Bosch & van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
030 – 677 6466

Auteurs
Ruud van Rijn
Martijn Maan

Opdrachtgever
Gemeente Tynaarlo
Kornoeljeplein 1
9481 AW Vries

Nulmeting en potentiestudie hernieuwbare energie in de gemeente Tynaarlo

Nulmeting en potentiestudie hernieuwbare energie in de gemeente Tynaarlo

Datum
22-10-2019

Versie
0.3

Bosch & Van Rijn
Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2019
Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1 INLEIDING 3
1.1 Aanleiding 3
1.2 Doel onderzoek & leeswijzer 3

HOOFDSTUK 2 NULMETING 4
2.1 Energieverbruik naar energiedrager 5
2.2 Energieverbruik naar sector 6
2.3 Hernieuwbare energieopwekking 11
2.4 Opgave voor de toekomst 14

HOOFDSTUK 3 RUIMTELIJKE VERKENNING 15
3.1 Inleiding en overzicht 15
3.2 Zon op dak 15
3.3 Zonnevelden - grondgebonden 17
3.4 Windenergie 19
3.5 Geothermie 24
3.6 Energiegewassen 26
3.7 Biomassa reststromen 27
3.8 Samenvatting en conclusie 28
3.9 Energiegebruik versus realistisch opwekkingspotentieel hernieuwbare energie 29

BIJLAGE A: NULMETING 30
A.1 Energiegebruik naar energiedrager, 2017 30
A.2 Energiegebruik naar sector, 2017 30
A.3 Huidige hernieuwbare energieopwekking 30
A.4 Woningen: energieverbruik en zonnepanelen per wijk 31

Hoofdstuk 1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Tynaarlo bereidt zich voor op het opstellen van beleid voor hernieuwbare energie. Daarom wenst zij inzicht in de actuele stand van zaken op het gebied van energieverbruik en -opwek en de technisch-ruimtelijke mogelijkheden en belemmeringen voor hernieuwbare energie op het gemeentelijke grondgebied.

1.2 Doel onderzoek & leeswijzer

Dit onderzoek bestaat uit twee delen. In het eerste deel (de nulmeting, Hoofdstuk 2) wordt op basis van recente statistieken een overzicht gegeven van het huidige energieverbruik en de huidige hernieuwbare energieopwekking binnen de gemeente Tynaarlo. De nulmeting geeft het vertrekpunt aan en geeft daarmee inzicht in de opgave die de gemeente heeft om haar energievoorziening te verduurzamen.

In het tweede deel van het onderzoek (Hoofdstuk 3) worden de meest kansrijke opties voor hernieuwbare energieopwekking in de gemeente Tynaarlo besproken; windenergie, zonne-energie, geothermie, energiegewassen en biomassa reststromen. Door middel van een ruimtelijke en technische analyse wordt voor elke optie afzonderlijk het theoretisch en realistisch potentieel aan hernieuwbare energieopwekking berekend.

Hoofdstuk 2 Nulmeting

In dit hoofdstuk wordt op basis van statistieken afkomstig van de Klimaatmonitor[1] en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)[2] een overzicht gegeven van het huidige energieverbruik en de huidige hernieuwbare energieopwekking binnen de gemeente Tynaarlo. Zo ontstaat een goed beeld van het vertrekpunt van de gemeente en de opgave die zij heeft om haar energievoorziening te verduurzamen. Het huidige energieverbruik is op twee manieren weergegeven: naar energiedrager (hoofdstuk 2.1) en naar sector (hoofdstuk 2.2). De huidige hernieuwbare energieopwekking is in hoofdstuk 2.3 weergegeven. Hoofdstuk 2.4 gaat kort in op de opgave die het huidige energieverbruik voor de toekomst betekent, maar dit is verder niet het doel van dit onderzoek geweest.

Om hoeveelheden energie te vergelijking wordt in dit rapport gebruik gemaakt van de energie-eenheid terajoule (TJ). Op de schaalgrote van een gemeente is dit de meest overzichtelijke energie-eenheid, net zoals het energiegebruik van een huishouden het meest overzichtelijk in kilowattuur (kWh) weergegeven kan worden. Om een idee te geven van de omvang van een TJ toont Tabel 1 ter vergelijking het gemiddelde energieverbruik van Nederlandse huishoudens, alsmede de energieproductie van een veel voorkomend formaat zonnepark en windturbine:

Tabel 1 **Energieverbruik van huishoudens en energieopwekking van hernieuwbare energietechnieken – ter vergelijking.**

Activiteit / energietechniek	Energieverbruik of energieopwekking
Jaarlijks elektriciteitsverbruik 1000 Nederlandse huishoudens	± 13 TJ
Jaarlijks warmteverbruik 1000 Nederlandse huishoudens	± 52 TJ
Jaarlijkse elektriciteitsopwekking 10 hectare zonneveld	± 40 TJ
Jaarlijkse elektriciteitsopwekking van één windturbine (3,6 MW; ±150 meter tiphoogte)	± 40 TJ

Alle in dit hoofdstuk getoonde statistieken zijn tevens in tabelvorm in bijlage A weergegeven.

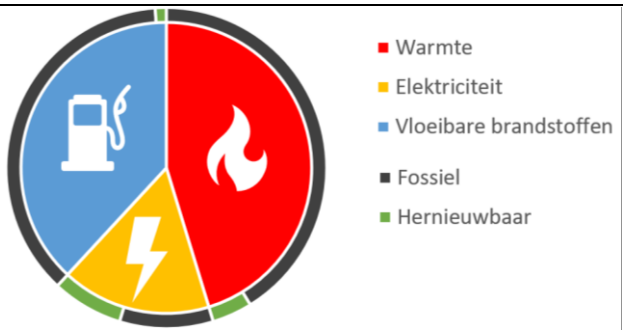
[1] Klimaatmonitor; energieverbruik; Tynaarlo: https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/energiegebruik/

[2] Centraal Bureau voor de Statistiek: https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/navigatieScherm/thema

2.1 Energieverbruik naar energiedrager

Het huidige energieverbruik in de gemeente Tynaarlo baseren we op statistieken over het jaar 2017. Dit is het meest recente jaar waarvoor alle statistieken over het energiegebruik in de gemeente compleet zijn. Het totale energieverbruik in dit jaar bedroeg **2.690 TJ** en kwam voort uit een vraag naar warmte, elektriciteit en vloeibare (transport)brandstoffen. Figuur 1 laat zien hoe het totale energieverbruik over deze zogenaamde energiedragers is verdeeld:

Figuur 1 **Totaal energieverbruik van de gemeente Tynaarlo naar energiedrager**



Een beschrijving van de energiedragers is hieronder weergegeven:

Warmte (1218 TJ; 45% van de totale energievraag):
De vraag naar warmte wordt geleverd door verbranding van aardgas (91% van de warmtevraag) en biomassa (9% van de warmtevraag). Aardgas vormt hierbij het fossiele gedeelte van het energieverbruik en biomassa – bijvoorbeeld hout verbrandt in houtkachels van woningen – het hernieuwbare gedeelte van het energieverbruik. Meer dan 90% van het totale warmteverbruik komt vanuit de verwarming van gebouwen.

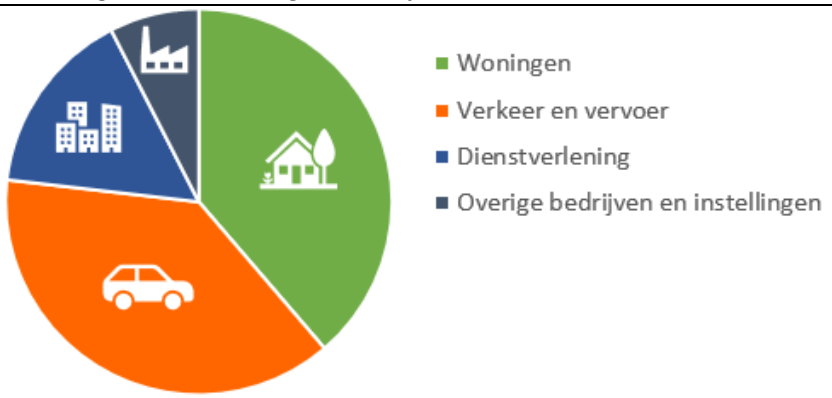
Elektriciteit (447 TJ; 17% van de totale energievraag):
Elektriciteit wordt in de gemeente Tynaarlo lokaal vanuit hernieuwbare bronnen opgewekt (193 TJ; 43% van het elektriciteitsverbruik) of vanuit het landelijke elektriciteitsnet naar de gemeente geïmporteerd (254 TJ; 57% van het elektriciteitsverbruik). De lokaal opgewekte hernieuwbare elektriciteit is afkomstig van zonne-energie en biovergisting (zie hiervoor ook hoofdstuk 2.3). Elektriciteit afkomstig van het elektriciteitsnet welke niet lokaal hernieuwbaar is opgewekt wordt in dit onderzoek als fossiel beschouwd.

Vloeibare (transport)brandstoffen (1025 TJ; 38% van de totale energievraag):
De energiedrager vloeibare (transport)brandstoffen omvat verschillende vloeibare brandstoffen zoals benzine, diesel, LPG en bio-ethanol. Deze brandstoffen worden in de gemeente Tynaarlo uitsluitend door verkeer en vervoer gebruikt. Het overgrote deel van de verbruikte vloeibare brandstoffen is fossiel (995 TJ; 97% van de totale vraag naar vloeibare brandstoffen). Het hernieuwbare gedeelte van de vraag naar vloeibare brandstoffen (30 TJ; 3% van de totale vraag naar vloeibare brandstoffen) bestaat uit bio-ethanol die met de fossiele brandstoffen wordt bijgemengd.

2.2 Energieverbruik naar sector

Figuur 2 laat zien hoe de totale energievraag in de gemeente Tynaarlo over de sectoren woningen, verkeer en vervoer, dienstverlening en overige bedrijven en instellingen is verdeeld. 1.665 TJ – 62% van de totale energievraag – komt voort uit warmte- en elektriciteitsverbruik in de gebouwde omgeving[3].

Figuur 2 **Totaal energieverbruik van de gemeente Tynaarlo naar sector**



Het energieverbruik wordt in de hierop volgende paragrafen per sector besproken.

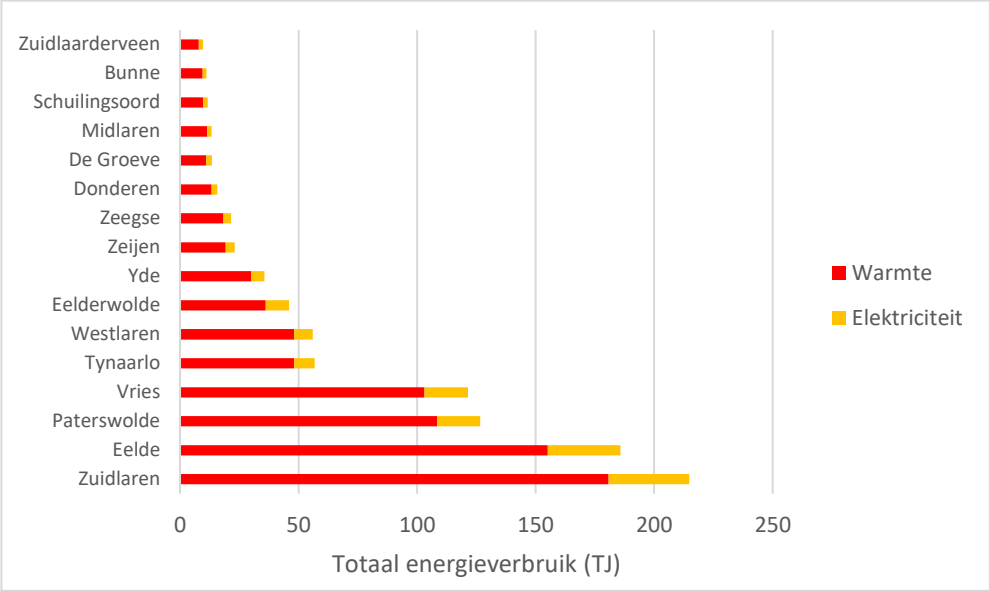
2.2.1 *Woningen*

Het energieverbruik vanuit woningen bedraagt 1042 TJ; 39% van de totale energievraag in de gemeente Tynaarlo. Voor de sector woningen zijn gedetailleerde statistieken beschikbaar waardoor het aardgas- en elektriciteitsverbruik per wijk[4] weergegeven kan worden. Figuur 3 laat zien dat het energieverbruik binnen de gemeente Tynaarlo – logischerwijs – vooral geconcentreerd is binnen wijken waar zich de meeste inwoners bevinden.

[3] De gebouwde omgeving omvat hier de sectoren woningen, dienstverlening en overige bedrijven en instellingen.

[4] De in dit rapport gebruikte wijkindeling is afkomstig van het CBS en is aangehouden omdat de statistieken alleen volgens deze wijkindeling beschikbaar zijn. Meer informatie over deze wijkindeling is te vinden op: https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/wijk-en-buurtkaart-2018

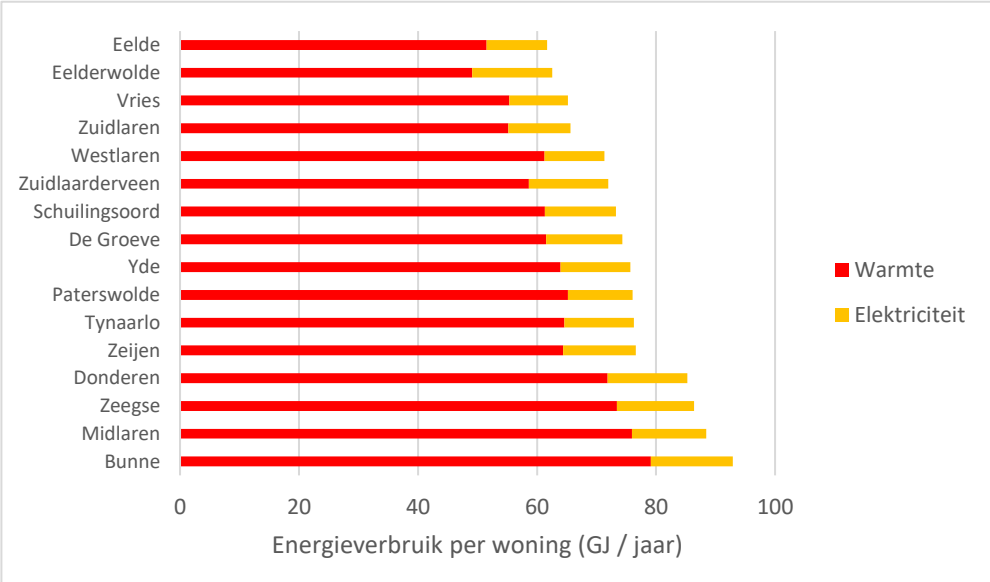
Figuur 3 **Verbruik van aardgas en elektriciteit vanuit woningen, per wijk**



De verschillen in aardgas- en elektriciteitsverbruik per wijk zijn eerlijker te vergelijken wanneer deze niet als totaal per wijk, maar als gemiddelde per huishouden worden uitgedrukt (zie Figuur 4 en Figuur 5). De verschillen tussen wijken zijn grotendeels als volgt te verklaren:

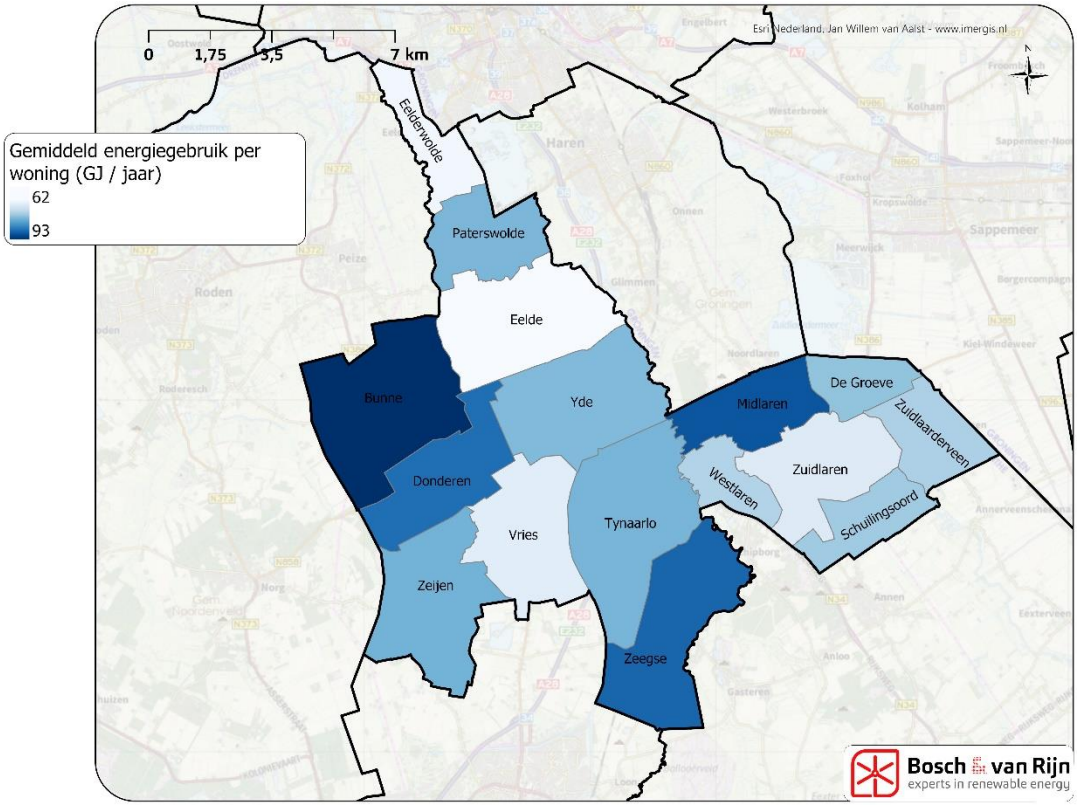
- het gemiddelde energieverbruik in dorpskernen ligt vaak lager dan die in buitenwijken omdat hier meestal kleinere en minder vrijstaande woningen aanwezig zijn. Grotere en vrijstaande woningen hebben doorgaans een hoger gasverbruik.
- het gemiddelde energieverbruik in nieuwbouwwijken ligt vaak lager doordat woningen hier doorgaans beter geïsoleerd zijn.
- het gemiddeld aantal inwoners per huishoudens varieert per wijk.

Figuur 4 **Gemiddeld verbruik van aardgas en elektriciteit vanuit woningen, per huishouden, per wijk**



Figuur 5 toont net als Figuur 4 het gemiddelde aardgas- en elektriciteitsverbruik (bij elkaar opgeteld) per woning, maar dan in de vorm van een kaart van de gemeente.

Figuur 5 **Gemiddeld verbruik van aardgas en elektriciteit vanuit woningen per huishouden, per wijk**



Tabel 2 laat zien hoe het elektriciteits- en aardgasverbruik per huishouden in Tynaarlo zich verhoudt tot het landelijk gemiddelde. Deze ligt in de gemeente Tynaarlo hoger dan gemiddeld in Nederland.

Tabel 2 **Elektriciteits- en aardgasverbruik per huishouden in de gemeente Tynaarlo ten opzichte van het Nederlands gemiddelde[5].**

Gemiddeld verbruik per huishouden	Elektriciteit (GJ / jaar)	Aardgas (GJ / jaar)
Tynaarlo	11,23	60,77
Nederland	10,30	41,46

[5] Centraal Bureau voor de Statistiek; Zonnestroom; vermogen, bedrijven en woningen, regio 2012 – 2017: https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84130ned/table?ts=1571307351842

2.2.2 *Dienstverlening*

Het energieverbruik vanuit de dienstverlening bedraagt 421 TJ; 16% van het totale energieverbruik in de gemeente Tynaarlo. Welke bedrijven er onder de sector dienstverlening vallen volgt uit de 'standaard bedrijfsindeling' (SBI) van het CBS. Binnen het SBI zijn alle bedrijven en instellingen in Nederland in zogenaamde SBI-secties opgedeeld. Bedrijven binnen SBI-sectie G t/m U vallen in de statistieken – en daarom ook in dit onderzoek – onder de sector dienstverlening. Een korte beschrijving van de SBI-secties die onder de sector dienstverlening vallen is hieronder weergegeven. Een meer gedetailleerde beschrijving van de SBI-secties is te vinden op de website van het CBS[6].

SBI-sectie dienstverlening:

G Groot- en detailhandel; reparatie van auto's
H Vervoer en opslag
I Logies-, maaltijd- en drankverstrekking
J Informatie en communicatie
K Financiële instellingen
L Verhuur van en handel in onroerend goed
M Advisering, onderzoek en overige specialistische zakelijke dienstverlening
N Verhuur van roerende goederen en overige zakelijke dienstverlening
O Openbaar bestuur, overheidsdiensten en verplichte sociale verzekeringen
P Onderwijs
Q Gezondheids- en welzijnszorg
S Overige dienstverlening
T Huishoudens als werkgever; niet-gedifferentieerde productie van goederen
U Extraterritoriale organisaties en lichamen

2.2.3 *Overige bedrijven en instellingen*

Het energieverbruik vanuit overige bedrijven en instellingen bedraagt 202 TJ; 8% van het totale energieverbruik binnen de gemeente Tynaarlo. Bedrijven binnen SBI-sectie A t/m F vallen in de statistieken – en daarom ook in dit onderzoek – onder de sector overige bedrijven en instellingen. Een korte beschrijving van deze SBI-secties is hieronder weergegeven:

SBI-sectie overige bedrijven en instellingen:

A Landbouw, bosbouw en visserij
B Winning van delfstoffen
C Industrie
D Productie en distributie van en handel in elektriciteit, aardgas, stoom en gekoelde lucht
E Winning en distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering
F Bouwnijverheid

[6] Centraal Bureau voor de Statistiek; SBI 2008 – Standaard Bedrijfsindeling 2008: https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/classificaties/activiteiten/sbi-2008-standaard-bedrijfsindeling-2008#id=de-structuur-van-de-sbi-2008-versie-2019-0

2.2.4 *Verkeer en vervoer*

Het energieverbruik vanuit verkeer en vervoer bedraagt 1025 TJ; 38% van het totale energieverbruik in de gemeente Tynaarlo. Het energieverbruik vanuit verkeer en vervoer omvat de vraag naar vloeibare (transport)brandstoffen vanuit wegverkeer, mobiele werktuigen (zoals graafmachines), scheepvaart en railverkeer. Het energieverbruik van elektrische voertuigen is in de statistieken helaas niet los te koppelen van het overige elektriciteitsverbruik. Deze komt daarom in de sectoren 'woningen', 'dienstverlening' of 'overige bedrijven en instellingen' terecht, bijvoorbeeld afhankelijk van de locatie van een laadpaal.

De energievraag wordt door Rijkswaterstaat berekend door een combinatie van lokale en nationale gegevens. Op lokaal niveau wordt binnen de gemeente Tynaarlo een inschatting gemaakt van het aantal binnen de gemeente verreden voertuigkilometers. Deze inschatting wordt gemaakt op basis van de lokale gegevens over de verkeersactiviteit op wegen. Door het binnen de gemeentegrenzen verreden aantal voertuigkilometers met het Nederlands totaal aantal verreden voertuigkilometers te vergelijken ontstaat per transportvorm een beeld van het percentage verkeer dat binnen de gemeente Tynaarlo plaats heeft gevonden. Op basis van deze percentages wordt een deel van het totale Nederlandse brandstofverbruik door verkeer en vervoer aan de gemeente Tynaarlo toegekend. Tabel 3 toont het resultaat.

Een nadeel van deze methode is dat het brandstofgebruik door verkeer en vervoer dat aan de gemeente Tynaarlo wordt toegekend niet uitsluitend veroorzaakt wordt door eigen inwoners van de gemeente. Een automobilist uit een aangrenzende gemeente veroorzaakt immers verkeersactiviteit binnen de gemeente Tynaarlo wanneer deze zich op wegen binnen de gemeente Tynaarlo verplaatst. Andersom wordt het brandstofverbruik door eigen inwoners niet aan de gemeente Tynaarlo toegekend wanneer deze zich op wegen binnen andere gemeenten verplaatsen. Toch is voor deze door Rijkswaterstaat aangehouden methode gekozen omdat deze dubbeltelling van brandstofverbruik tussen verschillende gemeenten voorkomt.

Tabel 3 **Vloeibaar brandstofverbruik door verkeer en vervoer in de gemeente Tynaarlo**

Transportvorm	Vloeibaar brandstofverbruik (TJ / jaar)
Wegverkeer	904
> waarvan op auto(snel) wegen (100 km/h of meer), waaronder ook de A28	485
> waarvan op overige wegen	419
Mobiele werktuigen	109
Binnen- en recreatievaart	11
Railverkeer	1

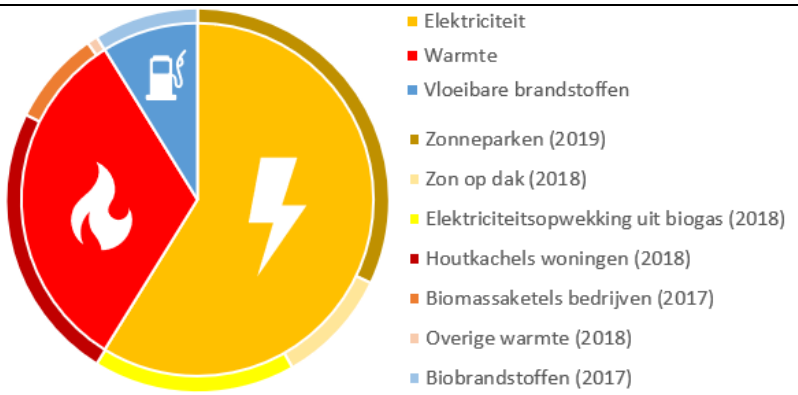
Het brandstofverbruik vanuit de luchtvaart op Groningen Airport Eelde is in deze nulmeting niet meegenomen. Voor internationale vluchten geldt dat de broeikasgasuitstoot die de luchtvaart tot gevolg heeft momenteel niet aan landen, en daarmee ook niet aan gemeenten, wordt toegekend. Voor binnenlandse vluchten zijn de statistieken te beperkt om een uitspraak over het brandstofgebruik te kunnen doen.

2.3 Hernieuwbare energieopwekking

Het totale aandeel hernieuwbare energie in de gemeente Tynaarlo bedraagt momenteel **340 TJ** per jaar; **12,6% van het totale energieverbruik**. Figuur 6 laat deze hernieuwbare energieopwekking binnen de gemeente Tynaarlo zien per energiedrager. Binnen de gebouwde omgeving wordt 140 TJ aan hernieuwbare energie opgewekt in de vorm van warmte uit biomassa en elektriciteit door zon op dak. Dit is 8,4% van het totale energiegebruik in de gebouwde omgeving.

Om een zo recent mogelijk beeld van de hernieuwbare energieopwekking te kunnen geven laat Figuur 6 niet de hernieuwbare energieopwekking zien voor het jaar waarin alle statistieken compleet zijn (2017) maar per categorie het jaar waarvoor de meest recente statistieken beschikbaar waren. Dit jaartal is in Figuur 6 naast de categorienaam weergegeven.

Figuur 6 Hernieuwbare energieopwekking binnen de gemeente Tynaarlo



Zonneparken: (109 TJ; 4,06% van het totale energieverbruik in de gemeente)
Zon op dak: (33 TJ; 1,23% van het totale energieverbruik in de gemeente)
Elektriciteitsopwekking uit biogas: (58 TJ; 2,16% van het totale energieverbruik in de gemeente)

Houtkachels woningen: (80 TJ; 2,97% van het totale energieverbruik in de gemeente)
Biomassaketels bedrijven: (27 TJ; 1,00% van het totale energieverbruik in de gemeente)
Overige warmte: (3 TJ; 0,11% van het totale energieverbruik in de gemeente)

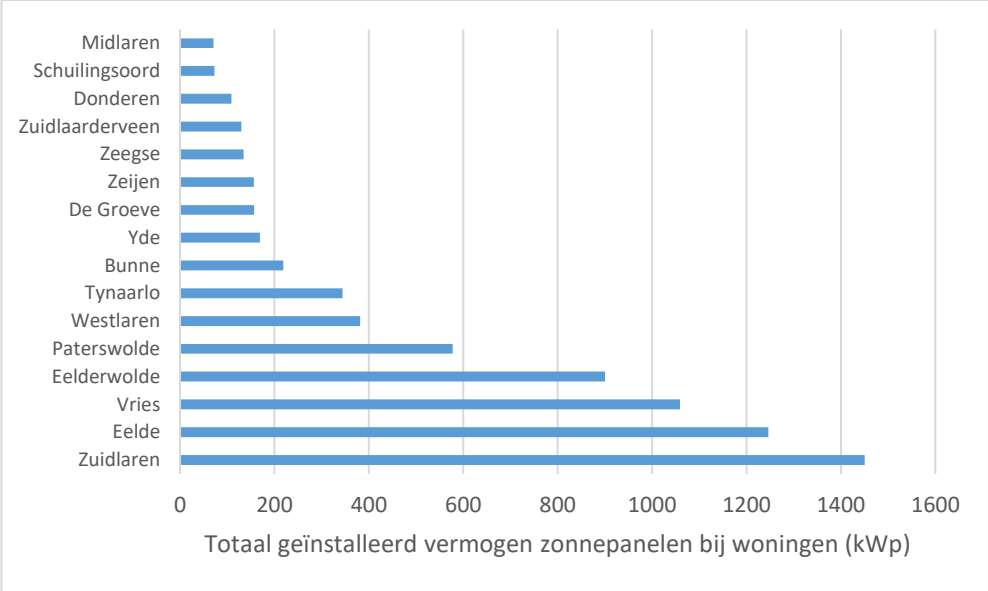
Biobrandstoffen: (30 TJ; 1,12% van het totale energieverbruik in de gemeente)

De belangrijkste bronnen van hernieuwbare energie in de gemeente Tynaarlo zijn momenteel *zonne-energie* (voor elektriciteitsproductie met zonnepanelen op dak en in de twee recent gerealiseerde zonneparken[7, 8]) en *biomassa* (voor warmte-voorziening in houtkachels, voor elektriciteitsproductie uit biogas via vergisting of door bijmenging van biobrandstoffen).

Binnen de categorie 'zon op dak'[9] bevindt het opgesteld vermogen aan zonnepanelen zich voor 79% op daken bij woningen en voor 21% op daken bij bedrijven[10]. Voor zonnepanelen bij woningen zijn gedetailleerde statistieken beschikbaar waardoor het geïnstalleerd vermogen per woning en percentage woningen met zonnepanelen per wijk weergegeven kan worden. De hieronder genoemde cijfers zijn van toepassing op het jaar 2017; het meest recente jaar waarvoor deze beschikbaar waren.

Figuur 7 laat zien dat het totaal geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen bij woningen vooral hoog is in wijken met veel inwoners:

Figuur 7 **Totaal geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen bij woningen, per wijk**



De verschillen in opgesteld vermogen zijn eerlijker te vergelijken wanneer deze niet als totaal per wijk, maar als gemiddelde per huishouden worden uitgedrukt. Dit is in Figuur 8 weergegeven:

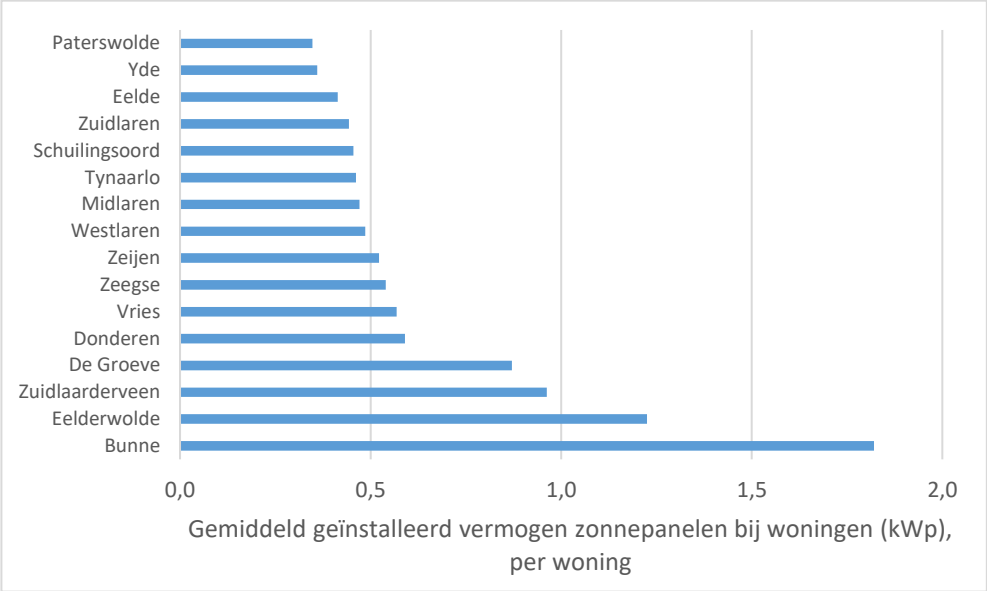
[7] Drijvend zonnepark zandwinplas Eelde: https://www.groenleven.nl/nieuws/startsein-gegeven-voor-bouw-grootste-drijvende-zonnepark-van-europa-in-tynaarlo

[8] Zonnepark Groningen Airport Eelde: https://www.groenleven.nl/zonnepark-groningen-airport-eelde

[9] Deze categorie bevat ook kleinschalige grondgebonden zonopstellingen bij gebouwen. Deze zijn in de statistieken niet lost te koppelen van zonnepanelen op daken.

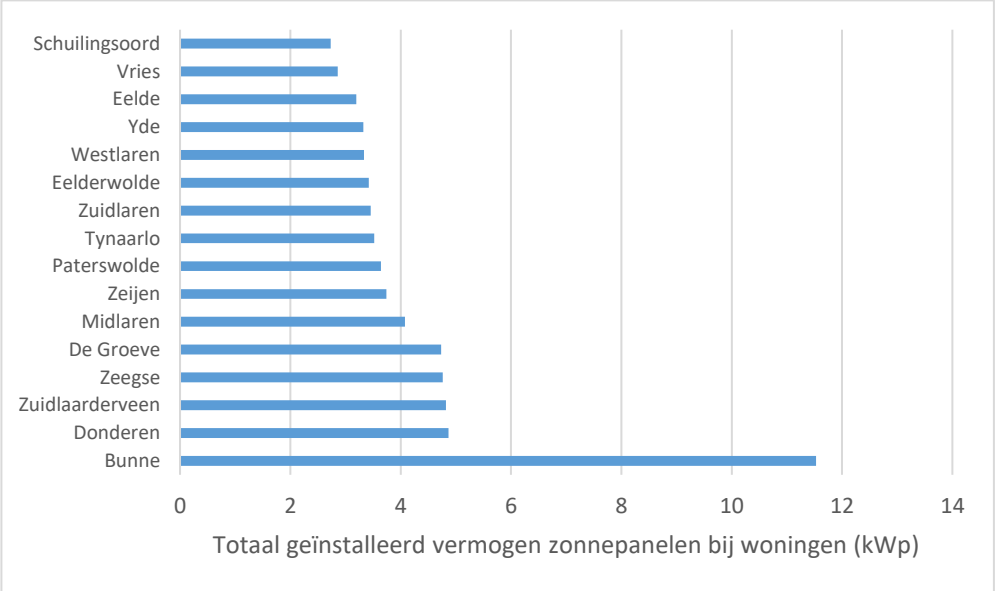
[10] CBS; zonnestroom; vermogen, bedrijven en woningen, regio 2012-2017: https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84130NED/table?ts=1531904329128

Figuur 8 **Gemiddeld geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen bij woningen, per woning, per wijk**



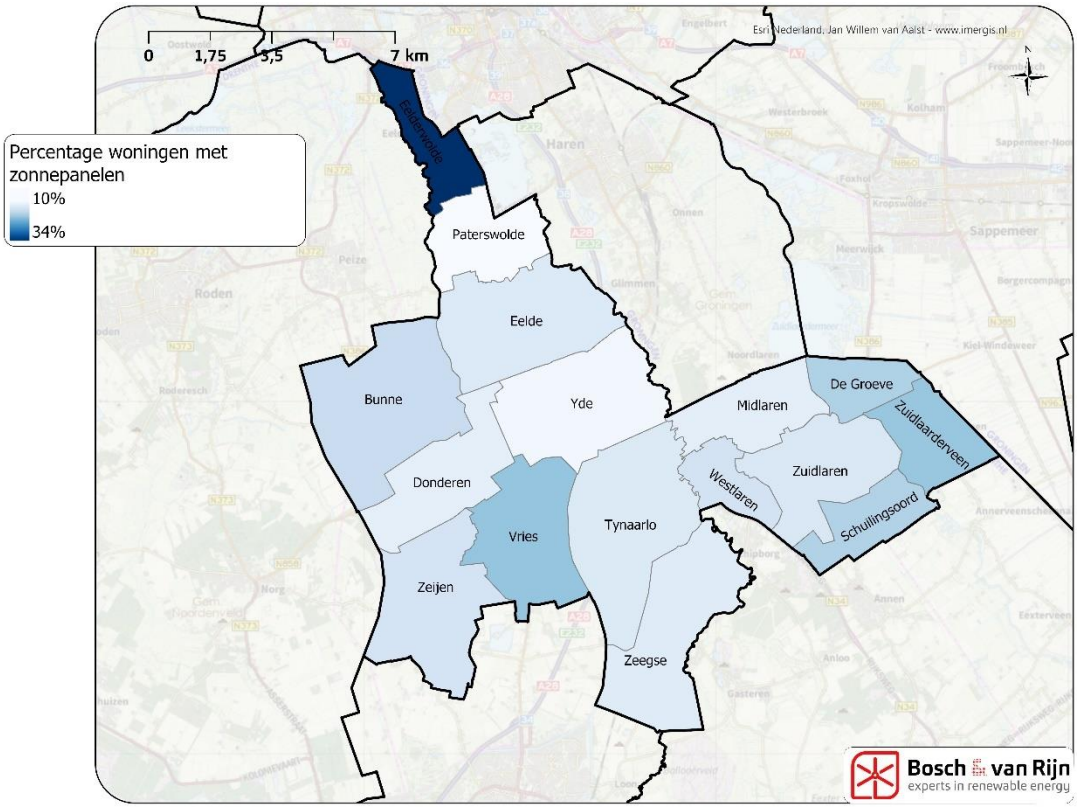
In Figuur 8 is het opgesteld vermogen aan zonnepanelen uitgedrukt als gemiddelde van alle in de wijk aanwezige woningen, waaronder ook de woningen zonder zonnepanelen. In Figuur 9 is het gemiddeld geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen weergegeven voor enkel de woningen met zonnepanelen.

Figuur 9 **Gemiddeld geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen bij woningen, per woning met zonnepanelen, per wijk**



Tot slot laat Figuur 10 per wijk het percentage woningen met zonnepanelen zien:

Figuur 10 **Percentage woningen met zonnepanelen, per wijk**



2.4 Opgave voor de toekomst

Het huidige energieverbruik van 2.690 TJ in de gemeente Tynaarlo betekent niet noodzakelijkerwijs dat eenzelfde hoeveelheid hernieuwbare energie opgewekt moet worden om in de toekomst energieneutraal te zijn. Energiebesparende maatregelen, veranderende inwonersaantallen en andere factoren zullen de toekomstige energievraag namelijk beïnvloeden.

Belangrijk is ook dat de vraag naar soorten energiedragers in de toekomst zal veranderen. Wanneer de overstap gemaakt wordt van benzine- of dieselauto naar elektrische auto en van aardgasketel naar warmtepomp zal de vraag naar vloeibare (transport)brandstoffen en warmte meer richting een vraag naar elektriciteit verschuiven. Een voordeel van deze zogenaamde ‘elektrificering’ is ook dat de elektrische alternatieven in de regel efficiënter zijn, en dus de totale energievraag doen verlagen.

Desalniettemin zal er in de nabije toekomst de behoefte zijn om meer hernieuwbare energieopwekking binnen de gemeente Tynaarlo te realiseren. Hiervoor zijn in Hoofdstuk 3 de mogelijkheden uiteengezet.

Hoofdstuk 3 Ruimtelijke verkenning

3.1 Inleiding en overzicht

Er is een aantal energietechnieken waarmee de gemeente Tynaarlo duurzame energie kan opwekken.
In dit hoofdstuk worden voor de volgende vormen van hernieuwbare energieopwekking het opwekpotentieel in de gemeente Tynaarlo besproken:

- Zon op dak
- Zonnevelden
- Windenergie
- Geothermie
- Biomassa – energiegewassen
- Biomassa – reststromen

Voor elke bovengenoemde vorm van hernieuwbare energieopwekking drukken we de mogelijkheden in de gemeente Tynaarlo uit als een *theoretisch potentieel* en als een *realistisch potentieel*.

Het **theoretisch potentieel** geeft hier de maximale technische mogelijkheden per vorm van hernieuwbare energieopwekking aan. Dit is bijvoorbeeld de hoeveelheid elektriciteit die per jaar opgewekt kan worden wanneer alle daarvoor geschikte daken in de gemeente Tynaarlo met zonnepanelen bedekt zouden worden.
In de praktijk beperken een aantal aspecten het technische potentieel, waardoor er een **realistisch potentieel** ontstaat. Dit zijn:

- de financiële haalbaarheid
- het draagvlak onder inwoners
- het draagvlak van natuur en landschap

We geven per vorm van hernieuwbare energieopwekking een inschatting van het realistisch potentieel. We gebruiken hiervoor kentallen en ervaringscijfers van Bosch & van Rijn.

3.2 Zon op dak

Aan de hand van gegevens uit de basisregistratie adressen en gebouwen (BAG)[11] hebben wij berekend dat het totale dakoppervlak van woningen en bedrijven in de gemeente Tynaarlo 292 hectare beslaat. Echter is niet al het dakoppervlak geschikt om zonnepanelen op te plaatsen. Factoren zoals dak oriëntatie en de aanwezigheid van belemmeringen (dakramen, luchtzuiveringsinstallaties e.d.) beperken het geschikte dakoppervlak. Door middel van kengetallen en aannames over de invloed van deze factoren schatten we in dat 99 hectare dakoppervlak in de gemeente Tynaarlo technisch geschikt is om zonnepanelen op te plaatsen.

[11] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koningkrijksrelaties; basisregistratie adressen en gebouwen: https://www.geobasisregistraties.nl/basisregistraties/adressen-en-gebouwen

Het theoretisch potentieel voor zon op dak berekenen we door er van uit te gaan dat al het technisch geschikte dakoppervlak in de gemeente Tynaarlo benut wordt. Met de huidige elektriciteitsopbrengst van zonnepanelen en rekening houdende met typische energieverliezen door schaduweffecten zou dit 436 TJ aan elektriciteit per jaar opleveren.

Het zal in de praktijk echter niet lukken om het theoretisch potentieel volledig te benutten. Dit omdat woning- en bedrijfseigenaren soms geen of minder panelen op hun dak zullen willen plaatsen dan technisch gezien mogelijk is. Het is op voorhand lastig vast te stellen in hoeverre dit het realistisch potentieel voor zon op dak in de gemeente beperkt. Wij gaan er van uit dat het realistisch haalbaar is om 50% van het technisch geschikte dakoppervlak bij woningen en bedrijven te benutten.

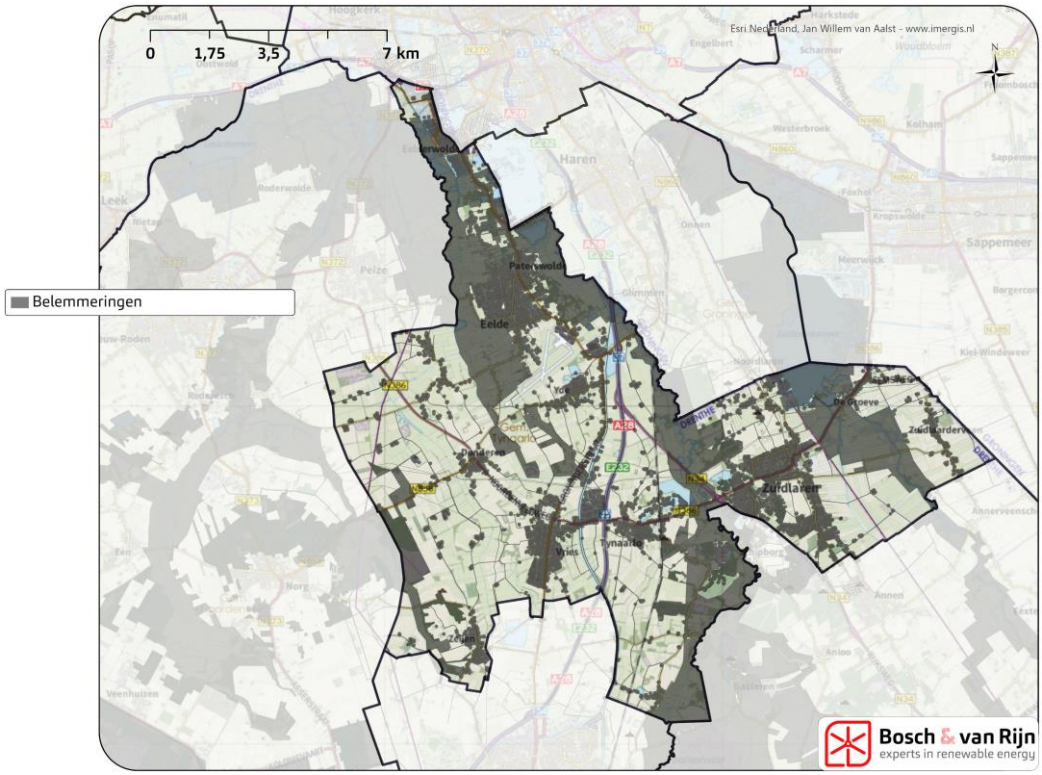
Tabel 4 **Resultaat: theoretisch en realistisch potentieel van zon op dak in de gemeente Tynaarlo**

Theoretisch potentieel (TJ / jaar)	Realistisch potentieel (TJ / jaar)	Reeds benut in 2018 (TJ / jaar)
436	218	33

3.3 Zonnevelden - grondgebonden

De belemmeringen voor grootschalige grondgebonden zonnevelden worden met name gevormd door: bebouwde omgeving, infrastructuur, hoogspanningsleidingen, hoge druk gasleidingen en natuurgebieden (NNN en Natura 2000). Dit levert de volgende belemmeringenkaart op:

Figuur 11 **Plaatsingspotentieel grondgebonden zonneparken in de gemeente Tynaarlo**



Voor de berekening van het theoretisch maximum doen we de volgende aanname: alle Jonge Zandontginningsgronden[12] zijn geschikt voor plaatsing van zonneparken. Dit is in Tynaarlo naar schatting 4.000 hectare. Dit levert een theoretisch potentieel van 14.000 TJ per jaar op. *(Nb: nadere studie zou moeten uitwijzen welk grondgebied Tynaarlo geschikt vind voor grondgebonden zonneparken.)*

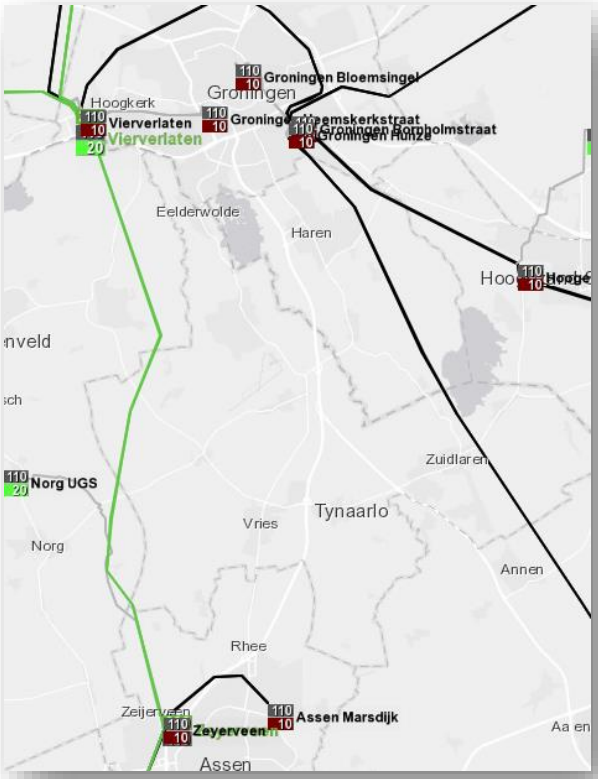
Voor de inschatting van het realistisch potentieel schatten we in dat er een ***draagkracht*** van 5%[13] is voor zonneparken op de Jonge Zandontginningsgronden. Dit i.v.m. een voor direct omwonenden aanvaardbare landschappelijke inpassing. Dat wil zeggen: 1 zonnepark van 10 hectare per 200 hectare. Op 4.000 hectare past zo 200 hectare aan zonneparken.
In deze studie houden we voor het realistisch potentieel een bandbreedte aan van 100-300 hectare.

Nb: 10 hectare zonnepark komt overeen met 10MW aan zonnepanelen, en 10.000 MWh/jaar.

[12] In veel gemeenten worden de jonge zandontginningen gekozen als geschikte locaties voor grondgebonden zonneparken.
[13] 5% is gebaseerd op studies die Bosch & van Rijn en Bureau Roenom gedaan hebben in vergelijkbare gemeenten.

Naast de draagkracht is het van belang dat de stroom afgevoerd kan worden naar elektriciteitsnet. Een afstand groter dan 10 km maakt de business case van een zonnepark onhaalbaar. Er zijn 7 aansluitpunten rondom Tynaarlo (zie Figuur 12) .
Als daar cirkels van 10km omheen getrokken worden bedekken zij gezamenlijk vrijwel de gehele gemeente. Daarom gaan we er van uit dat alle stroom op het net gezet kan worden.
Tevens gaan we er van uit dat de wetgeving rond de enkelvoudige storingsreserve (n-1) binnen 2 à 3 jaar aangepast wordt waardoor de netcapaciteit aanzienlijk vergroot wordt.

Figuur 12 **Netaansluitingspunten zonneparken**

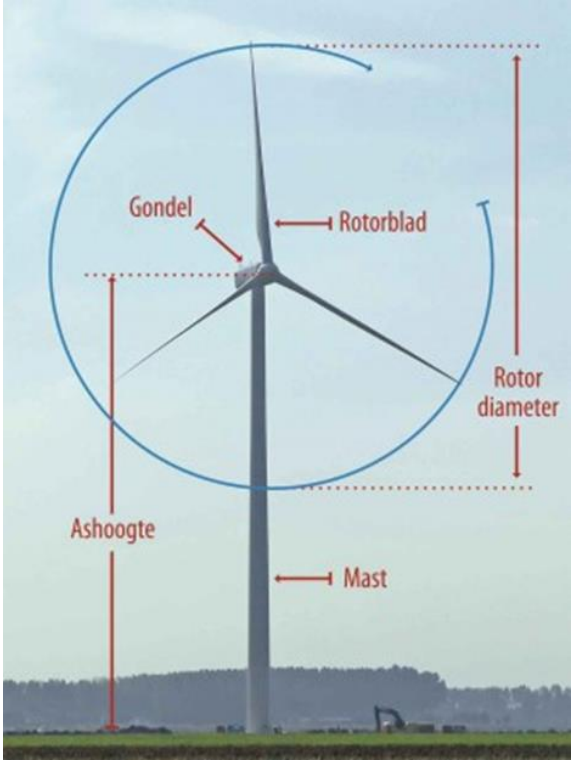


Tabel 5 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit grondgebonden zonnevelden in de gemeente Tynaarlo**

Potentie zonnevelden Tynaarlo	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
	14.000	700 *(bandbreedte 350-1050)*

3.4 Windenergie

We maken onderscheid tussen grote, medium en kleine windturbines:



<u>Groot</u>
Masthoogte 160m
Rotordiameter 160m
Tiphoogte 240m
50TJ/jaar

<u>Medium</u>
Masthoogte 60m
Rotordiameter 80m
Tiphoogte 100m
10TJ/jaar

<u>Klein</u>
Masthoogte 15m
Rotordiameter 12m
Tiphoogte 21m
0,05TJ/jaar

Voor de 3 formaten windturbines zijn in de onderstaande paragrafen het theoretische en realistische plaatsingspotentieel bepaald. Dit doen wij door de volgende belemmeringen voor windturbines in kaart te brengen:

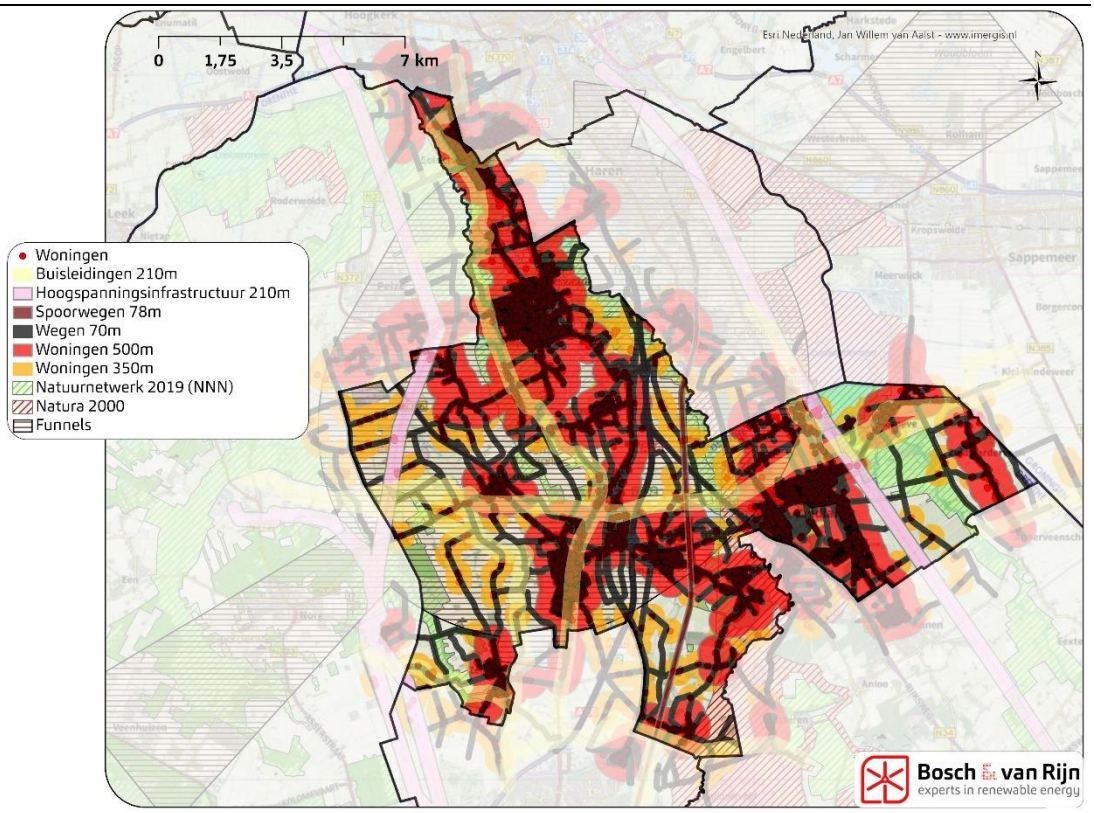
- Woningen
- Buisleidingen
- Hoogspanningsleidingen
- Spoorwegen en wegen
- Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000

Daarnaast vormt de vliegfunnel rondom Groningen Airpoirt Eelde mogelijk een belemmering voor het plaatsen van windturbines. Binnen deze vliegfunnel kan de Inspectie Luchtvaart en Transport (ILT) een hoogtebeperking voor windturbines opleggen. Uit ervaring en een analyse van bestaande windturbines binnen vliegfunnels elders in Nederland maken we op dat het erg onwaarschijnlijk is dat grote windturbines binnen de vliegfunnel rondom Groningen Airport Eelde gerealiseerd kunnen worden. Medium windturbines kunnen binnen de vliegfunnel waarschijnlijk wel gerealiseerd worden. Echter is navraag bij het ILT over een specifieke locatie nodig om dit met zekerheid vast te stellen. In elk geval wordt in dit onderzoek de vliegfunnel rondom Groningen Airport Eelde voor grote windturbines als harde belemmering beschouwd, en voor medium windturbines niet als harde belemmering beschouwd.

3.4.1 *Grote windturbines (240m tiphoogte, 160m ashoogte)*

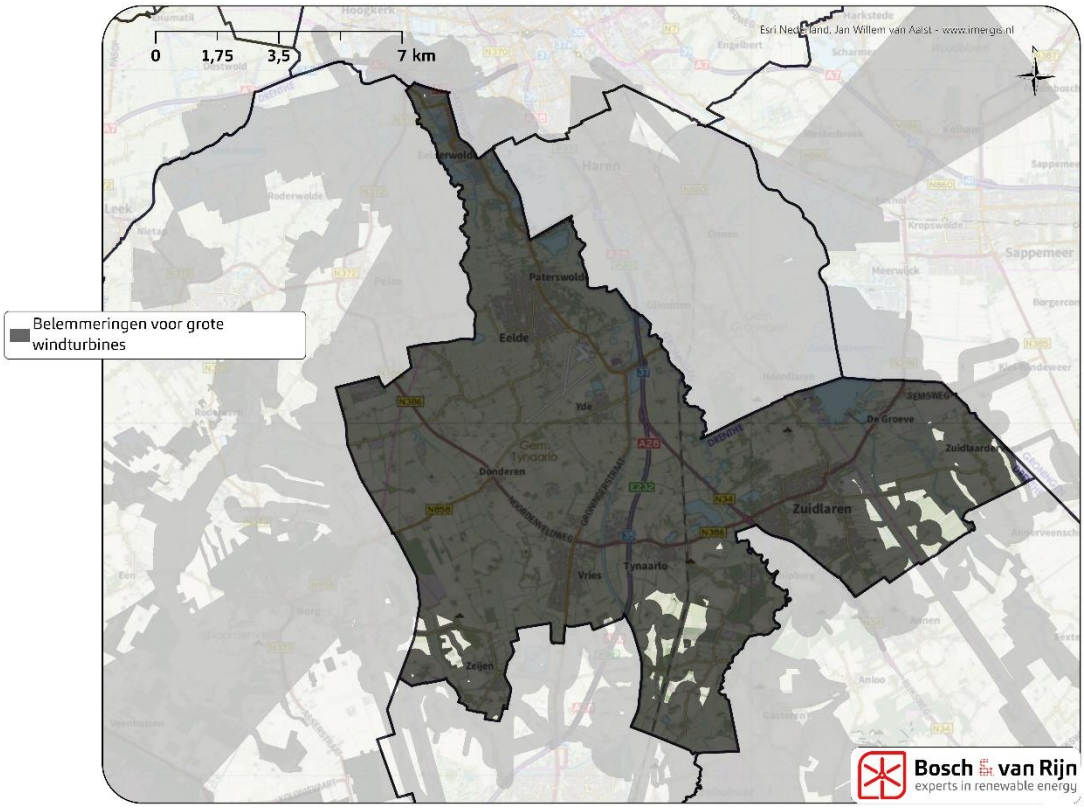
Figuur 13 toont de ruimtelijke belemmeringen voor grote windturbines binnen de gemeente Tynaarlo. Dit zijn alle plekken waar ***geen*** grote windturbines geplaatst kunnen worden:

Figuur 13 Ruimtelijke belemmeringen grote windturbines in de gemeente Tynaarlo



Omdat Figuur 13 een vrij druk kaartbeeld oplevert zijn alle belemmeringen voor grote windturbines in Figuur 14 samengevoegd:

Figuur 14 **Samengevoegde belemmeringenkaart voor grote windturbines in de gemeente Tynaarlo**



Het niet grijs gekleurde gebied in Figuur 14 geeft aan waar grote windturbines binnen de gemeente Tynaarlo mogelijk geplaatst kunnen worden. Theoretisch kunnen in dit gebied **49 grote winturbines** geplaatst worden.

Om te komen tot een realistisch potentieel, rekening houdend met:

- Draagvlak inwoners/bewoners omgeving
- Draagvlak natuur/landschap

wordt op dit moment ingeschat dat 6-18 windturbines het realistisch maximum is.

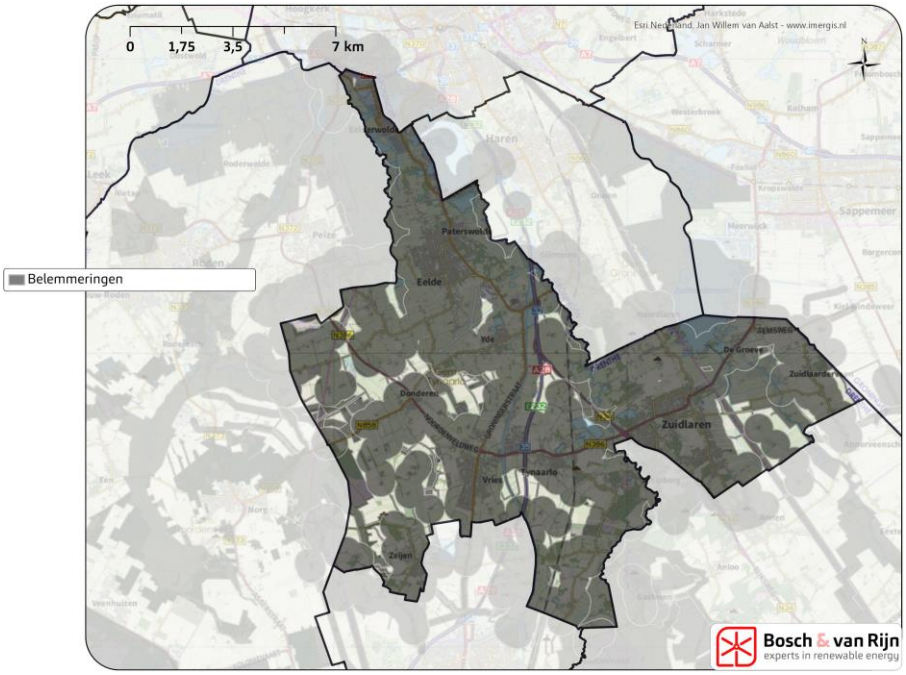
Tabel 6 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit grote windturbines in de gemeente Tynaarlo**

Potentie grote wind Tynaarlo	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
	2450	600 *(Bandbreedte 300-900)*

3.4.2 *Medium windturbines (100m tiphoogte, 60m ashoogte)*

De belemmeringen voor medium windturbines zijn weergegeven in onderstaande figuur:

Figuur 15 **Plaatsingspotentieel medium windenergie in de gemeente Tynaarlo**



Na aftrek van alle belemmerde gebieden blijft in de gemeente circa 1.000 hectare over om medium windturbines te plaatsen. Theoretisch passen hier circa 75 medium windturbines in.

Medium windturbines hebben financieel geen haalbare business case, tenzij ze met de Regeling Verlaagd Tarief (´postcoderoos´) gesubsidieerd worden. Deze regeling loopt naar verwachting af na 2020. De tijd om hier nog van gebruik te maken is te kort. Inzet tweedehands windturbines en nieuwe subsidie wordt als niet realistisch gezien.
Het realistisch potentieel wordt daarom op 0 TJ ingeschat.

Tabel 7 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit medium windturbines in de gemeente Tynaarlo**

Potentie medium wind Tynaarlo	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
	750	0

3.4.3 *Kleine windturbines (21m tiphoogte, 15 m ashoogte)*

Kleine winturbines kunnen theoretisch in het gehele buitengebied van Tynaarlo geplaatst worden. Een inschatting is dat er theoretisch zo'n 10.000 kleine windturbines geplaatst kunnen worden in de gemeente Tynaarlo.
Tynaarlo heeft circa 250 agrarische woningen in het buitengebied, gebaseerd op de topografische kaart. Een realistische inschatting is er bij 250 woningen/boerderijen in het buitengebied één kleine windturbine geplaatst wordt.

We gaan uit van een energieopbrengst van 15 MWh per kleine windturbine per jaar. (Nb: Dit betekent dat 1.000 kleine windturbines evenveel opleveren als 1 grote windturbine.)

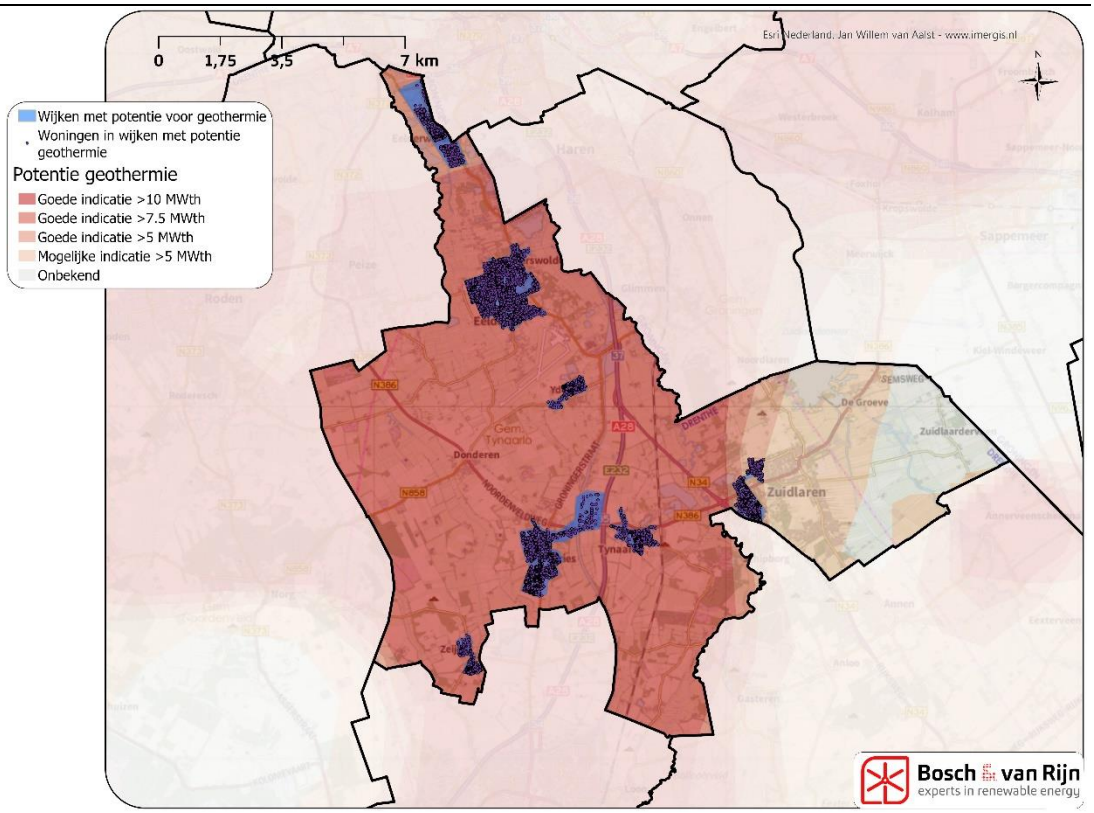
Tabel 8 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit medium windenergie in de gemeente Tynaarlo**

Potentie kleine wind Tynaarlo	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
	500	12,5

3.5 Geothermie

Onder geothermie verstaan we het onttrekken van warmte met een temperatuur van tussen de 70 en 100 °C uit aardlagen op 1.500 tot 4.000 meter diepte. Deze warmte kan zonder tussenkomst van een warmtepomp gebruikt worden om huizen of kassen te verwarmen. Figuur 16 laat zien dat de ondergrond in de gemeente Tynaarlo erg geschikt is voor geothermie; in het grootste gedeelte van de gemeente lijken grote (en daarmee rendabele) geothermie installaties mogelijk.

Figuur 16 Ruimtelijke mogelijkheden voor geothermie in de gemeente Tynaarlo



De potentie voor geothermie in de gemeente Tynaarlo wordt dan ook niet zozeer beperkt door een gebrek aan geschikte locaties waar warmte aan de ondergrond onttrokken kan worden, maar door beperkingen betreffende de distributie van warmte. Om warmte uit de ondergrond in te zetten voor het verwarmen van woningen is namelijk een warmtenet nodig. De aanleg van zo'n warmtenet kan erg kostbaar zijn, met name in dunbevolkte gebieden en reeds gebouwde woonwijken.

Om een idee te geven van de technische potentie voor geothermie voor woningen gaan we er van uit dat de aanleg van een warmtenet slaagt in dorpskernen die zich op een geschikte ondergrond voor geothermie bevinden. Deze gebieden zijn in Figuur 16 met paars aangegeven. De theoretische potentie voor aardwarmte in woningen is dan gelijk aan de totale warmtevraag van woningen die zich in de dorpskernen bevinden. Deze theoretische potentie is in Tabel 9 weergegeven. Omdat de aanleg van een warmtenet erg kostbaar is blijkt in de praktijk echter dat geothermie pas rendabel is wanneer tenminste 2.000 woningen op eenzelfde

warmtenet aangesloten kunnen worden[14]. Hiermee lijkt geothermie voor het verwarmen van woningen geen realistische optie in de gemeente Tynaarlo, waardoor het realistisch potentieel op 0 uitkomt.

Kassen hebben een relatief grote vraag naar lage temperatuur warmte op een klein oppervlakte en vormen dan ook de belangrijkste afzetmarkt voor geothermie. In de praktijk blijkt dat kassen met een omvang vanaf 5 à 6 hectare economisch rendabele opties voor geothermie kunnen zijn[14]. In de gemeente Tynaarlo zou 5,4 hectare aan glastuinbouw door geothermie verwarmd kunnen worden. Ervan uitgaand dat de warmtevraag in dit glastuinbouwbedrijf overeenkomt met het gemiddelde van de sector (1100 MJ / m^2 per jaar)[15] betekent dit dat 59 TJ warmte per jaar mogelijk door geothermie geleverd kan worden.

Tabel 9 **Resultaat: theoretisch en realistisch potentieel van hernieuwbare energieopwekking uit geothermie in de gemeente Tynaarlo**

Potentie geothermie Tynaarlo	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
In woningen	358	0
In kassen	59	59

Hoewel Figuur 16 aangeeft dat de ondergrond van de gemeente Tynaarlo erg geschikt lijkt voor geothermie zijn proefboringen op locatie nodig om dit met zekerheid vast te stellen. Omdat deze boringen erg kostbaar zijn is dit in het verleden vaak een belemmering geweest voor geothermieprojecten.

[14] Provincie Drenthe; duurzame warmte uit de diepe ondergrond van Drenthe: https://www.provincie.drenthe.nl/bodemenergie/bodemenergiesystemen/geothermie/#h8233a533-7b28-af17-57d8-60f930b0ef6c

[15] Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2016: https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/Energiemonitor_Nederlandse_glastuinbouw_2016.pdf

3.6 Energiegewassen

Onder energiegewassen verstaan we biomassa die verbouwd wordt met als hoofddoel om deze voor de energievoorziening in te zetten. Biomassa die als restproduct vrijkomt bij het verbouwen van gewassen voor andere doeleinden valt onder de categorie 'reststromen' en wordt in hoofdstuk 3.7 behandeld.

Energiegewassen zijn in Nederland niet of nauwelijks economisch rendabel en worden dan ook maar weinig verbouwd. De meest gangbare opties voor energiegewassen in Nederland zijn energiemaïs en suikerbieten[16]. Uit energiemaïs kan via vergisting biogas worden geproduceerd. Dit biogas wordt doorgaans ingezet voor de productie van elektriciteit en warmte in een warmtekrachtkoppeling (WKK) centrale. Suikerbieten worden doorgaans gebruikt voor de productie van bio-ethanol welke bijgemengd kan worden met fossiele (transport)brandstoffen.

Door middel van een literatuurstudie zijn kengetallen verzameld omtrent de opbrengst van energiemaïs en suikerbieten op landbouwgrond[16], de efficiëntie waarmee energiemaïs in biogas kan worden omgezet[17], de efficiëntie waarmee suikerbieten in bio-ethanol kan worden omgezet[16] en de efficiëntie waarmee biogas in elektriciteit en warmte kan worden omgezet[18]. Aan de hand van deze kengetallen bepalen we het *theoretisch potentieel* voor energiegewassen in de gemeente Tynaarlo; dit is *de hernieuwbare energieopbrengst wanneer alle landbouwgrond in de gemeente voor de productie van energiegewassen zou worden ingezet*:

Tabel 10 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit energiegewassen in de gemeente Tynaarlo**

	Gewas	Energiedrager	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)
	Energiemaïs	Elektriciteit	1037	0
		Warmte	860	0
of:	Suikerbieten	Bio-ethanol	1095	0

De resultaten in Tabel 10 maken duidelijk hoeveel landbouwgrond de productie van energiegewassen in beslag neemt. Bijvoorbeeld: als alleen al de huidige vraag naar transportbrandstoffen door bio-ethanol zou moeten worden geleverd dan zou bijna alle landbouwgrond in de gemeente Tynaarlo voor de productie van suikerbieten moeten worden ingezet. Om deze reden en om de onzekere economische haalbaarheid gaan we er van uit dat energiegewassen geen realistische bijdrage zullen leveren aan hernieuwbare energieopwekking in de gemeente Tynaarlo.

[16] AgriHolland; de boer als energie- en biobrandstoffenteler: https://www.agriholland.nl/dossiers/biobrandstoffen/agrarischesector.html
[17] RVO, primeur in Drenthe: energie uit mais; https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Primeur%20in%20Drenthe%20-%20energie%20uit%20mais_0.pdf
[18] Centraal Bureau voor de Statistiek; Biomassa; verbruik en energieproductie uit biomassa per techniek; https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82004NED/table?fromstatweb

3.7 Biomassa reststromen

Biomassa reststromen zijn vaak een aantrekkelijkere optie voor hernieuwbare energieproductie omdat zij – in tegenstelling tot energiegewassen – geen extra landbouwgrond in beslag nemen. Op basis van beschikbare gegevens onderscheiden we in dit onderzoek vier soorten reststromen; *agrarische reststromen* (uit akkerbouw en grasland), *vloeibaar mest*, *GFT* en *huishoudelijk snoeiafval & hout uit bos*. Deze reststromen zijn met name geschikt voor de productie van biogas in een biovergister. Met dit biogas kan dan weer elektriciteit en warmte worden opgewekt in een WKK-centrale.

De hoeveelheid biogas die uit deze reststromen gewonnen kan worden baseren we op gegevens uit de warmteatlas[19] en de typische efficiëntie van elektriciteits- en warmteproductie uit biogas in een WKK-centrale[20]. Het theoretisch potentieel berekenen we door er van uit te gaan dat alle beschikbare reststromen verzameld kunnen worden en beschikbaar zijn voor hernieuwbare energieopwekking. Tabel 11 toont het resultaat van de analyse.

In de praktijk zal het echter niet mogelijk blijken om alle theoretisch beschikbare biomassa reststromen in te zetten voor de productie van hernieuwbare energie. Een belangrijke oorzaak hiervan is dat de reststromen ook andere toepassingen hebben (zoals groenbemesting, veevoer en de productie van compost). Daarnaast kan het lastig zijn om alle reststromen effectief te verzamelen, bijvoorbeeld omdat de huidige landbouwwerktuigen hier niet op ingesteld zijn. Uit bestaande literatuur[21] zijn daarom kengetallen over het 'vrij beschikbare' percentage afgeleid; het deel van de reststroom dat realistisch gezien verzameld en voor de productie van hernieuwbare energie ingezet kan worden. Hiermee is het realistisch potentieel voor biomassa reststromen binnen de gemeente Tynaarlo bepaald.

Om warmte uit een WKK-centrale effectief te kunnen benutten is doorgaans de aanleg van een warmtenet nodig. Aangezien dit in de gemeente Tynaarlo geen realistische optie lijkt (zie hoofdstuk 0) gaan we er van uit dat het realistisch potentieel voor warmteproductie uit biomassa reststromen in de gemeente Tynaarlo 0 is.

Binnen de gemeente Tynaarlo wordt momenteel al 58 TJ elektriciteit uit biogas geproduceerd. Dit betekend dat momenteel al 55% van het realistisch potentieel voor biomassa – reststromen benut wordt.

[19] Warmteatlas; bioreststromen https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2
[20] Centraal Bureau voor de Statistiek; biomassa; verbruik en energieproductie uit biomassa per techniek; https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82004NED/table?fromstatweb
[21] DNVGL; biomassapotentieel in Nederland: https://www.fluxenergie.nl/wp-content/uploads/2017/04/DNVGL_Rapport_Biomassabeschikbaarheid-in-Nederland.pdf

Tabel 11 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking uit biomassa reststromen in de gemeente Tynaarlo**

Reststroom	Theoretisch (TJ / jaar)		Realistisch (TJ / jaar)	
	Elektriciteit	Warmte	Elektriciteit	Warmte
Agrarische reststromen (zowel akkerbouw als grasland)	332	276	103	0
Mest	48	40		
GFT	2	1	1	0
Huishoudelijk snoeiafval & hout uit bos	8	2	1	0
Totaal	**390**	**319**	**105**	**0**

3.8 Samenvatting en conclusie

Indien alle vormen van hernieuwbare energie samengevat worden geeft dat het volgende overzicht:

Tabel 12 **Resultaat: theoretische en realistische potentie van hernieuwbare energieopwekking in de gemeente Tynaarlo**

Hernieuwbare energie vorm	Theoretisch (TJ / jaar)	Realistisch (TJ / jaar)	Reeds benut (TJ / jaar)	percentage van realistisch potentieel reeds benut
Zon op dak	436	218	33	15,1%
Zonnevelden	14.000	700 (bandbreedte 350-1050)	109	15,6%
Grote windmolens (240m tip)	2.450	600 (bandbreedte 300 – 900)	0	0%
Wind medium (100m tip)	750	0	0	0%
Wind klein (21m tip)	500	13	0	0%
Geothermie woningen	358	0	0	0%
Geothermie glastuinbouw	59	59	0	0%
Biomassa gewassen	1.897	0	0	0%
Biomassa reststromen	709	105	58	55,2%
TOTAAL	**21.159**	**1.695**	**200**	

Conclusies:

- Grootschalige zonneparken en grote windturbines geven samen verreweg het grootste realistisch hernieuwbare energiepotentieel (77%).
- Zon op dak levert ook een bijdrage aan het realistisch hernieuwbare energiepotentieel (13%).
- Alle andere vormen van hernieuwbare energie leveren slechts een marginale bijdrage aan het realistisch hernieuwbare energiepotentieel.

3.9 Energiegebruik versus realistisch opwekkingspotentieel hernieuwbare energie

De gemeente Tynaarlo verbruikt per jaar **2.690 TJ** aan energie. 1.665 TJ van de energievraag komt voort uit warmte- en elektriciteitsverbruik in de gebouwde omgeving.

Het realistisch opwekkingspotentieel voor hernieuwbare energie wordt ingeschat op **1.695 TJ**.
De belangrijkste bijdrage (77%) voor dit potentieel wordt geleverd door 12 grote windturbines en 200 hectare aan zonneparken.
Zon op dak kan 13% leveren.

Bijlage A: Nulmeting

A.1 Energiegebruik naar energiedrager, 2017

Energiedrager	Energiegebruik (TJ / jaar)	Waarvan hernieuwbaar
Warmte	1218	109 TJ (9%)
Elektriciteit	447	193 TJ (43%)
Vloeibare (transport)brandstoffen	1025	30 TJ (3%)
Totaal	**2690**	**332**

Bron: klimaatmonitor

A.2 Energiegebruik naar sector, 2017

Sector	Energiegebruik (TJ / jaar)
Woningen	1042
Verkeer en vervoer	1025
Dienstverlening	421
Overige bedrijven en instellingen	202
Totaal	**2690**

Bron: klimaatmonitor

A.3 Huidige hernieuwbare energieopwekking

Energiebron	Energiedrager	Energieopwekking (TJ / jaar)	Statistiek van toe-passing op jaar:
Zonneparken	Elektriciteit	109	2019
Zon op dak		33	2018
Biogas		58	2018
Hout in kachels woning-gen	Warmte	80	2018
Biomassa bij bedrijven		27	2017
Overige warmte		3	2018
Biobrandstoffen	Vloeibare (transport) brandstoffen	30	2017
Totaal		**340**	

Bron: klimaatmonitor & groenleven.nl

A.4 Woningen: energieverbruik en zonnepanelen per wijk

Wijk	Inwoner aantal	Aantal huishou-dens	Warmteverbruik			Elektriciteitsverbruik			Geïnstalleerd vermogen aan zonnepanelen			% woningen met zonne-panelen
			totaal (TJ)	per inwo-ner (GJ)	per huis-houden (GJ)	totaal (TJ)	per inwo-ner (GJ)	per huis-houden (GJ)	totaal (kWp)	per huishou-den (kWp)	Per huishouden met zonnepanelen (kWp)	
Bunne	325	120	9,50	29,22	79,13	1,66	5,10	13,80	219	1,821	11,526	15,4
De Groeve	440	180	11,08	25,18	61,54	2,30	5,24	12,80	157	0,871	4,730	17,5
Donderen	470	185	13,29	28,28	71,85	2,48	5,29	13,43	109	0,590	4,865	12,0
Eelde	6.825	3.010	155,09	22,72	51,52	30,67	4,49	10,19	1246	0,414	3,195	13,1
Eelderwolde	2.365	735	36,08	15,26	49,09	9,90	4,19	13,47	900	1,225	3,421	34,2
Midlaren	330	150	11,39	34,53	75,96	1,87	5,67	12,48	71	0,471	4,077	12,1
Paterswolde	3.760	1.665	108,56	28,87	65,20	18,04	4,80	10,83	578	0,347	3,641	9,7
Schuilingsoord	405	160	9,81	24,23	61,32	1,91	4,71	11,93	73	0,455	2,730	17,4
Tynaarlo	1.780	745	48,11	27,03	64,57	8,71	4,89	11,69	344	0,462	3,521	13,0
Vries	4.100	1.865	103,18	25,17	55,32	18,36	4,48	9,84	1059	0,568	2,858	19,4
Westlaren	2.275	785	48,11	21,15	61,28	7,88	3,47	10,04	382	0,486	3,337	14,2
Yde	1.085	470	30,07	27,71	63,97	5,51	5,08	11,72	169	0,360	3,323	10,5
Zeegse	545	250	18,36	33,68	73,43	3,24	5,94	12,96	135	0,540	4,762	12,6
Zeijen	740	300	19,31	26,09	64,36	3,67	4,96	12,24	157	0,522	3,738	14,0
Zuidlaarderveen	320	135	7,91	24,73	58,61	1,80	5,63	13,33	130	0,962	4,823	19,2
Zuidlaren	7.545	3.275	180,72	23,95	55,18	34,16	4,53	10,43	1451	0,443	3,455	13,3

Bron: klimaatmonitor & CBS (Zonnestroom; vermogen zonnepanelen woningen, wijken en buurten, 2017)

Bosch & van Rijn
experts in renewable energy

Groenmarktstraat 56
3521 AV Utrecht
www.boschenvanrijn.nl