combiwarmtepomp kan functioneren bij elke temperatuur van het warmtenet, maar wordt doorgaans gecombineerd met warmtenetten met een aanvoertemperatuur van minder dan 30 °C. Bij warmtenetten met een hogere aanvoertemperatuur is er doorgaans geen combiwarmtepomp nodig.

Ruimtebeslag

Een combiwarmtepomp bereidt warm tapwater met een beperkt vermogen. De warmte voor tapwater wordt daarom opgeslagen in een boiler. In een boiler dient voldoende warm tapwater op voorraad te zijn om te kunnen douchen en/of een bad te vullen. De grootte van dit vat hangt af van het aantal bewoners, tapwatergebruik, capaciteit van de boosterwarmtepomp en de ingestelde boiler temperatuur. Omdat er sprake is van een boiler, is het ruimtebeslag altijd wel significant.

Een aandachtspunt is dat de combiwarmtepomp geluid produceert (maximaal 65 dB). Daarom dient deze opgesteld worden in een ruimte waarin dit niet tot hinder leidt. In de praktijk betekent dit dat er een bouwkundige afscheiding nodig is tussen de warmtepomp en een verblijfsruimte.

Elektrisch vermogen

Het elektrische piekvermogen van een combiwarmtepomp ligt meestal rond de 1-2 kW. Het vermogen heeft voor warm tapwater een direct verband met de snelheid van verwarmen; een systeem met een hoger vermogen geeft een boiler die sneller warm is.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Wanneer een warmtepompboiler groter wordt gedimensioneerd dan noodzakelijk voor een adequate tapwatervoorziening,, kan deze goed gecombineerd worden met de flexibele inzet. De boiler kan dan verwarmd worden buiten de piekmomenten qua netbelasting, zodat de warmtepomp minder bijdraagt aan netcongestie.



Demarcatie

De combiwarmtepomp is normaal gesproken onderdeel van de woninginstallaties. Deze kan dus worden aangeschaft door de eigenaar/corporatie.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom combiwarmtepompen in relatie tot de tapwaterbereiding betreft de eisen met betrekking tot legionella. Het behalen van een voldoende temperatuur (65°C) is doorgaans geen probleem voor een combiwarmtepomp.

Investing

De investering hangt samen met de grootte van de boiler, het materiaal van de boiler en kwaliteitsaspecten van de warmtepomp. De kosten voor installatie hangen sterk samen met de huidige voorzieningen (aanwezigheid van afvoerpunt, elektrische voeding, en koud- en warm waterleidingen). Daarbij komt dat de combiwarmtepomp ook een koppeling nodig heeft naar het warmtenet.

Energiegebruik

Het energiegebruik van de combiwarmtepomp voor tapwaterbereiding is enerzijds afhankelijk van het tapwatergebruik. Anderzijds heeft een boiler ook continue stilstandsverliezen.

Bij gebruik voor een 2-persoons huishouden en een 200 liter boiler en een temperatuur van het warmtenet van 15 °C is het totale gebruik elektriciteitsgebruik circa 600 kWh per jaar.

Een aandachtspunt is echter wel dat er ook warmte wordt gebruikt uit het warmtenet. Het is gebruikelijk dat hier een tariefstructuur wordt gehanteerd dat uitsluitend gebaseerd is op vastrecht.

Onderhoud en beheer

Het benodigde onderhoud is afhankelijk van de materialisatie van de boiler. Stalen boilers bevatten vaak een opofferingsanode die periodiek vervangen moet worden. Bij boilers die gebruik maken van voorverwarmd water is het van belang periodiek te checken of de boiler nog functioneert, om zodoende legionellagevaar te voorkomen.

Milieuprestatie

De boilers voor boosterwarmtepompen worden vaak gemaakt van koper (kleinere boilers) of RVS (grotere boilers). Met name koper heeft een vrij hoge milieubelasting. Wel is het mogelijk dit vrijwel volledig te recyclen. Daarnaast bevat een warmtepompboiler ook een koudemiddel. Wanneer dit een natuurlijk koudemiddel is (zoals propaan, R290), is de milieubelasting beperkt. Bij andere koudemiddelen kan de milieubelasting behoorlijk oplopen.

Verwachte ontwikkelingen

Rond de inzet van combiwarmtepompen zijn er ontwikkelingen in combinatie met dynamische contracten. Daarmee is het mogelijk de boiler op te laden tijdens de uren met de laagste energietarieven, of juist in de uren dat er een overschot is aan zelf opgewekte zonne-energie. Hiermee kan de netcongestie worden verminderd en kan er goedkoper tapwater worden bereid. Voorwaarde hiervoor is wel dat de boiler voldoende groot is gedimensioneerd. Gezien het lagere vermogen in vergelijking met elektrische boilers, is dit een minder relevant thema. Dit kan nog versterkt worden door het aanbrengen van een (zwaarder) elektrisch element in de boiler. Dit verhoogt weliswaar het aansluitvermogen, maar kan dan wel extra bijdragen aan flexibiliteit.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Individuele combiwarmtepomp	Maximaal 30 °C	•••	••o	••o Bij voldoende grote boiler	••o	€€€	•••

6.3.10 Factsheet 10 'afleverset verlaagde taptemperatuur buiten scope NEN1006'

Omschrijving

De eisen met betrekking tot de temperatuur van warm tapwater hebben in hoofdzaak twee doelen. Enerzijds betreft dit een comfortdoel, zodat gebruikers van de woning het tapwater kunnen gebruiken voor de gewenste doeleinden. Het tweede doel is het borgen van de veiligheid van warm tapwater, met name gericht op legionellaveiligheid. Voor het eerste doel volstaat, zeker voor de badkamer, een lagere temperatuur dan opgenomen in de NEN1006. Voor het tweede doel is niet altijd verhitting noodzakelijk tot de temperatuur volgens de NEN1006. Deze norm biedt zelf een aantal strikte voorwaarden, waaronder het mogelijk is een lagere taptemperatuur te hanteren.

In theorie bestaan er echter meer methoden om een bacteriologische besmetting te voorkomen, dan alleen thermische desinfectie. Een voorbeeld hiervan is ultrafiltratie. In Nederland worden deze alternatieve technieken op dit moment nog maar heel beperkt ingezet als oplossing om legionellabesmettingen te voorkomen. Er zijn op dit moment ook nog geen erkende gelijkwaardigheidsverklaringen waarmee de Legionellaveiligheid kan worden aangetoond. Energetisch gezien kunnen deze alternatieve oplossingen echter een belangrijk voordeel bieden, omdat het daarmee niet noodzakelijk is het water te verwarmen tot de temperaturen vanuit de NEN1006. Dit kan een belangrijk voordeel geven op het energiegebruik van tapwaterbereiding.

Er bestaat momenteel geen eenduidige procedure voor het verkrijgen van ontheffing van de NEN1006. Een voorwaarde hiervoor is namelijk dat de alternatieve systemen bewezen legionellaveilig dient te zijn. Dit is momenteel niet het geval. Het verkrijgen van ontheffing van de gemeente voor de eisen vanuit de NEN1006 is daarom maatwerk.

Voorwaarden warmtenet

Dit systeem is technisch mogelijk bij een warmtapwaternet van minimaal 50 °C.

Ruimtebeslag

Met deze oplossing kan gebruik gemaakt worden van een standaard afleverunit voor tapwaterlevering uit circulatieleidingen, en worden aanvullende technieken in de woning vermeden.

Een aandachtspunt is wel dat wanneer de temperatuur van het warm tapwater naar de badkamer lager is dan standaard, die eisen stelt aan zowel de leidingdiameter van de warm tapwaterleiding als de toegepaste thermostatische douchekraan. Bij een lagere aanvoertemperatuur zal er namelijk meer warm water worden gebruikt en minder koud water worden bijgemengd. Niet elke mengkraan is hiervoor ontworpen.

Elektrisch vermogen

Doordat tapwater direct wordt geleverd vanuit de circulatieleiding, zijn er geen aanvullende technieken nodig. Het elektrisch vermogen in de woning is dus nihil.

Flexibiliteit elektrisch vermogen

Omdat er geen elektrisch vermogen noodzakelijk is voor de bereiding van warm tapwater, is er ook geen sprake van flexibiliteit in de woning. Afhankelijk van de centrale opwekking is dat wel het geval bij de opwekkers.

Demarcatie

Door toepassing van dit systeem zijn er geen aanvullende voorzieningen voor warm tapwater benodigd.

Wet- en regelgeving

De belangrijkste regelgeving rondom dit systeem betreft de legionella-veiligheid van het systeem. Hoewel de gemeente de bevoegdheid heeft uitzonderingen toe te staan, is hier slechts heel beperkt ervaring mee.

Investering

Door dit systeem zijn er geen aanvullende investeringen in de woning nodig voor de bereiding van warm tapwater. De investering voor een collectief tapwatercirculatiernet is echter vrij hoog.

Energiegebruik

Door dit systeem is er geen aanvullend energiegebruik voor de bereiding van warm tapwater. Wel is er warm tapwater nodig uit het circulatiernet. Het verbruik voor warm tapwater is dan 7,7 GJ per jaar.

Onderhoud en beheer

Er is geen aanvullend onderhoud voor dit systeem. Wel is het waarschijnlijk dat er periodiek monsters genomen zullen moeten worden om de waterveiligheid te controleren.

Milieuprestatie

Door het ontbreken van aanvullende installaties, is de milieuprestatie goed.

Verwachte ontwikkelingen

Er is heel beperkt ervaring met het verlenen van ontheffing. Wanneer er meer vragen komen, is het aannemelijk dat de regels hiervoor verder worden uitgewerkt.

Beoordeling

	Eisen temperatuur warmtenet	Grootte van de installatie in woning	Elektrisch vermogen	Flexibiliteit elektrisch vermogen en impact netcongestie	Energiegebruik	Investeringskosten	Milieubelasting
Afleverset met verlaagde temperatuur	Minimaal 50 °C	ooo	ooo	ooo	•oo	€€€	••o

Bijlage 1 - Uitgangspunten

De berekeningen zijn uitgevoerd met de volgende uitgangspunten:

- Netto tapwatervraag: 856 kWh per persoon per jaar (NTA8800)
- Distributierendement in de woning: 80%
- Aanvoertemperatuur koud water: 10 °C
- Opwekrendementen op basis van forfaitaire waarden NTA8800
- Warmteverliezen boiler: o.b.v. eisen A-label (EN12897, EN12977, EN15332 of de EN60379)
- Opwekrendement warmtepompen: Op basis van carnotrendement:
$$COP = (Temperatuur_warme_zijde + 5K) / (Temperatuur_warme_zijde - Bron\text{temperatuur} + 10K) * 50\%$$
- De energiegebruiken zijn de energiegebruiken vanaf het afleverpunt in de woning. Energieverliezen in het warmtenet voor het afleverpunt zijn hierin niet meegenomen. Deze maken onderdeel uit van de keuze voor een warmtenet.
- Warmtapwatergebruik badkamer als percentage van totaal: 85% (op basis van Vewin onderzoek watergebruik thuis)

DWA



Wij maken
duurzaamheid
werkend!