



Verkennd onderzoek collectief warmte-systeem Batenburg



Gemeente
Wijchen

1 februari 2023



Leeswijzer: klik op bovenstaande inhoudsopgave om snel te kunnen schakelen tussen de hoofdstukken. In de hoofdstukken kunt u bladeren door de pijlen links (vorige pagina) en rechts (volgende pagina).



Verkennd onderzoek collectief warmte-systeem Batenburg

Opdrachtgever: Gemeente Wijchen

Contactpersonen: Maartje van Dalen

Status rapport: definitief

Datum: 1 februari 2023

Contactpersonen Innoforte: Wim Mans
Han Verheul

Contactgegevens: Adviesbureau Innoforte
Van Heemstraweg 56 d
6651 KH Druten
E-mail: info@innoforte.nl
Tel: 0487-510375

Adviesbureau Innoforte is sinds 2003 actief met het ondersteunen van overheden, ontwikkelaars en warmtebedrijven op het gebied van beleid, ontwikkeling en exploitatie van duurzame warmte- en koudesystemen. Onze missie is bij te dragen aan transparante, duurzame meerwaarde voor alle betrokkenen. De naam Innoforte is een acroniem en staat voor **INNO**vating **FO**r **R**enewable **T**hermal **E**nergy. Wij zijn creatieve denkers met een brede kennis van de warmtemarkt en een gezonde dosis ambitie. Onze dienstverlening bestaat uit:

- planvorming: conceptontwikkeling en haalbaarheidsstudies
- samenwerking: procesbegeleiding, aanbesteding en contractvorming
- businesscases: inrichting control, tarieven en financiering
- wetten en normen: compliance en certificaten
- audits: risk assessment en due diligence

Directeur Wim Mans is bestuurslid van het Warmtenetwerk, lid van de commissie warmte van NVDE en lid van de adviesraad van ECW.



Doelstelling

De Gemeente Wijchen voert regie over de warmtetransitie. In de woonkern Batenburg is een bewonersinitiatief ontstaan om de transitie vorm te geven: de initiatiefgroep Batenburg. Deze groep bestaat uit de heren: Wouter Jansen, Jos Potjes, Herman van der Steen en Sjef de Vries. Zij hebben een rapport opgesteld waarin de bijzondere eigenschappen van Batenburg zijn verwoord. Met name dat er veel woningen zijn met een monumentstatus en dat daardoor de transitiemogelijkheden worden beperkt. Men heeft interesse getoond in een warmtenet. Dit warmtenet zou volgens hen kunnen worden gevoed met warmte uit de Maas of uit de bodem.

De Gemeente Wijchen vraagt aan Innoforte om onderzoek te doen naar deze kansen voor een warmtenet in Batenburg nader te onderzoeken. Gemeente wil antwoord op de volgende vragen:

- Wat is een optimaal concept voor een collectief duurzame energievoorziening voor warmte (en potentieel koude) in Batenburg, gebruikmaken van aquathermie of bodemenergie?
- Zijn er andere collectieve concepten denkbaar en mogelijk?
- Hoe verhouden deze collectieve concepten zich ten opzichte van concurrerende (individuele) alternatieven ten aanzien van kosten en duurzaamheid?

Deze rapportage beschrijft een verkennend onderzoek naar de technisch-economische perspectieven van verschillende concepten voor een warmtenet in Batenburg. Verschillende mogelijke warmtebronnen zijn onderzocht: warmte uit de rioolwaterzuivering, warmte uit de Maas en warmte uit zonnevelden. Op basis van dit onderzoek wordt helder of een warmtenet inderdaad haalbaar kan zijn en welk concept het meeste perspectief biedt. Betrokken stakeholders kunnen besluiten om het in hun ogen meest haalbare concept nader met elkaar uit te werken in een meer diepgaander haalbaarheidsonderzoek naar de technische, economische en organisatorische mogelijkheden en perspectieven.



Specifieke warmtevraag ruimteverwarming en warmtapwater

Van belang is de vraag hoeveel warmte de gebouwen nodig hebben. Het is ondoenlijk in deze studie om per gebouw het huidige gasverbruik te achterhalen. Netwerkbijbedrijf Alliander mag deze gegevens op basis van de AVG niet aan derden verstrekken. De warmtevraag is daarom geraamd op basis van type gebouw, bouwperiode en gebruiksoverpervlakte. De specifieke vraag per type en bouwperiode is gebaseerd op de "Uniforme Maatlat" van RVO, gecorrigeerd met een praktijkfactor afhankelijk van de bouwperiode. De praktijkfactor is afgeleid uit onderzoek van de TU Delft waaruit blijkt dat de werkelijke warmtevraag van oudere gebouwen lager is dan de theoretische warmtevraag. Bij nieuwere woningen is dit juist omgekeerd. De warmtevraag voor warmtapwater is gebaseerd op kengetallen van Innoforte en een warmwatercapaciteit van CW4 (28 kW) per woning. Omdat de beperkte vraag naar warmtapwater van utiliteitsgebouwen veelal met elektrische boilers wordt opgewekt is deze warmtevraag voor het warmtenet niet meegenomen.

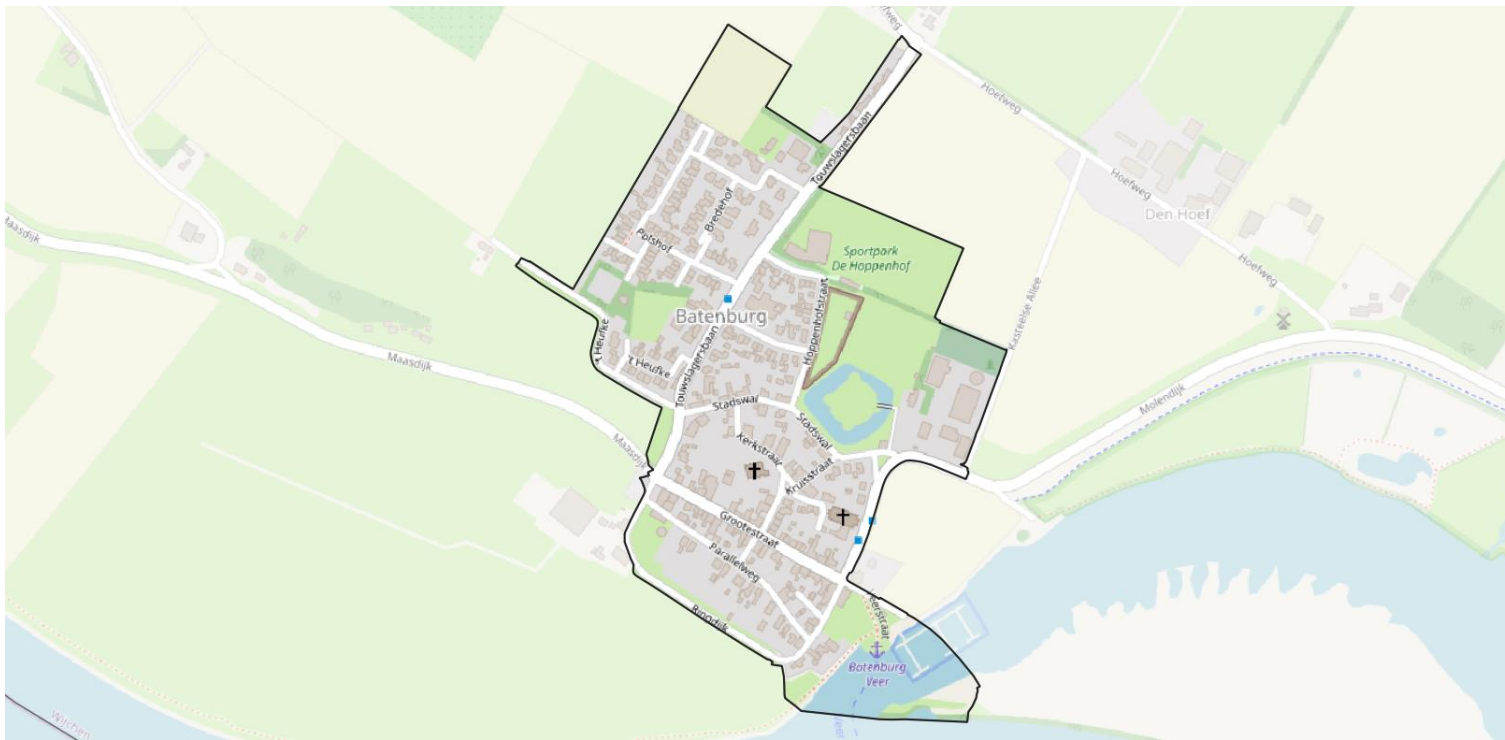
Bouwperiode	Specifieke warmtevraag ruimteverwarming in MJ/m ²							
	vóór	1946	1965	1975	1992	2006	2011	2015
	1945	1964	1974	1991	2005	2010	2014	2022
Woningen								
Rijtuwoning	362	330	300	238	155	147	102	97
Hoekwoning	500	454	426	280	166	172	143	136
2-onder-1-kap woning	467	424	417	268	197	198	155	148
Vrijstaande woning	557	507	497	308	216	201	163	155
Appartement	312	284	267	208	138	130	78	74
Utiliteitsgebouwen	362	330	300	238	155	147	102	97

Warmtapwater vraag GJ/woning	
Woningen	
Rijtuwoning	8
Hoekwoning	8
2-onder-1-kap woning	8
Vrijstaande woning	8
Appartement	5
Utiliteitsgebouwen	0

Bouwperiode	Specifieke warmtevraag ruimteverwarming in W/m ²							
	vóór	1946	1965	1975	1992	2006	2011	2015
	1945	1964	1974	1991	2005	2010	2014	2022
Woningen								
Rijtuwoning	126	116	107	86	56	55	38	37
Hoekwoning	173	160	152	101	61	64	54	52
2-onder-1-kap woning	162	149	148	97	72	73	58	56
Vrijstaande woning	193	178	177	111	79	75	61	59
Appartement	108	100	95	75	50	48	29	28
Utiliteitsgebouwen	126	116	107	86	56	55	38	37

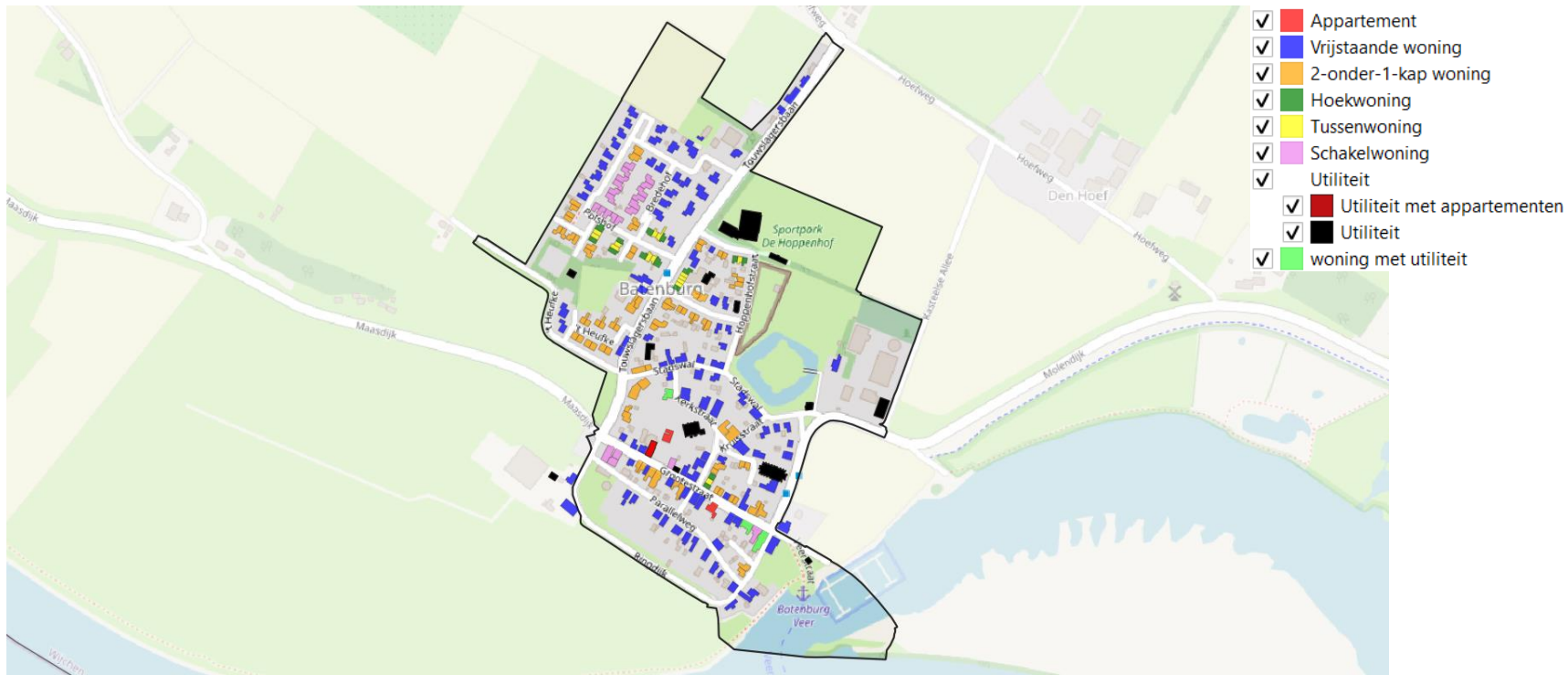


Gebiedsafbakening Batenburg



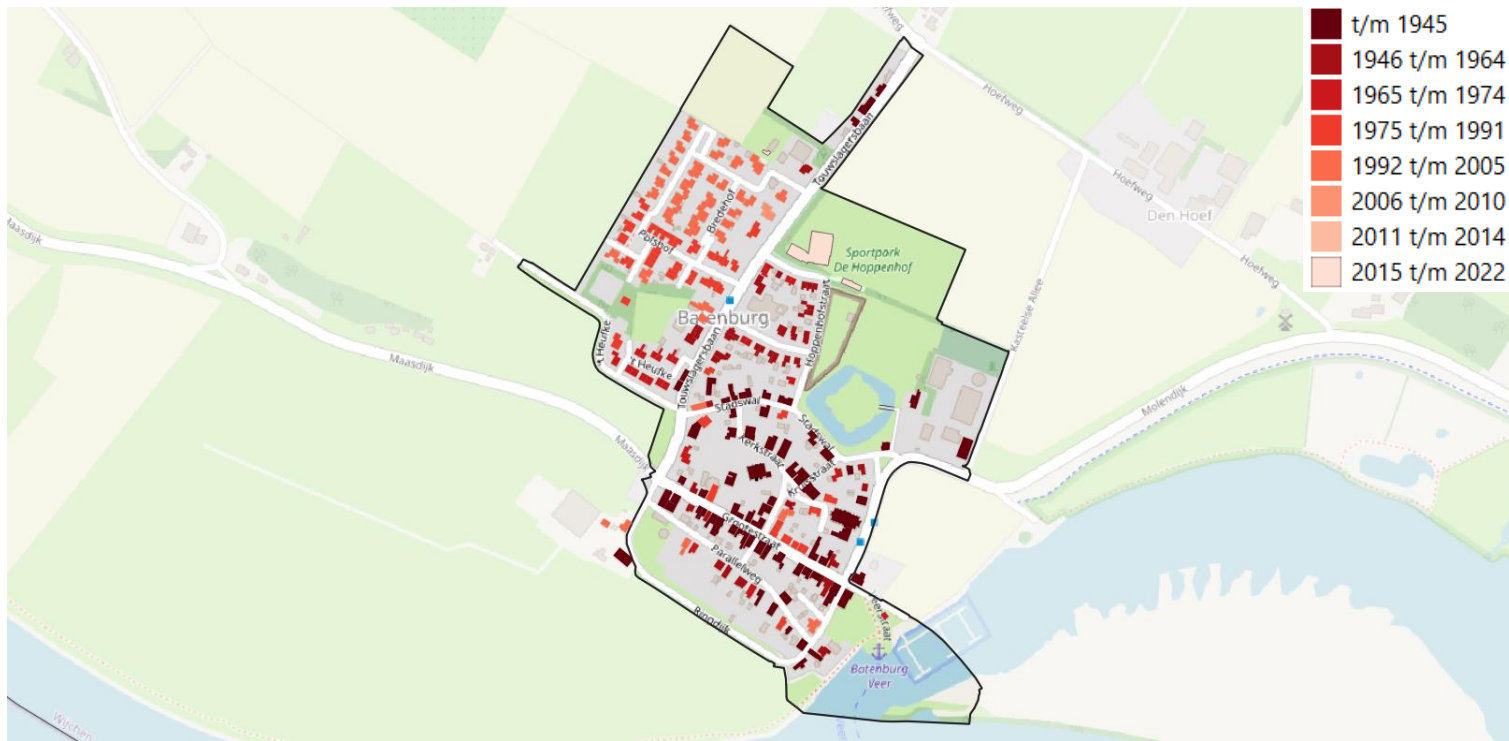


Gebouwen Batenburg



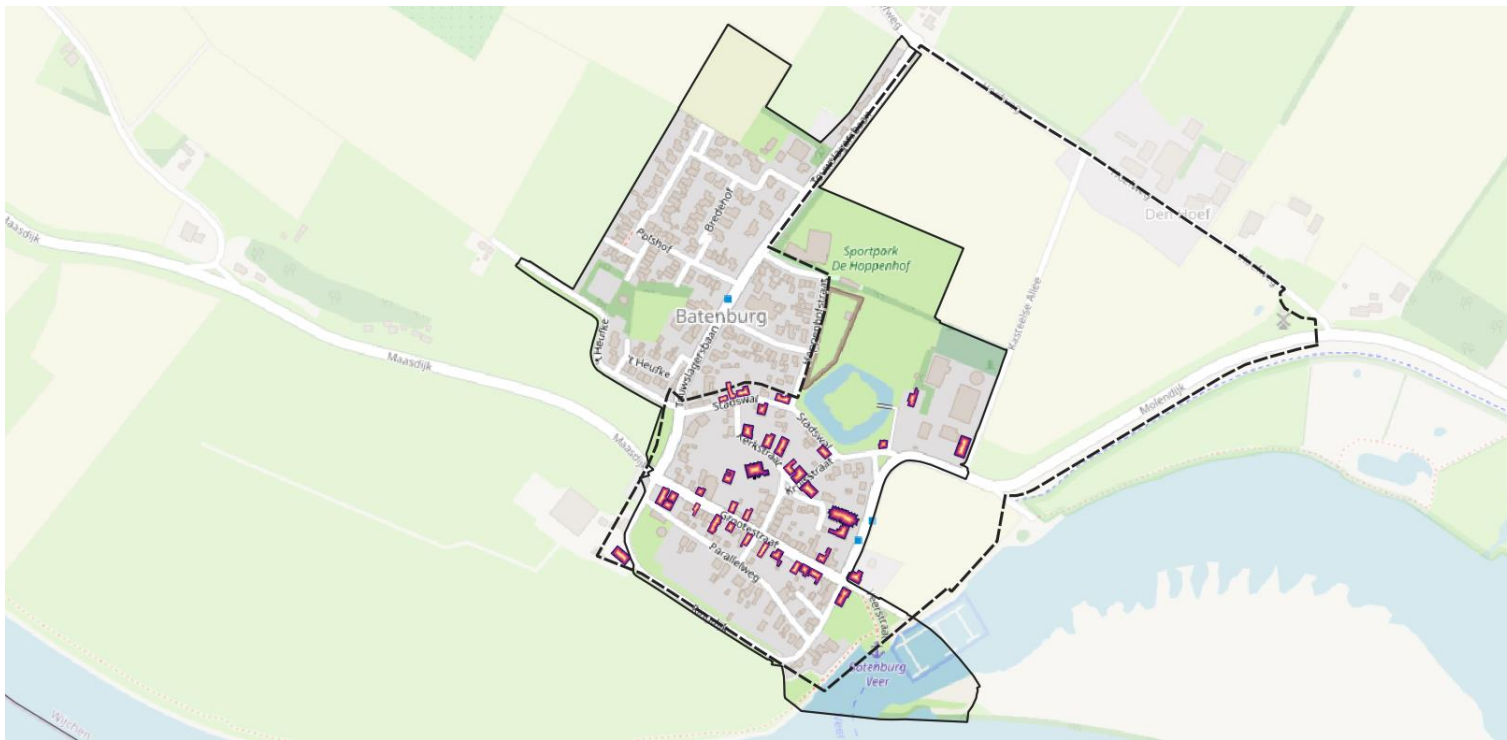


Bouwjaren gebouwen





Beschermd stadsgezicht en monumentale panden





Gebouwen Batenburg

Voor Batenburg is gebruik gemaakt van de BAG-data 2022 (Basisregistratie Adressen en Gebouwen). Alle gebouwen zijn gespecificeerd naar woningen of utiliteitsgebouwen. De woningen zijn verder gedifferentieerd in 6 types: grondgebonden woningen (tussenwoning, hoekwoning, 2-onder-1-kap woning, vrijstaande woning en geschakelde woning) en appartementen. De grondgebonden woningen vatten we in onderstaande tabel samen tot één categorie. De appartementen in Batenburg zijn woningen die boven utiliteitsvoorzieningen liggen. De utiliteitsgebouwen zelf zijn niet verder gedifferentieerd.

Van alle gebouwen is het aantal m² gebruikoppervlakte weergegeven. Er zijn ook gebouwen zonder warmtevraag zoals gebouwen met een “overige gebruiksfunctie” waaronder bergingen en schuren. Deze zijn in de studie niet meegenomen. In onderstaande tabel zijn van de woningen en de utiliteitsgebouwen de aantallen en het gebruikoppervlak per bouwperiode weergegeven:

Batenburg kern alle gebouwen	aantal
woningen	241
grondgebonden woningen	226
appartementen	15
utiliteitsgebouwen	12
totaal aantal gebouwen	253

Batenburg Kern	voor		1946		1965		1975		1992		2006		2011		2015		Totaal	
	1945		1964		1974		1991		2005		2010		2014		2022		aantal	m ² g.o.
	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.	aantal	m ² g.o.				
woningen	69	13.945	34	4.365	26	2.933	54	6.410	47	7.976	0	0	1	422	10	1.100	241	37.151
grondgebonden woningen	59	11.905	33	4.199	26	2.933	52	6.167	46	7.809	0	0	1	422	9	903	226	34.338
appartementen	10	2.040	1	166	0	0	2	243	1	167	0	0	0	0	1	197	15	2.813
utiliteitsgebouwen	6	1.208	0	0	1	42	2	449	0	0	0	0	0	0	3	1.293	12	2.992



Huidige warmtevraag

De huidige warmtevraag is bepaald met behulp van ons rekenmodel Caldomus gecorrigeerd met een factor. Deze factor is gebaseerd op de huidige warmtevraag (gasverbruik uit het Wijkpaspoort van de VNG) en de berekende warmtevraag. De resultaten staan in naastliggende tabellen voor alle gebouwen in Batenburg en gemiddeld per woningequivalent. Voor de utiliteitsgebouwen is gerekend met 100 m² gebruiksoppervlakte voor één woningequivalent.

De huidige warmtevraag van het gemiddelde gebouw in Batenburg bedraagt 50,2 GJ per jaar (gebaseerd op gemiddeld 1.680 m³ aardgas per jaar – gegevens uit het Wijkpaspoort van de VNG).

De warmtevraag voor warmtapwater in woningen is 28 kW, CW4. De warmtevraag voor warmtapwater in utiliteitsgebouwen is buiten beschouwing gelaten, omdat deze veelal met elektrische boilers wordt opgewekt (geen warmtevrager voor een warmtenet).

Het warmtevermogen per woningequivalent (kW, ruimteverw.) is het (piek)vermogen dat nodig is om een gemiddelde woning geheel op te warmen bij een buitentemperatuur van -10°C.

Het warmtevermogen voor het hele gebied (kW, gelijktijdig.) is het (piek)vermogen dat nodig is om het hele gebied te verwarmen bij een buitentemperatuur van -10°C. Omdat niet alle woningen gelijktijdig het piekvermogen vragen is de totale gebiedsvraag lager dan de som van alle woningen.

Batenburg kern warmtevraag per weq	aantal weq	warmtevraag per weq	
		GJ/jaar	kW, ruimteverw.
woningen	241	53,6	16,5
grondgebonden woningen	226	53,4	16,6
appartementen	15	56,5	14,7
utiliteitsgebouwen	30	22,8	6,6
(wonen)	271	50,2	15,4

Batenburg kern warmtevraag van alle gebouwen	aantal weq	warmtevraag	
		GJ/jaar	kW, gelijktijdig
woningen	241	12.921	3.216
grondgebonden woningen	226	12.073	2.959
appartementen	15	847	257
utiliteitsgebouwen	30	682	133
weq (woningen + utiliteitsgebouwen)	271	13.603	3.349





Warmteclusters

Een warmtenet is een collectieve en kapitaalintensieve oplossing voor de warmtetransitie. Naarmate er meer woningen in een gebied worden aangesloten neemt de economische haalbaarheid toe. Aansluiting kan echter niet worden voorgeschreven, maar is op vrijwillige basis. In de praktijk kunnen gebouweigenaren kiezen om nog even te wachten met een aardgasvrij alternatief of over te gaan op een (hybride) warmtepomp. We gaan er veiligheidshalve van uit in deze conceptenstudie dat niet alle gebouwen zullen worden aangesloten. Naarmate woningen recenter zijn gebouwd, zijn ze beter geïsoleerd. Dat heeft tot gevolg dat de warmtevraag lager is en ook dat deze gebouwen wat gemakkelijk kunnen worden verwarmd op basis van een lagere temperatuur. Deze gebouwen zijn daardoor wat beter geschikt voor een individuele (lucht) warmtepomp. Veiligheidshalve zijn in deze conceptenstudie deze gegevens als volgt vertaald:

- In het onderzoeksgebied wordt 70% van alle gebouwen aangesloten
- De gebouwen met een bouwjaar vanaf 2000 worden niet aangesloten

In een diepgaandere haalbaarheidsstudie zal een verfijning van deze aannamen moeten worden bepaald op basis van contacten met gebouweigenaren waarbij op basis van een zo concreet mogelijk perspectief het aantal verwachte aansluitingen wordt bijgesteld.

Koude is in deze studie niet opgenomen. Indien een eigenaar van bijvoorbeeld een utiliteitsgebouw behoefte heeft aan koude, kan dit worden ingevuld met bijvoorbeeld een lokale WKO. Dit is in een diepgaandere haalbaarheidsstudie later te onderzoeken.

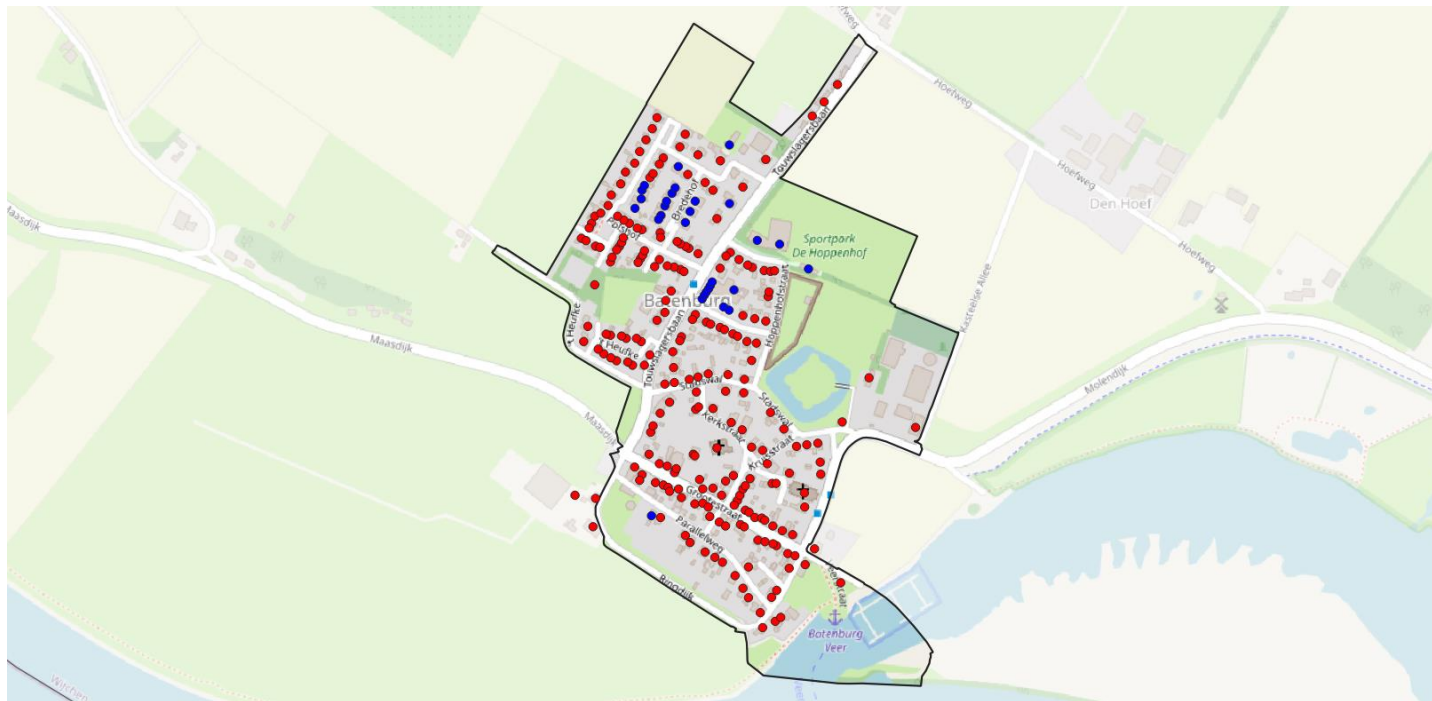


Overzicht gebouwen die zich lenen voor een warmtenet

Op basis van de criteria op de vorige is bepaald welke gebouwen geschikt zijn voor een aansluiting op een warmtenet of voor een individuele oplossing.

Nevenstaande kaart toont:

- Rode stippen voor toekomstige aansluitingen op een warmtenet.
- Blauwe stippen voor gebouwen met een toekomstige individuele warmtevoorziening.





Warmtevraag warmtecluster

In naastliggende tabellen is de huidige en de toekomstige warmtevraag aangegeven voor de gebouwen die geselecteerd zijn voor het warmtecluster. In de eerst tabel is de warmtevraag per woningequivalent gegeven. De 2^e tabel is de warmtevraag voor het gehele warmtecluster gegeven. Uitgegaan is dat de toekomstige warmtevraag 20% lager zal zijn dan de huidige warmtevraag.

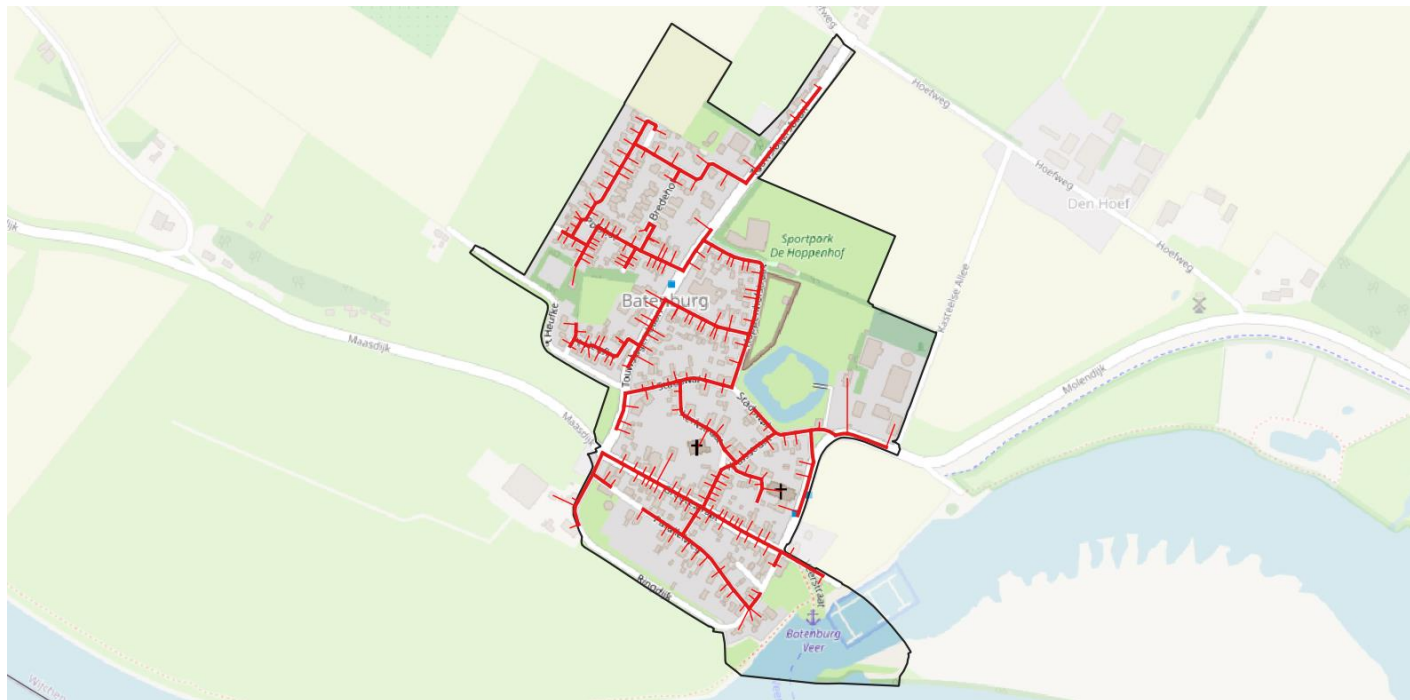
Batenburg kern gebouwen potentieel geschikt voor een warmtenet	aantal weq	huidige warmtevraag		toekomstige warmtevraag	
				per weq, reductie 20%	
		GJ/jaar	kW, ruimteverw.	GJ/jaar	kW, ruimteverw.
woningen	215	55,8	12,0	44,7	17,5
grondgebonden woningen	201	56,4	11,7	45,1	17,6
appartementen	14	48,2	15,9	38,5	15,4
utiliteitsgebouwen	17	26,7	5,1	21,4	9,4
weq (woningen + utiliteitsgebouwen)	232	53,7	11,5	43,0	16,9

Batenburg kern gebouwen potentieel geschikt voor een warmtenet	aantal weq	huidige warmtevraag		toekomstige warmtevraag	
				reductie 20%	
		GJ/jaar	kW, gelijktijdig	GJ/jaar	kW, gelijktijdig
woningen	215	12.006	2.570	9.605	2.056
grondgebonden woningen	201	11.332	2.347	9.065	1.877
appartementen	14	675	223	540	179
utiliteitsgebouwen	17	454	87	363	70
weq (woningen + utiliteitsgebouwen)	232	12.460	2.657	9.968	2.126



Leidingnet warmtecluster

In de nevenstaande kaart is (met rode lijnen) een mogelijk warmteleidingnet aangegeven voor het verwarmen van alle gebouwen van het warmtecluster.





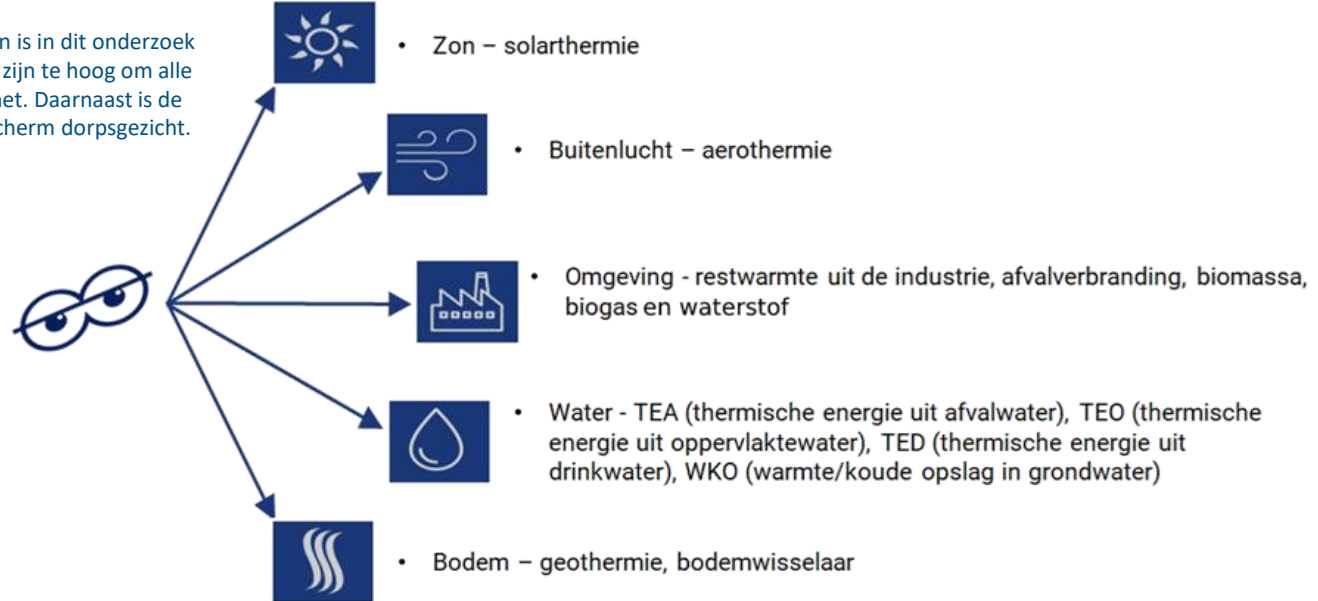
Warmtebronnen

Aanpak zoektocht naar warmtebronnen.

Voor Batenburg onderzoeken we de volgende bronnen:

- Solarthermie met collectoren voor alleen warmte
- Solarthermie met collectoren voor warmte en elektriciteit
- Aquathermie: warmte uit oppervlaktewater
- Aquathermie: warmte uit afvalwater (RWZI)

NB: Solarthermie met panelen op daken is in dit onderzoek niet meegenomen. De kosten hiervoor zijn te hoog om alle panelen aan te sluiten op één warmtenet. Daarnaast is de kern van Batenburg monumentaal beschermd dorpsgezicht.





Zonne-energie

Op deze en de volgende pagina's geven wij informatie over de verschillen in beschikbare zonnepanelen en de toepasbaarheid hiervan in verduurzamingsconcepten.

Zonne-energie kan worden omgezet in:

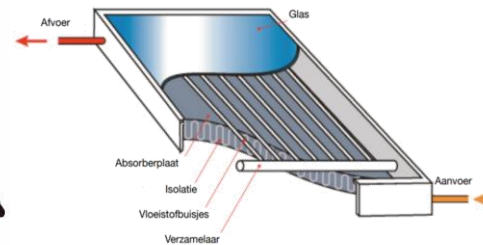
- Elektriciteit, met PV-panelen.
- Warmte, met thermische panelen, ook wel zonnecollectoren genoemd.
- Elektriciteit en warmte, met PVT-panelen.

PV-panelen

- Panelen zijn ontworpen om de zonne-energie maximaal in elektriciteit om te zetten.
- Het energetisch rendement bedraagt 15 à 25%.
- Deze panelen worden nu al veel toegepast.
- De kostprijs per kWh is lager dan de opbrengst door de mogelijkheid tot salderen en de lage productiekosten van de panelen in China.

Zonnecollectoren (3 temperaturen)

- De panelen zijn ontworpen om de zonne-energie maximaal in bruikbare warmte om te zetten.
- Type hoge temperatuur: vacuümbuiscollectoren. De vacuümbuis zorgt voor een optimale instraling en minimaal warmteverlies naar de omgeving. Hierdoor kan een hoge temperatuur warmte worden opgewekt met geringe verliezen. Door de constructie is het netto collector oppervlakte kleiner dan het bruto oppervlak. Per m² zijn de investeringen relatief hoog. Een nadeel is de kwetsbare constructie (vacuümbuizen).
- Type midden temperatuur: afgedekte vlakke plaat collectoren, een glasplaat, een absorber, buizenstelsel en vloeistof omgezet in bruikbare warmte. De onderzijde van het paneel is geïsoleerd om warmteverliezen te beperken.
- Type lage temperatuur: onafgedekte collectoren, voor bijvoorbeeld toepassing voor zwembaden.





Zonne-energie

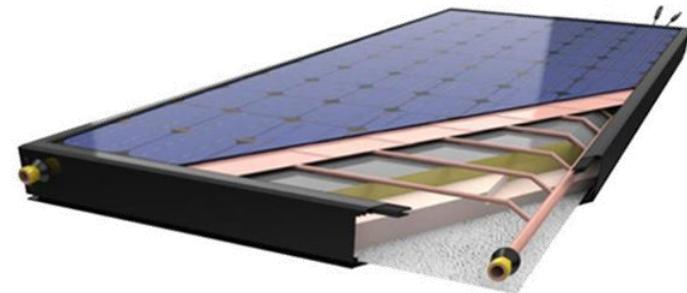
PVT-panelen (type Triple Solar), lage temperatuur warmte

- De panelen zijn ontworpen om de zonne-energie per m² maximaal te benutten in elektriciteit en lage temperatuur warmte.
- De lage temperatuur warmte wordt via een lucht/vloeistofwisselaar aan de buitenlucht onttrokken.
- De warmte is bedoeld voor het leveren van bronwarmte voor een warmtepomp. De bronwarmte is het hele jaar nodig, vooral in de winter wanneer de buitentemperaturen laag zijn. De bronwarmte van de warmtepomp kan ook onder de 0°C zijn.
- De investering in deze panelen is relatief hoog.



PVT-panelen (type Solimpex), hoge temperatuur warmte

- De panelen zijn ontworpen om de zonne-energie per m² maximaal te benutten in elektriciteit en warmte met een hogere temperatuur dan de Triple Solar variant.
- De zonnestraling levert eerst elektriciteit, daarna wordt de overgebleven energie omgezet in warmte.
- De warmte wordt via een absorber omgezet in warmte en via een antivries medium in koperen leidingen afgevoerd.
- De warmte is bedoeld voor het leveren van hogere temperatuur warmte. De achterzijde van het paneel is geïsoleerd om warmteverliezen te verkleinen. De warmte is alleen beschikbaar bij voldoende zonnesterkte (met name in de zomer).
- De investering in deze panelen is relatief hoog.





Opbrengst verschillende typen collectoren

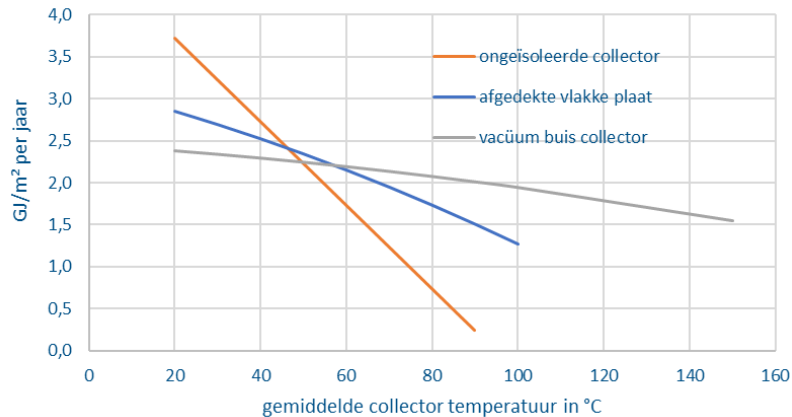
Solarthermie gaat over zonnecollectoren en PVT-panelen. De potentie van PV-panelen (elektriciteit) zal verderop in dit document separaat worden beschouwd. In onderstaande grafiek is de warmteopbrengst van de verschillende typen zonnepanelen weergegeven.

Hierin zien we dat naar mate de collectortemperatuur (in °C) hoger is, de productie van de panelen (in GJ/m² per jaar) afneemt.

Welke collectoren zijn wanneer aan te bevelen?

- Als er een hoge opbrengst gewenst is bij een relatief lage temperatuur, hebben de ongeïsoleerde collectoren (oranje lijn) de voorkeur.
- Als de temperaturen relatief hoog moeten zijn, hebben de vacuümbuis collectoren (grijze lijn) de voorkeur.

Specifieke warmteopbrengst verschillende typen zonnecollectoren

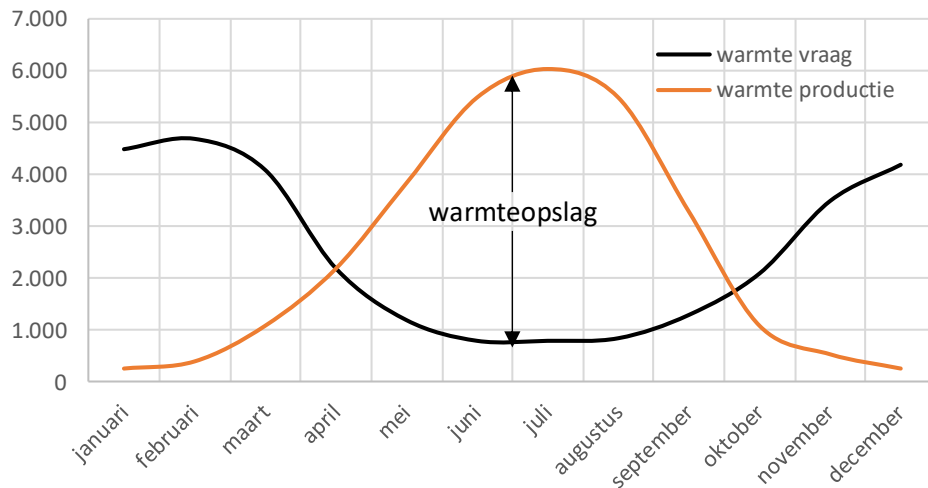




Mismatch warmtevraag en aanbod zon

Er is een mismatch tussen warmteopwekking via de zon en de warmtevraag van gebouwen: zomer/winter en dag/nacht. De opbrengsten van solarthermie zijn in de zomermaanden het hoogste door de meeste zonuren per dag en de hoogste stralingsintensiteit. De vraag naar zonnewarmte is echter in de wintermaanden het hoogst. Dit leidt tot een mismatch tussen vraag en aanbod. Om dit op te vangen kan het overschot in de zomermaanden opgeslagen worden (seizoensopslag) in daarvoor aan te leggen geïsoleerde bassins. Hiervoor is extra ruimtebeslag nodig in de omgeving van de warmteclusters. Alle concepten met Solarthermie (zie volgende pagina's) zijn dan ook uitgevoerd met opslagvoorzieningen.

jaarlijkse warmteopwekking = warmtevraag





TEO

Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) is het verwarmen en koelen van gebouwen door het gebruik van warmte en koude uit oppervlaktewater. De warmte uit het water wordt als dat nodig is in de zomermaanden ondergronds opgeslagen in de bodem, 's winters wordt het relatief warme water gebruikt als bronwarmte van een warmtepomp. Een warmtepomp zorgt ervoor dat de warmte op voldoende hoge temperatuur aan gebouwen wordt geleverd voor verwarming en warm tapwater. Dat kan centraal met een collectieve warmtepomp, of met een warmtepomp per gebouw. In veel gevallen kun je ook 's zomers koelen met de winterkoude. Die sla je dan in de winter op in de bodem. Er is een collectief warmtenet nodig dat koud, lauwwarm of warm water naar de gebouwen transporteert. De financiële en technische haalbaarheid van een warmtenet met TEO hangt af van de nabijheid en de omvang van de warmtebron, de noodzaak en mogelijkheden van warmteopslag, de bebouwingsdichtheid en de mate van isolatie van de gebouwen.

Aan de zuidzijde van Batenburg stroomt de Maas.
Deze rivier kan dienen als een toekomstige warmtebron.





WKO

De bodem biedt de mogelijkheid voor warmte opslag:

- Open WKO: Warmte- en Koude Opslag in de bodem. In de winter wordt water opgepompt voor het verwarmen, in de zomer wordt warmte gebufferd in de bodem. Daarnaast kan een WKO in de zomer koude leveren. Een WKO dient in de zomer geregenereerd te worden als de jaarlijkse warmtevraag groter is dan de koude vraag.
- Gesloten WKO: horizontale warmtewisselaar of verticale bodemlussen: relatief ondiep leidingstelsel voor het opslaan van warmte.

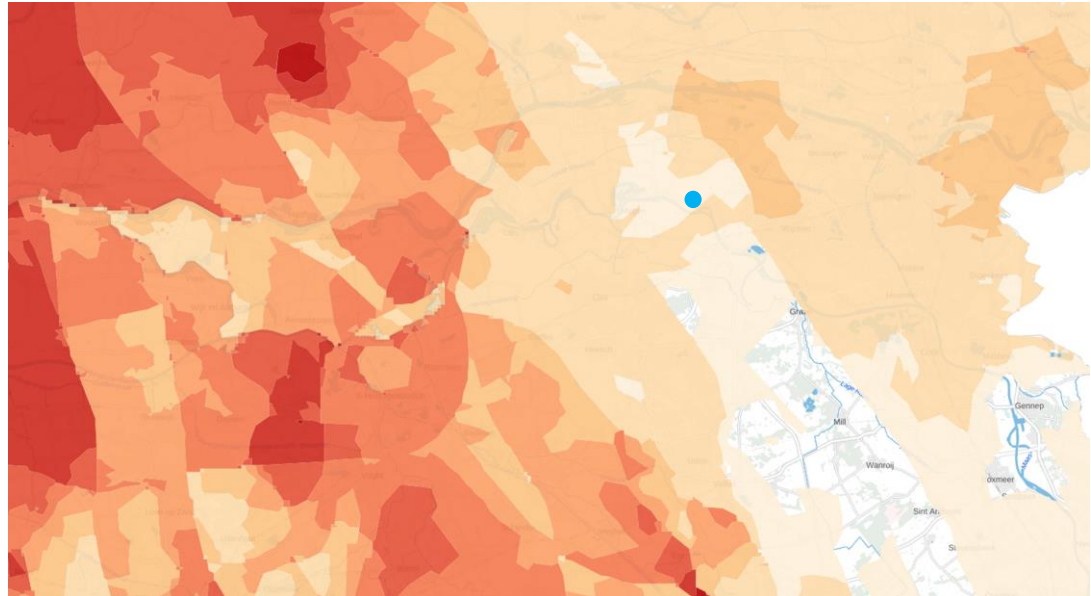
De potentie van de bodem voor warmte opslag is onderzocht aan de hand van de WarmteAtlas van RVO. Onderstaande kaart geeft informatie over de potentie voor open WKO-bronnen.

Batenburg	min	max	eenheid
Noordzijde	0	500	GJ/ha/jaar
Zuidzijde	500	1.500	GJ/ha/jaar
Gebiedsgrootte	circa	25	ha
WKO opslag	0	37.500	GJ/jaar

● = Batenburg

WKOopenWarmteOpslag

- 0 - 500 GJ/(ha.jaar)
- 500 - 1500 GJ/(ha.jaar)
- 1500 - 2000 GJ/(ha.jaar)
- 2000 - 2500 GJ/(ha.jaar)
- 2500 - 3000 GJ/(ha.jaar)
- 3000 - 3500 GJ/(ha.jaar)
- 3500 - 4000 GJ/(ha.jaar)
- 4000 - 5000 GJ/(ha.jaar)





Concepten

Voor Batenburg onderzoeken we de volgende collectieve warmteconcepten:

- Solarthermie met collectoren voor alleen warmte
- Solarthermie met collectoren voor warmte en elektriciteit
- Aquathermie: warmte uit oppervlaktewater
- Aquathermie: warmte uit afvalwater (RWZI)
- WKO: wordt gecombineerd in de aquathermie-concepten

Deze concepten werken we uit voor een drietal temperaturen:

- MT: midden temperatuur (70°C) warmtenet
- LT: lage temperatuur (40 °C) warmtenet
- ZLT: zeer lage temperatuur (15 °C) bronnennet

We vergelijken in deze studie bovenstaande concepten met elkaar zodat we het perspectief kunnen bepalen van de verschillende varianten van een warmtenet. In de praktijk kunnen ook warmtebronnen worden gecombineerd.

Daarnaast onderzoeken we het warmteconcept met een individuele warmtepomp.



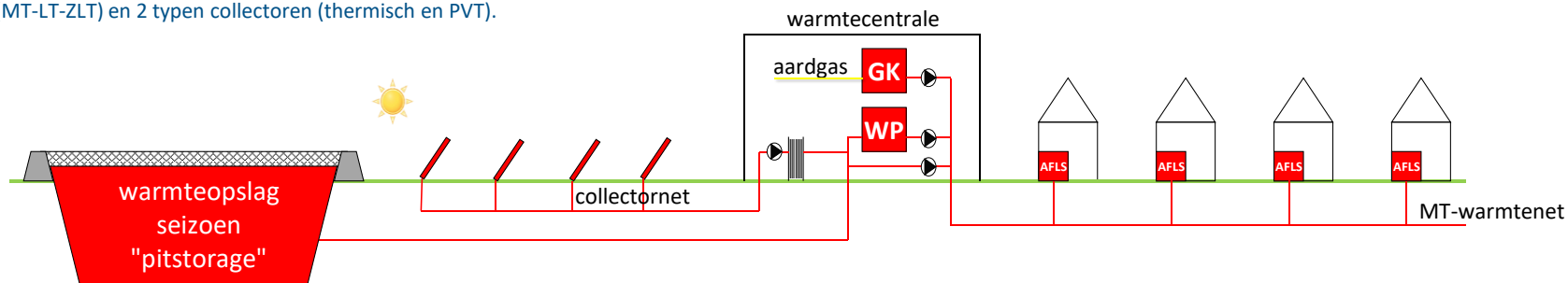


Zonnecollectoren in het veld

In dit concept worden de zonnecollectoren in een veld plaats en met een leidingnet (collectornet) aan elkaar gekoppeld. De zonne-energie wordt via de collectoren omgezet in warmte. Het verwarmde water wordt opgeslagen in een "pitstorage". Dit is een afgedekt en geïsoleerd bassin waarin een grote hoeveelheid verwarmd water maandenlang wordt opgeslagen. De benodigde ruimte voor de zonnenvelden en het bassin is afhankelijk van de warmtevraag en de gekozen temperatuur. In de zomer is de warmteproductie van de collectoren groter dan de warmtevraag van de gebouwen. Het voorraatvat wordt dan gevuld met warmte. In de herfst/winter/lente wordt de warmte uit het voorraatvat gebruikt voor het verwarmen van de gebouwen. Via een leidingnet (MT-warmtenet) en een afleerset per gebouw wordt de warmte afgeven aan de gebouwen. De aanvoertemperatuur (MT, ca. 70°C) moet het hele jaar constant zijn voor het verwarmen van warmtapwater op een veilige temperatuur (i.v.m. legionella). De temperatuur in het voorraatvat zal in de loop van het stookseizoen echter dalen. De warmtepomp zorgt ervoor dat de temperatuur steeds voldoende hoog blijft.

In de warmtecentrale is naast de warmtepomp een aardgasgestookte gasketel als piekvoorziening geplaatst. Deze gasketel is alleen voor bedoeld voor koude winterdagen en zal daarom op jaarbasis slechts een beperkt deel van de warmte leveren. Het voordeel van deze oplossing is dat de kapitaalintensieve duurzame warmte opwekker qua vermogen kan worden beperkt. Ofwel: een gasketel zorgt voor een betere economische haalbaarheid zonder veel in te boeten op duurzaamheid. De woningen zelf zijn daarmee wel vanaf de start van het warmtenet volledig aardgasvrij. Op termijn is deze gasketel te vervangen door een duurzame opwekker. Dit kan een ketel zijn op basis van een duurzame brandstof, maar er kan ook voor worden gekozen om later het vermogen van de warmtepomp uit te breiden.

Het principe van dit concept is weergegeven in de volgende afbeelding. Er zijn 6 verschillende varianten mogelijk (zie volgende pagina): 3 verschillende temperatuur niveaus (MT-LT-ZLT) en 2 typen collectoren (thermisch en PVT).



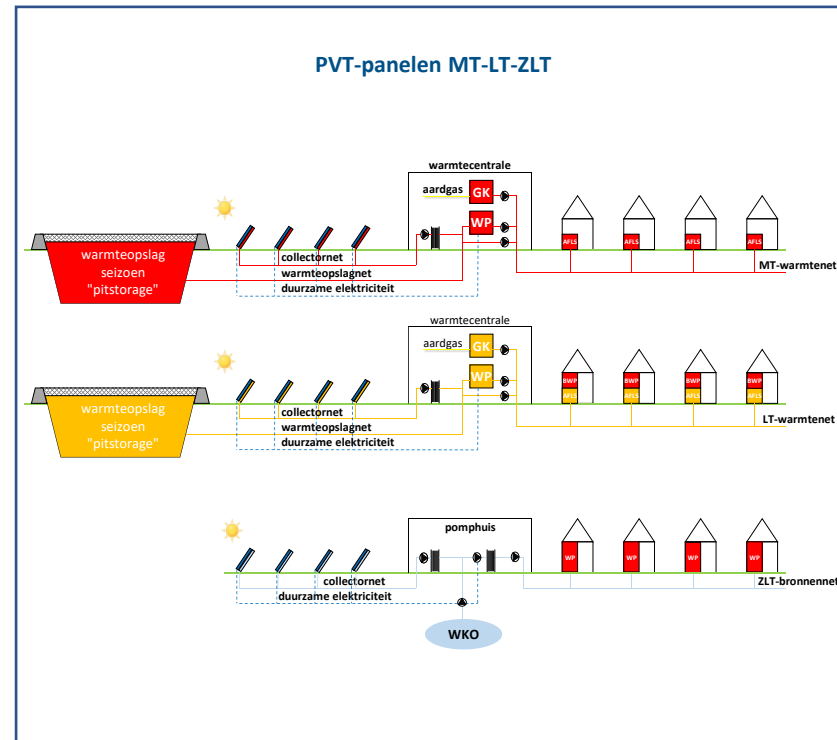
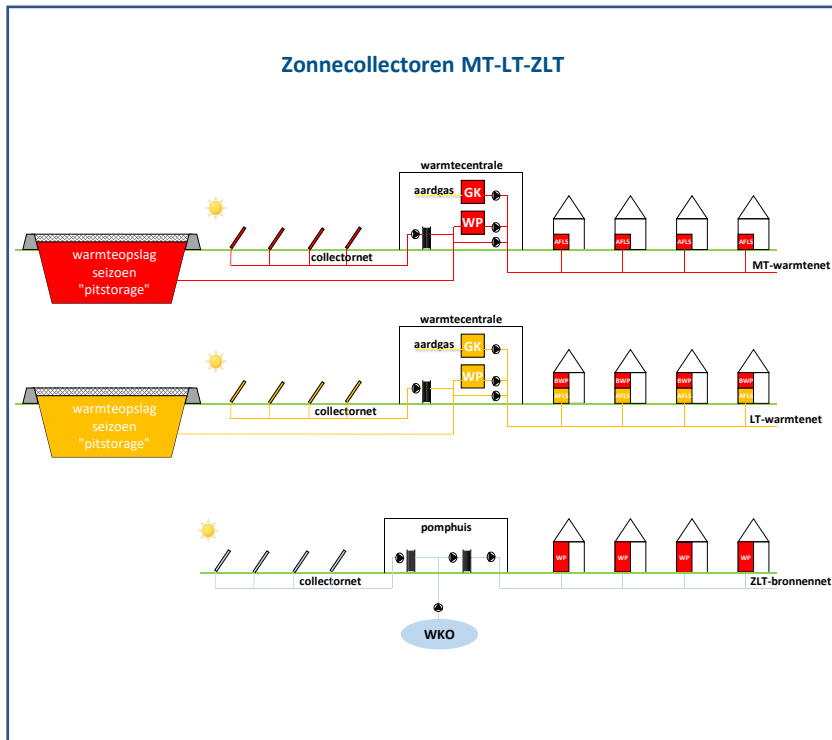


Solarthermie

Aquathermie

Warmtepomp

6 concepten met collectoren/panelen in het veld

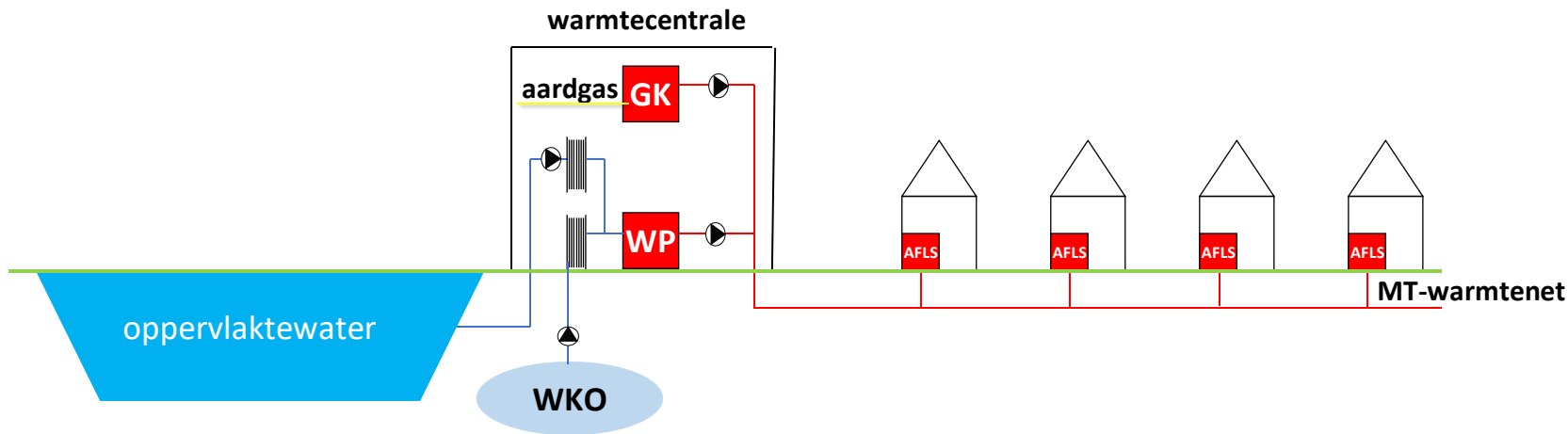




TEO

TEO (Thermische Energie uit Oppervlaktewater) is het verwarmen en koelen van gebouwen door het gebruik van warmte en koude uit oppervlaktewater. De warmte uit het water wordt als dat nodig is in de zomermaanden ondergronds opgeslagen in de bodem, 's winters opgepompt en daarna opgewaardeerd met een warmtepomp. Een warmtepomp zorgt ervoor dat de warmte op voldoende hoge temperatuur aan gebouwen wordt geleverd voor verwarming en warm tapwater. Dat kan centraal met een collectieve warmtepomp, of met een warmtepomp per gebouw. In veel gevallen kun je ook 's zomers koelen met de winterkoude. Die sla je dan in de winter op in de bodem. Er is een collectief warmtenet nodig dat koud, lauw of warm water naar de gebouwen transporteert. Voor de piekvoorziening wordt in de warmtecentrale een gasgestookte ketel geplaatst.

Het principe van dit TEO concept is weergegeven in de volgende afbeelding. Van dit concept zijn 3 verschillende varianten mogelijk (zie volgende pagina): 3 verschillende temperatuur niveaus (MT-LT-ZLT).



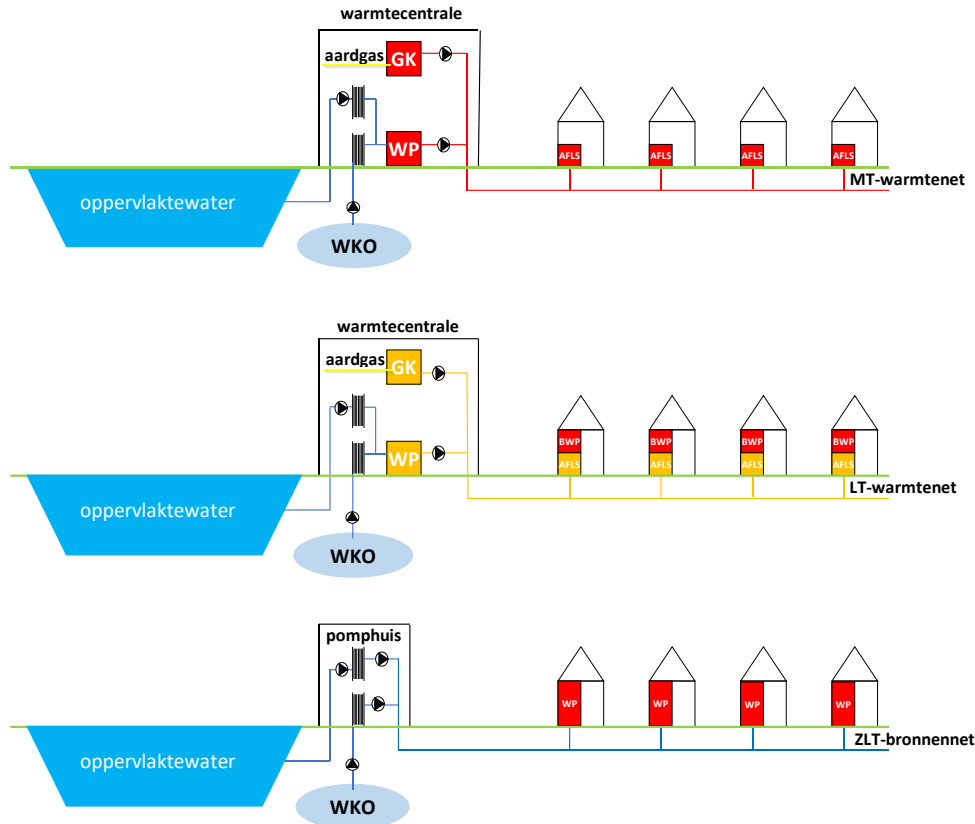


Solarthermie

Aquathermie

Warmtepomp

TEO met MT- (70 °C), LT- (40°C) en ZLT- (bronnen 15°C) leidingnet





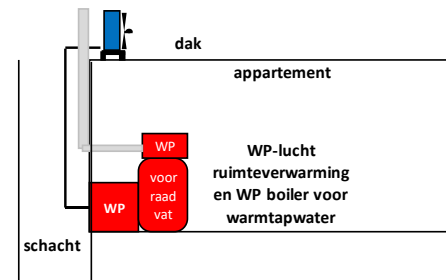
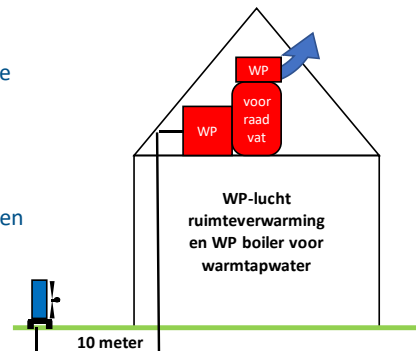
Warmtepomp individueel

De collectieve concepten (warmtenet worden in deze studie vergeleken met een individuele warmtepomp per gebouw (per woning, per appartement of per utiliteitsgebouw). Er zijn vele uitvoeringsvarianten mogelijk qua temperatuurniveau of qua wijze waarop het tapwater wordt geproduceerd. In deze studie is gekozen voor een warmtepomp die de warmte uit de buitenlucht haalt en afgeeft op een MT en LT niveau. Warmte uit de bodem is veelal lastig (en daardoor duurder) te realiseren in een bestaande situatie (bij nieuwbouw komt dit wel vaker voor). In een nadere haalbaarheidsstudie kunnen ook andere individuele warmtepompconcepten worden onderzocht.

Opmerking:

De vergelijking van een collectieve warmtevoorziening met een individuele warmtepomp is gebaseerd op een gemiddelde voor het gebied. Voor monumenten zijn er vaak andere omstandigheden waardoor een warmtepomp met buitenlucht veelal moeilijk (duur) te realiseren is:

- Het verder isoleren van de woning wordt beperkt doordat de “buitenschil” niet aangetast mag worden, glas niet zomaar te vervangen is voor HR⁺⁺ glas en het aanbrengen van vloer-/wandverwarming niet zomaar mogelijk is om de historische waarde van de woning te behouden.
- Afgiftetemperatuur van de radiatoren kan dan beperkt omlaag (steunventilatoren zijn niet mogelijk te plaatsen bij ledenradiatoren) waardoor de temperatuur van de opwekking hoog moet zijn
- De capaciteit van de warmtepomp wordt hierdoor groot, het energetisch rendement laag, extra kosten voor uitbreiding E-aansluiting.
- Lastig om een plaats te vinden van de (grote) buitenunit zonder dat dit overlast geeft.





Economie (1)

De energieprijzen vormen een belangrijke factor bij het bepalen van de kosten van de verschillende energiesystemen. Sinds aanvang 2022 zijn de kosten voor aardgas en elektriciteit sterk gestegen en erg volatiel. In het onderzoek is daardoor rekening gehouden met 3 prijsscenario's:

1. TNO 2030: energieprijzen die TNO hanteert als verwachting* voor het jaar 2030.

energietarieven tarieven zijn exclusief BTW	€/kWh elektriciteit	€/m ³ gas
particulier	0,17	1,20
grootzakelijk	0,14	0,41

* Bron: "TNO-rapport 2022-R11908 prognoses energietarieven d.d. 11-10-2022" (<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/publicaties/Eindrapport%20De%20businesscase%20voor%20zonnewarmte.pdf>)

2. Plafondtarieven 2023

energietarieven tarieven zijn exclusief BTW	€/kWh elektriciteit	€/m ³ gas
particulier	0,33	1,20
grootzakelijk	0,14	0,41

3. PBL 2022 tarieven

energietarieven tarieven zijn exclusief BTW	€/kWh elektriciteit	€/m ³ gas
particulier	0,17	0,62
grootzakelijk	0,10	0,23



Economie (2)

Ter bepaling van de kapitaallasten van de energie-installaties is uitgegaan van een vermogenskostenvoet van 6% voor collectieve installaties en 3% voor gebouw gebonden installaties. De volgende subsidies zijn meegenomen:

- ISDE subsidie voor individuele warmtepompen en aansluiting op het warmtenet
- SDE++ subsidie voor de duurzame warmteopwekking

Andere mogelijke subsidies zoals bijvoorbeeld PAW (Programma Aardgasvrije Wijken) zijn niet meegenomen in de economische analyses, maar zullen in een verdere haalbaarheidsstudie worden onderzocht.

Met betrekking tot de collectieve warmtenetten is nog het volgende op te merken. Bij LT-en ZLT- warmtenetten zijn de kosten voor een individuele boostervoorziening (LT: booster warmtepomp voor warmtapwater; ZLT: warmtepomp) meegenomen. De kosten voor aanpassingen (isolatie, overige installaties) van de gebouwen zijn niet meegenomen. Met name bij de LT- en ZLT-varianten zijn deze kosten hoog. Ze kunnen oplopen tot 10 duizenden euro's per woning waardoor deze oplossing (nog) minder aantrekkelijk wordt. In een diepgaandere haalbaarheidsstudie is de temperatuur van de warmtelevering nader af te stemmen met de partners.

De kosten van de energie installaties worden weergegeven in grafieken (staafdiagrammen). Deze zijn als volgt opgebouwd:

- Kapitaallasten: rente en afschrijving van de investeringen. Deze zijn bepaald op basis van de annuïteitenmethode waardoor de kapitaallasten over de gehele looptijd constant zijn.
- B&O: jaarlijkse vaste kosten voor beheer en onderhoud
- Energiekosten: variabele energiekosten, veelal elektriciteit bij de duurzame energie installaties
- SDE++ subsidie

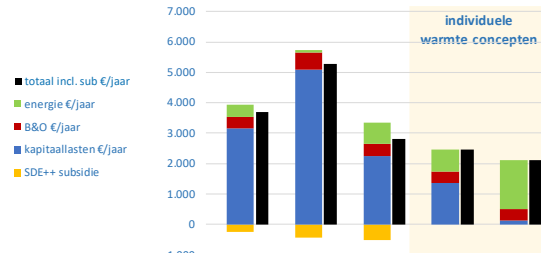


Economie (MT)

De volgende grafieken tonen de totale jaarlijkse kosten van de midden-temperatuur (ca. 70°C) concepten per gemiddelde woningequivalent van het warmtecluster. Hierbij is uitgegaan dat 100 m² utiliteit overeenkomt met één woningequivalent. De 1^e grafiek zijn de energiekosten bepaald op basis van de verwachting in 2030 en de 2^e grafiek op basis van het prijsplafond bij individuele woningen. De totale kosten in €/jaar zijn opgebouwd uit kapitaallasten (blauw, afschrijving en rente van de investering), beheer & onderhoudskosten (rood), energiekosten (groen).

Energietarieven TNO 2030

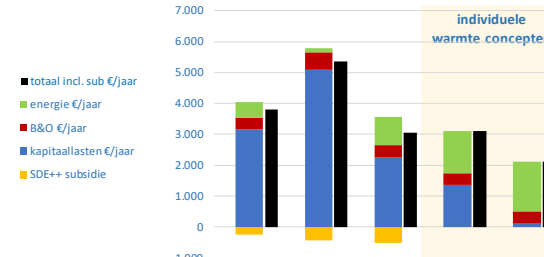
totale jaarlijkse kosten per gemiddelde woningequivalent



	veld T MT	veld PVT MT	TEO MT	WPlucht MT	aardgas ketel
bruto investering	€ 37.933	€ 61.909	€ 25.871	€ 19.549	€ 1.489
inv. Subs ISDE	€ -2.748	€ -2.748	€ -2.748	€ -3.334	n.v.t.
netto inv.	35.185	59.161	23.123	16.215	1.489
kapitaallasten	€/jaar 3.172	€/jaar 5.084	€/jaar 2.238	€/jaar 1.358	€/jaar 125
B&O	€/jaar 374	€/jaar 569	€/jaar 403	€/jaar 391	€/jaar 389
energie	€/jaar 392	€/jaar 67	€/jaar 697	€/jaar 717	€/jaar 1.592
SDE++ subsidie	€/jaar -249	€/jaar -436	€/jaar -526	n.v.t.	n.v.t.
totaal incl. sub	€/jaar 3.690	€/jaar 5.284	€/jaar 2.812	€/jaar 2.466	€/jaar 2.106
kosten GJ	1.683	1.683	1.683	717	1.592
kosten VR	479	479	479	391	389
benodigde kap opbrengst	1.528	3.121	650		
indicatie BAK / investering	25.387	51.870	10.801	19.549	1.489

Energietarieven prijsplafond

totale jaarlijkse kosten per gemiddelde woningequivalent

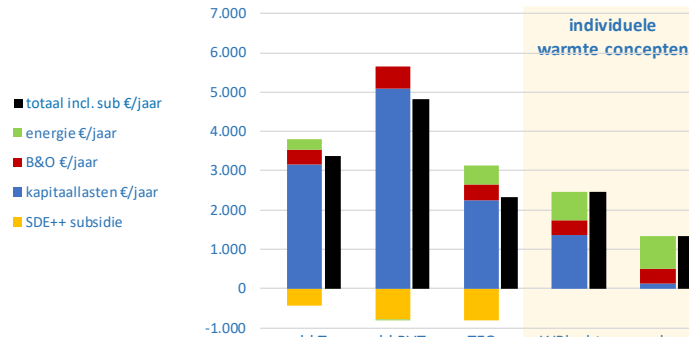


	veld T MT	veld PVT MT	TEO MT	WPlucht MT	aardgas ketel
bruto investering	€ 37.933	€ 61.909	€ 25.871	€ 19.549	€ 1.489
inv. Subs ISDE	€ -2.748	€ -2.748	€ -2.748	€ -3.334	n.v.t.
netto inv.	35.185	59.161	23.123	16.215	1.489
kapitaallasten	€/jaar 3.172	€/jaar 5.084	€/jaar 2.238	€/jaar 1.358	€/jaar 125
B&O	€/jaar 374	€/jaar 569	€/jaar 403	€/jaar 391	€/jaar 389
energie	€/jaar 493	€/jaar 137	€/jaar 928	€/jaar 1.366	€/jaar 1.592
SDE++ subsidie	€/jaar -249	€/jaar -436	€/jaar -526	n.v.t.	n.v.t.
totaal incl. sub	€/jaar 3.791	€/jaar 5.354	€/jaar 3.043	€/jaar 3.115	€/jaar 2.106
kosten GJ	1.683	1.683	1.683	1.366	1.592
kosten VR	479	479	479	391	389
benodigde kap opbrengst	1.628	3.192	881		
indicatie BAK / investering	27.062	53.042	14.645	19.549	1.489



Economie (MT)

Energietarieven PBL 2022
totale jaarlijkse kosten per gemiddelde woningequivalent



bruto investering	€	37.933	61.909	25.871	19.549	1.489
inv. Subs ISDE	€	-2.748	-2.748	-2.748	-3.334	n.v.t.
netto inv.		35.185	59.161	23.123	16.215	1.489
kapitaallasten	€/jaar	3.172	5.084	2.238	1.358	125
B&O	€/jaar	374	569	403	391	389
energie	€/jaar	262	-45	486	717	824
SDE++ subsidie	€/jaar	-441	-774	-811	n.v.t.	n.v.t.
totaal incl. sub	€/jaar	3.367	4.834	2.316	2.466	1.337
kosten GJ		870	870	870	717	824
kosten VR		479	479	479	391	389
benodigde kap opbrengst		2.017	3.484	966		
indicatie BAK / investering		33.525	57.901	16.059	19.549	1.489



Economie (LT en ZLT)

De grafiek toont de totale geraamde jaarlijkse kosten van de lage-temperatuur (ca. 40°C) concepten per gemiddelde woningequivalent.

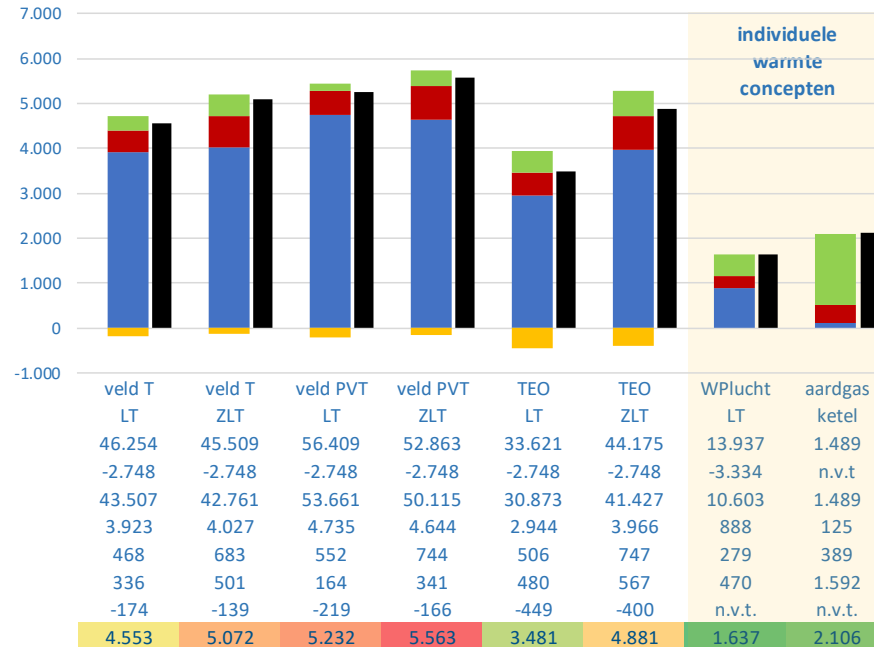
De kosten voor de LT- en ZLT-concepten zijn hoger omdat er een booster warmtepomp is toegevoegd voor de warm tapwaterbereiding en omdat het leidingnet duurder is dan een MT-variant. Een MT-warmtenet is economisch gunstiger dan een LT/ZLT-warmtenet. Er zijn geen kosten voor de woningaanpassingen (isolatie, grotere radiatoren en/of vloerverwarming) meegenomen.

De totale jaarlijkse kosten zijn opgebouwd uit kapitaallasten (blauw, afschrijving en rente van de investering), beheer & onderhoudskosten (rood), energiekosten (groen).

	■ totaal incl. sub €/jaar
energie €/jaar	■ energie €/jaar
B&O €/jaar	■ B&O €/jaar
kapitaallasten €/jaar	■ kapitaallasten €/jaar
SDE++ subsidie	■ SDE++ subsidie

investering	€	46.254	45.509	56.409	52.863	33.621	44.175	13.937	1.489
inv. Subs ISDE	€	-2.748	-2.748	-2.748	-2.748	-2.748	-2.748	-3.334	n.v.t.
netto inv.	€	43.507	42.761	53.661	50.115	30.873	41.427	10.603	1.489
kapitaallasten	€/jaar	3.923	4.027	4.735	4.644	2.944	3.966	888	125
B&O	€/jaar	468	683	552	744	506	747	279	389
energie	€/jaar	336	501	164	341	480	567	470	1.592
SDE++ subsidie	€/jaar	-174	-139	-219	-166	-449	-400	n.v.t.	n.v.t.
totaal incl. sub	€/jaar	4.553	5.072	5.232	5.563	3.481	4.881	1.637	2.106

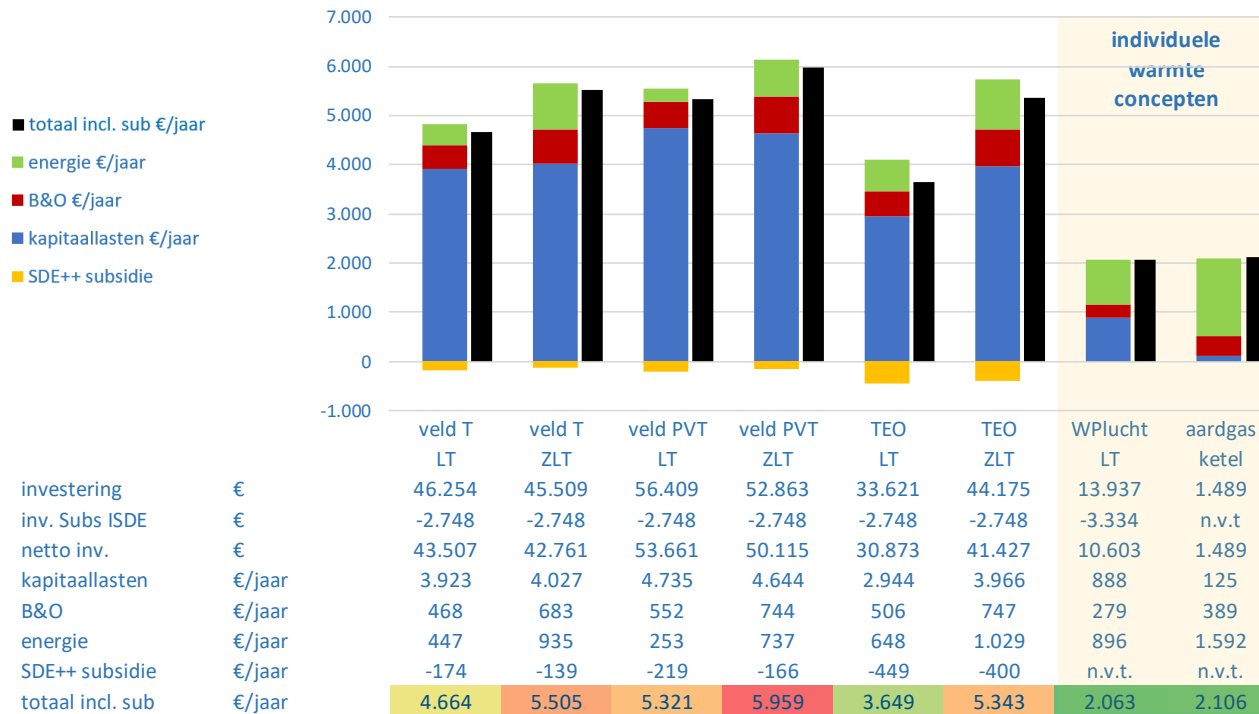
Energietarieven TNO 2030
totale jaarlijkse kosten per woningequivalent





Economie (LT en ZLT)

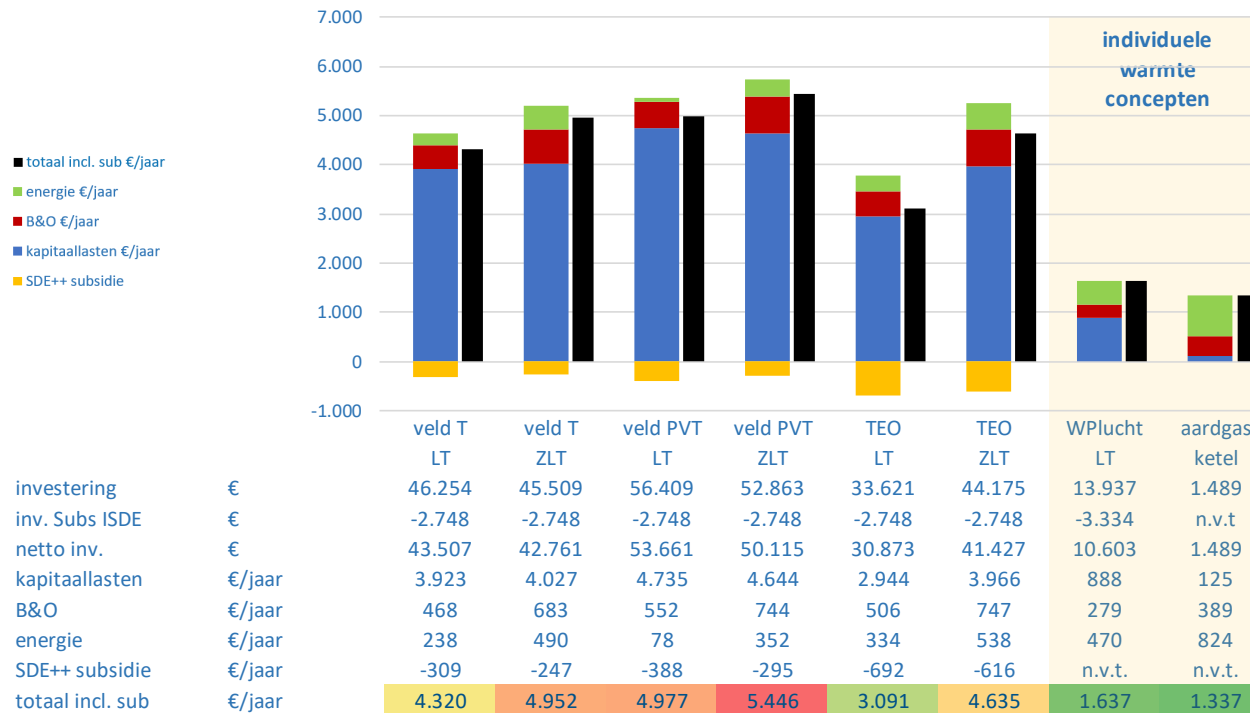
Energietarieven volgens energieplafond
totale jaarlijkse kosten per woningequivalent





Economie (LT en ZLT)

Energietarieven volgens PBL 2022
totale jaarlijkse kosten per woningequivalent





Duurzaamheid MT-concepten

De CO₂-emissie als gevolg van elektriciteit en/of gasverbruik voor ruimteverwarming en warmtapwater per concept zijn weergegeven per gemiddelde woningequivalent voor de MT-concepten.

De CO₂-emissie is gebaseerd op de verwachting in 2030 (KEV 2030.) De specifieke CO₂-emissie voor elektriciteit is 0,28 kg CO₂/kWh en voor aardgas 1,79 kg CO₂/m³.

Per concept is de CO₂-emissie weergegeven als gevolg van het aardgasverbruik (rood) en elektriciteitsverbruik (blauw). In het concept "veld PVT" wordt meer elektriciteit opgewekt dan verbruikt.

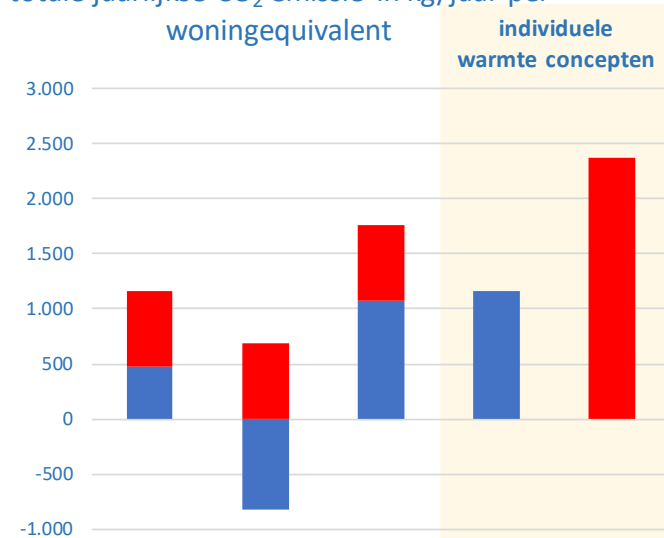
Per concept is de CO₂-reductie weergegeven ten opzichte van aardgas en ten opzichte van een individuele warmtepomp.

De CO₂-emissie van de individuele WP kan verder gereduceerd worden indien betere isolatie aangebracht wordt en de warmteafgifte geschikt gemaakt wordt voor LT.

In de toekomst zal de elektriciteit verder verduurzamen. De CO₂-emissie zal hierdoor verder dalen. Ook is het mogelijk om lokaal duurzaam opgewekte elektriciteit in te zetten voor verduurzaming van het warmtenet.

■ CO₂ emissie gas
■ CO₂ emissie elektriciteit

totale jaarlijkse CO₂ emissie in kg/jaar per woningequivalent



	veld T MT	veld PVT MT	TEO MT	WPlucht MT	aardgas ketel
CO ₂ emissie gas kg/jaar	686	686	686	0	2.378
CO ₂ emissie el. kg/jaar	470	-817	1.080	1.157	0
CO ₂ emissie kg/jaar	1.156	-131	1.766	1.157	2.378
CO ₂ reductie % t.o.v. gas	51%	106%	26%	51%	0%
CO ₂ reductie % t.o.v. ind. WPI	0%	111%	-53%	0%	-106%
€/delta CO ₂	1,27	0,62	1,98	0,33	



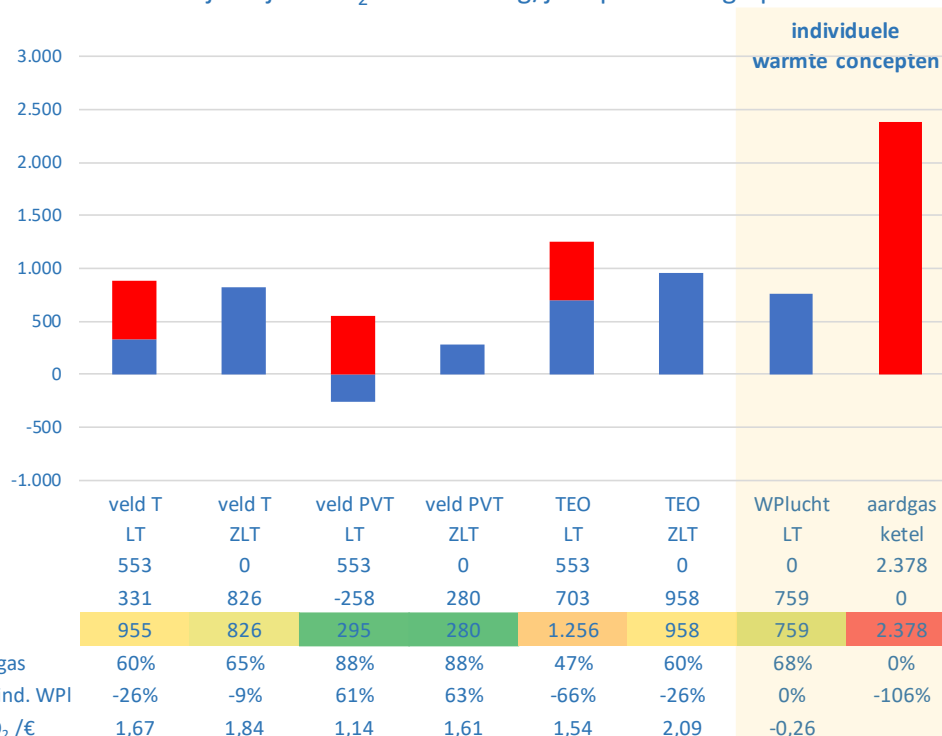


Duurzaamheid LT- en ZLT-concepten

De CO₂-emissie als gevolg van elektriciteit en/of gasverbruik voor ruimteverwarming en warmtapwater per concept zijn weergegeven per gemiddelde woningequivalent voor de LT- en ZLT-concepten.

totale jaarlijkse CO₂ emissie in kg/jaar per woningequivalent

■ CO₂ emissie gas
■ CO₂ emissie elektriciteit





Evaluatie en conclusies

Deze studie betreft een onderzoek naar de aantrekkelijkheid van verschillende varianten van een warmtenet ten opzichte van individuele warmtepompen per gebouw. Er kan nog niet worden geconcludeerd dat een warmtenet haalbaar is. Daarvoor is een diepgaandere technische, economische en organisatorische studie nodig.

Bij de bepaling of een warmtenet interessant is zijn de volgende criteria van belang:

- Kosten (betaalbaarheid)
- Duurzaamheid
- Beschikbaarheid
- Ruimtebeslag in de openbare ruimte
- Ruimtebeslag in de woning
- De mate waarin een woning moet worden aangepast
- De mate waarin een gebouweigenaar wordt ontzorgd

Op grond van de uitgevoerde verkenning, die zich met name richt op de eerste technische-economische haalbaarheid zijn de volgende conclusies te trekken:

- Een MT warmtenet op basis van TEO (warmte uit de Maas) voor de gehele dorpskern Batenburg biedt perspectief tegen vergelijkbare kosten als bij een lucht warmtepomp als **alle woningen** worden aangesloten. Voor de niet monumentale panden lijkt dit mogelijk minder aantrekkelijk. Voor de monumentale panden ligt dit anders. Aangezien hun mogelijkheden voor een lucht warmtepomp beperkt zijn, zou het wel aantrekkelijk voor deze panden kunnen zijn. Het uitgangspunt (alle woningen van Batenburg aansluiten) is echter niet realistisch. Indien een kleiner warmtenet op basis van TEO wordt gekozen voor alleen de monumentale oude kern van Batenburg, moet rekening worden gehouden met een fors (50 tot 100%) hogere kosten.
- De inzet van zonnevelden is nog duurzamer, maar de kosten zijn momenteel (te?) hoog te noemen. Indien (forse) aanvullende subsidies beschikbaar kunnen komen, verandert het perspectief uiteraard. Een groot voordeel van de inzet van PVT zonnevelden is het maximaal gebruik van beschikbaar oppervlak.
- Een warmtenet op basis van lage temperatuurverwarming is erg duur, nog los van de benodigde aanpassingen (en dus investeringen) in de woningen.
- Er zijn nog diverse manieren om de haalbaarheid te verbeteren: subsidies, slimme combinaties en optimalisaties. Een nadere haalbaarheidsstudie is nodig om deze verbeteringen bloot te leggen.

Evaluatie van de resultaten uit deze studie met het gemeentebestuur en de belangrijkste stakeholders moeten uitwijzen of het perspectief wordt gedeeld en of er draagvlak is voor een diepgaandere haalbaarheidsstudie die idealiter in de vorm van een co-creatieproces wordt ingevuld.



Doelstelling

Uitgangspunten

Onderzoeksbuurt

Warmteclusters

Warmtebronnen

Concepten

Economie en
duurzaamheid

Evaluatie en
conclusies



WARMTENETTEN ▾ WARMTEBRONNEN ▾ BEDRIJFSECONOMIE ▾ WETTEN & NORMEN ▾ WARMTEMETING ▾ CASES KLANT AAN HET WOORD

HET adviesbureau voor duurzame warmte en koude



Van Heemstraweg 56d
6651 KH, DRUTEN

☎ 0487-510375

✉ info@innoforte.nl

🌐 LinkedIn

📺 Youtube