

Staat van de energietransitie Noord- Holland





Staat van de energietransitie Noord-Holland

Referentie: 5.4979

Disclaimer

Although the information contained in this document is derived from reliable sources and reasonable care has been taken in the compiling of this document, ECN cannot be held responsible by the user for any errors, inaccuracies and/or omissions contained therein, regardless of the cause, nor can ECN be held responsible for any damages that may result therefrom. Any use that is made of the information contained in this document and decisions made by the user on the basis of this information are for the account and risk of the user. In no event shall ECN, its managers, directors and/or employees have any liability for indirect, non-material or consequential damages, including loss of profit or revenue and loss of contracts or orders.

Verantwoording

In opdracht van de provincie Noord-Holland heeft het ECN de Staat van de energietransitie in Noord-Holland in kaart gebracht. Het betreft een nulmeting van met name het (finale) energieverbruik en CO₂-emissies vanaf 2010 van de vraagsectoren gebouwde omgeving, industrie, glastuinbouw en mobiliteit & transport alsmede de voortgang betreffende de productie van duurzame energie binnen de provincie. Als voornaamste bronnen zijn gebruikt de Klimaatmonitor en het CBS, aangevuld met interne analyses.

Contactpersoon ECN:

Jeroen Daey Ouwens (088 515 8253 daeyouwens@ecn.nl)

ECN projectnummer: 5.4979

ECN publicatienummer: E 17-065

Auteurs:

Jeroen Daey Ouwens

Joost Gerdes

Renee Kooger

Steven van Polen

Marc Marsidi

Robin Matton

Robin Niessink

Inhoudsopgave

Verantwoording	3
Synthese	6
1. Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Beleidscontext	11
1.3 Hoe deze Staat van de energietransitie te lezen	12
1.4 Monitor als groeimodel	13
1.5 Afbakening en betrouwbaarheid	13
1.6 Leeswijzer	14
2. Gebouwde omgeving	15
2.1 Woningbouw/huishoudens	15
2.2 Dienstensector	21
3. Industrie	25
3.1 Energieverbruik industrie	25
3.2 CO ₂ -emissies industrie	26
3.3 Verdeling aantal industriële bedrijven naar categorie	27
4. Glastuinbouw	29
4.1 Energieverbruik glastuinbouw	29
4.2 CO ₂ -emissies in de glastuinbouw	31
4.3 Duurzame energie opwekking in de landbouw	31
5. Mobiliteit en transport	33
5.1 Energieverbruik mobiliteit en transport	33
5.2 CO ₂ -emissies mobiliteit en transport	34
5.3 Ontwikkeling inzet alternatieve brandstoffen	35
6. Productie van duurzame energie	39
6.1 Duurzame elektriciteit	39
6.2 Duurzame warmte	42
6.3 Duurzaam gas	44
7. Referenties	45
8. Appendix	46
8.1 Gebouwde omgeving	46
8.2 Industrie	52
8.3 Mobiliteit en transport	53

8.4	Berekening warmtenetaansluitingen Klimaatmonitor	56
8.5	Emissiefactor elektriciteit	57
8.6	Mogelijke parameters groeimodel monitoring	58
8.7	Algemene beschrijving begrip energiebesparing	60
8.8	Glossary	61

Synthese

Onderhavige eerste meting van de Staat van de energietransitie wijst uit dat de energietransitie in de provincie nog grotendeels op gang moet komen. Het energieverbruik en de CO₂-emissies zijn na 2010 niet of nauwelijks gedaald, met de kanttekening dat ze ondanks de recent aantrekkende economie ook niet zijn gestegen. Een uitzondering vormt de gebouwde omgeving waar, door energiebesparende maatregelen, het gasverbruik bij zowel de huishoudens als de diensten is afgenomen. Voorts is er sprake van een stijging van de productie van duurzame energie, met name geothermie, duurzame warmtedistributie en zonnestroom al is de bijdrage aan de energievoorziening van al deze technieken nog beperkt.

Een aanzienlijke versnelling van de huidige ontwikkelingen is nodig om te komen tot een nagenoeg CO₂-neutrale energiehuishouding in 2050.

Doelstelling

Het doel van deze Staat van de energietransitie (nulmeting) is om voor de verschillende relevante sectoren voor de provincie Noord-Holland inzicht te geven in a) het energieverbruik, b) de voortgang van de CO₂-emissiereductie en c) de energiebesparing waarbij tevens de trend van de afgelopen jaren afgezet wordt tegen de trend in Nederland. Hierbij wordt ingegaan op de ontwikkelingen binnen de sectoren gebouwde omgeving, glastuinbouw, industrie en mobiliteit & transport, alsmede de duurzame opwekking van energie door zon, wind, biomassa, warmtekoedeopslag en geothermie. De huidige stand van zaken wordt niet alleen bepaald door het provinciale beleid maar mogelijk nog meer door het Rijk, Europa en mondiale afspraken (denk in dit kader in Noord-Holland aan het Noordzeekanaalgebied, de opslag van fossiele brandstoffen als steenkool en benzine maar ook bijvoorbeeld de automobiemarkt).

Aan deze Staat van de energietransitie ligt een uitgebreid monitoringssysteem ten grondslag dat het ook mogelijk maakt om de komende jaren de voortgang ten aanzien van het energieverbruik, de CO₂-emissiereductie en de energiebesparing in beeld te brengen. De beoogde frequentie van monitoren is tweejaarlijks. De inzichten uit deze rapportage zijn behalve voor de provincie relevant voor medeoverheden, het bedrijfsleven en inwoners van Noord-Holland.

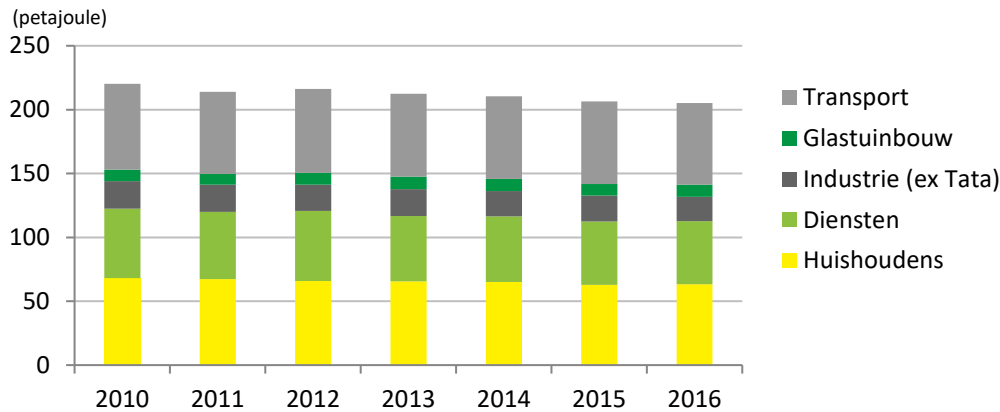
Deze Staat van de energietransitie brengt de trends over de afgelopen jaren en de huidige stand van zaken ten aanzien van de energietransitie in beeld. Daarbij wordt de Noord-Hollandse trend waar mogelijk afgezet tegen de Nederlandse trend. Deze monitor heeft daarmee een signalerende functie ten aanzien van de voortgang van de energietransitie. Hetgeen gemonitord wordt, is echter niet direct (causaal) te koppelen aan de effectiviteit van het provinciale beleid. Wel kan

worden gesignaleerd waar de voortgang stagneert, op basis waarvan eventueel besloten kan worden om nadere analyses uit te voeren.

Energieverbruik, emissies en duurzame energie

Het totale finale energieverbruik¹ in de provincie Noord-Holland lijkt, rekening houdende met de onzekerheidsmarges, de laatste jaren nauwelijks aan verandering onderhevig.²

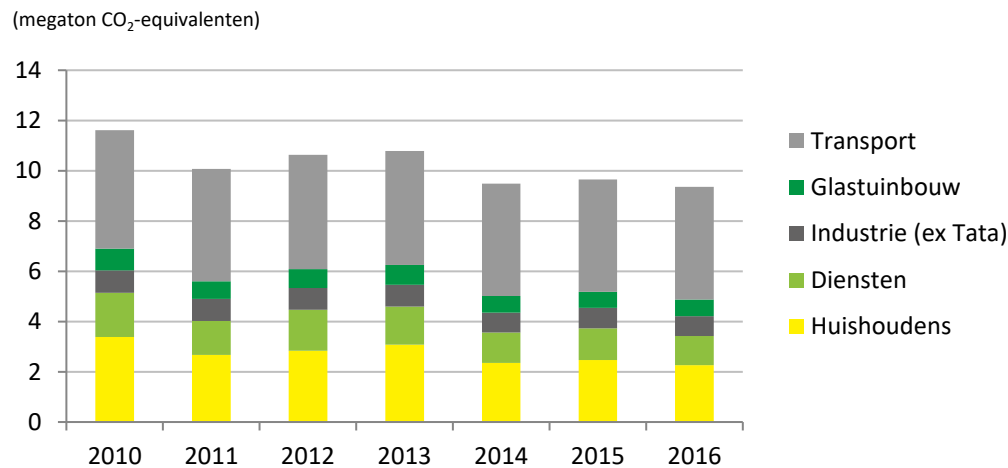
Figuur 1 Totaal temperatuur gecorrigeerd³ finaal energieverbruik in Noord-Holland per sector, exclusief Tata Steel



Het totale provinciale finale energieverbruik inclusief het finale verbruik van Tata Steel bedraagt ongeveer 250 petajoule per jaar⁶ en ook hierin is geen zichtbare afname waar te nemen.

De directe CO₂-uitstoot⁴ lijkt op het eerste gezicht wel af te nemen, echter dit heeft te maken met het gegeven dat het aantal relatief zachte winters in de beschouwde periode is toegenomen, waardoor er aan het eind aanzienlijk minder aardgas is verstoofd voor ruimteverwarming.

Figuur 2 Jaarlijkse directe CO₂-uitstoot in Noord-Holland per sector, exclusief Tata Steel



¹ Finaal energieverbruik is het door gebruik opmaken van energie, hierna resteert geen nuttig bruikbare energiedrager.

² Het verbruik in 2010 lijkt enigszins hoger dan latere jaren. Echter, 2010 was een zeer koud jaar en ook een jaar waar een tijdelijk herstel is opgetreden in de industrie als gevolg van de recessiejaren 2008 en 2009. Dit in combinatie met analyse van de jaren voorafgaand aan 2010 leert dat het verbruik in de laatste tien jaar niet of nauwelijks is afgenomen.

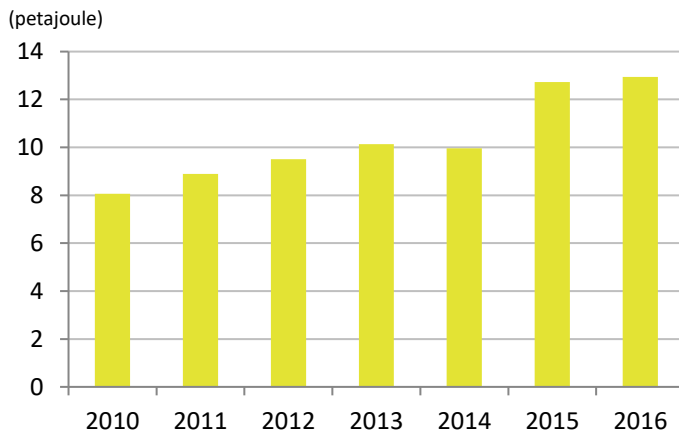
³ Dit houdt in dat het gasverbruik wordt gecorrigeerd voor fluctuaties in temperatuur, bijvoorbeeld in het geval van een koude winter wordt het gasverbruik naar beneden bijgesteld en vice versa in een warme winter. Dit is relevant voor de sectoren huishoudens, diensten en glastuinbouw.

⁴ Directe CO₂-uitstoot houdt in dat alleen de plaatsgebonden emissies worden meegenomen, dus exclusief de CO₂-uitstoot gerelateerd aan elektriciteitsproductie.

De provinciale directe CO₂-emissies inclusief de emissies van Tata Steel begeven zich tussen de 17 en 19 megaton per jaar en vertonen een stabiele trend.

De productie van duurzame energie in Noord-Holland groeit in een tempo vergelijkbaar met Nederland. De grootste bijdrage komt momenteel van wind op land en van de duurzame component van warmtedistributie. De grootste groei qua productie wordt echter waargenomen bij zonnestroom, groen gas en geothermie.

Figuur 3 Jaarlijkse duurzame energieproductie in de provincie Noord-Holland



Staat van de energietransitie per sector

De vier beschouwde vraagsectoren zijn de gebouwde omgeving, de industrie, de glastuinbouw en mobiliteit en transport. Voor deze sectoren is gekozen omdat dit de thema's van de Beleidsagenda Energietransitie zijn. Mobiliteit en transport is daaraan toegevoegd.

Ten slotte beschrijven we ook de voortgang van de opwekking van duurzame energie binnen de grenzen van de provincie.

Gebouwde omgeving

De CO₂-uitstoot van de huishoudens door het verbruik van energie is afgenomen door daling van het gasverbruik ten gevolge van energiebesparende maatregelen zoals Hr-ketels en de bouw van meer energiezuinige woningen. De indirecte CO₂-uitstoot door elektriciteit stijgt licht, maar dit komt door een veranderde brandstofmix in Nederland en niet door een stijging van het elektriciteitsverbruik zelf.⁵ Het besparingstempo is circa 2,3% per jaar en daarmee vergelijkbaar met Nederland. Het energieverbruik van de woningvoorraad daalt ook maar langzamer met ongeveer 0,7% per jaar.

Door minder gasverbruik daalt tevens het energieverbruik van de dienstensector. Het besparingstempo in de dienstensector is hoger voor Noord-Holland dan voor Nederland (respectievelijk 2,3% en 1,0% per jaar). Het verschil kan niet worden verklaard op basis van de huidige beschikbare informatie.

⁵ Het elektriciteitsverbruik wordt vermenigvuldigd met de voor een bepaald jaar geldende CO₂-emissiecoëfficiënt, die onder meer afhankelijk is van de brandstofmix (kolen, aardgas, etc.) van de elektriciteitssector en de mate van import. De laatste jaren is er een beperkte verschuiving van aardgas naar kolen zichtbaar waardoor de emissies van het Nederlandse park per eenheid elektriciteit zijn toegenomen. Zie Appendix 8.5 voor deze factoren.

Industrie

Het industriële energieverbruik en de CO₂-uitstoot in Noord-Holland vertonen geen daling. Door het hoge verbruikssaldo van Tata is het aandeel van de industrie in het totale energieverbruik in de provincie Noord-Holland hoger dan binnen het landelijke beeld.

Glastuinbouw

De trends in de glastuinbouw in Noord-Holland betreffende veranderingen in teelt, energie en CO₂ zijn dezelfde als voor Nederland. Verschuivingen in type teelt hebben geleid tot een kleiner aandeel (snij)bloemen, die vanwege de lichtbehoefte een hoge elektriciteitsvraag kennen, en meer groenten, die veeleer warmte nodig hebben. Dit in combinatie met de lage marktprijzen voor stroom leidt tot minder inzet van warmtekrachtkoppeling en vervolgens minder verkoop van stroom. Gunstige kansen voor geothermie in de tuinbouw in de provincie hebben geleid tot groei van de productie van duurzame energie in de vorm van duurzame warmte, al is de absolute bijdrage aan de energievoorziening en CO₂-emissiereductie nog beperkt.

De glastuinbouw (9-10 PJ) domineert het verbruik in de landbouw in de provincie (17-18 PJ), al neemt het aandeel glastuinbouw in de tijd gestaag af.⁶ Het energieverbruik in de glastuinbouw in deze studie is bepaald exclusief de verkoop van stroom opgewekt door de sector.

Mobiliteit en transport

Het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van de sector mobiliteit en transport op basis van de verkeersintensiteit zijn constant over de jaren en zijn vooral het gevolg van het wegverkeer, met name (personen)auto's op benzine en diesel. De verminderde uitstoot per kilometer van nieuwe voertuigen en een mogelijk zuiniger rijstijl worden teniet gedaan door een toename van het verkeersvolume en dit geldt voor zowel de provincie als voor Nederland. Daarentegen neemt het aantal (volledig) elektrische auto's en laadpunten snel toe, en ligt het aandeel elektrische auto's in Noord-Holland iets boven het landelijk gemiddelde. Het aandeel elektrische auto's is met ruim 1% nog beperkt.

Duurzame energie

De productie van duurzame energie in Noord-Holland is in de periode 2010-2015 met ruim vijf petajoule gestegen en dit betekent een toename van meer dan 60% ten opzichte van 2010. Productie van duurzame elektriciteit vindt met name plaats bij wind op land, al groeit duurzame elektriciteitsproductie middels zonnestroom sneller.

De groei in duurzame elektriciteitsproductie voor wind en zonnestroom is vergelijkbaar met Nederland. Productie van elektriciteit uit biomassa daarentegen is stabiel, onder andere omdat meestook in elektriciteitscentrales geen rol speelt in Noord-Holland.

Er is eveneens een sterke groei van geothermie en de distributie van duurzame warmte.⁷ Dit is vooral toe te kennen aan de aan een warmtenet gekoppelde biomassa-centrales in Purmerend en Alkmaar. Ten slotte is de productie van groen gas eveneens sterk gestegen, maar deze vormt nog steeds een zeer bescheiden bijdrage aan de totale duurzame energieproductie in Noord-Holland.

⁶ Het verbruik binnen de landbouw maar buiten de glastuinbouw is geen onderdeel van het finale energieverbruik zoals benoemd in deze studie. De onzekerheidsmarge in het jaarlijkse energieverbruik van de glastuinbouw wordt geschat op ongeveer 1 petajoule.

⁷ Duurzame warmte in de context van deze studie betreft warmteopwekking die niet gepaard gaat met CO₂-uitstoot maar mogelijk wel met uitstoot van andere emissies zoals bijvoorbeeld fijn stof of stikstofoxiden.

Het geschatte aandeel binnen de provincie geproduceerde duurzame energie bedraagt circa 6,2% van het finale energieverbruik exclusief het finale verbruik van Tata steel en circa 5,1% inclusief het finale verbruik van Tata Steel (maar exclusief saldo overige omzettingen van Tata Steel). Ter vergelijking, het aandeel duurzame energie voor Nederland bedraagt 5,9% in 2016.⁸

⁸ Voor Nederland geldt dat ook productie van duurzame energie van buiten de landsgrenzen wordt meegenomen zoals geïmporteerde biobrandstoffen voor transport en elektriciteit via wind op zee, zij het dat beide deelmarkten anno 2016 (nog) relatief klein zijn.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De duurzaamheidsambities van het coalitieakkoord zijn het vertrekpunt voor het programma Transitie Energie en Grondstoffen. Eén van de pijlers binnen dat programma is de Energietransitie, waarvoor de Beleidsagenda Energietransitie is opgesteld. Om de voortgang van de energietransitie binnen de provincie Noord-Holland te kunnen volgen heeft de provincie aan ECN Beleidsstudies gevraagd een kwantitatieve monitor te ontwikkelen en een eerste nulmeting uit te voeren. Op basis van deze monitor en de uitgevoerde nulmeting is deze “Staat van de energietransitie” opgesteld waarin de trend en huidige stand van zaken ten aanzien van de energietransitie in de provincie Noord-Holland zijn beschreven en geduid.

1.2 Beleidscontext

Samenhang met de Beleidsagenda Energietransitie

Het provinciale beleid voor energiebesparing en duurzame energie is neergelegd in de Beleidsagenda Energietransitie 2016-2021. Het belangrijkste beleidsdoel dat in deze agenda voor de provincie is verwoord luidt: ‘energieneutraal in 2050 en een zo groot mogelijke bijdrage aan de nationale doelen voor duurzame energie en energiebesparing in 2020 en 2023’. De Beleidsagenda heeft als ambitie een volledig duurzame energievoorziening in 2050. In de Staat van de transitie gaan we ervan uit dat dit grofweg betekent dat de provinciale CO₂-emissie tot vrijwel nul moet worden teruggebracht. De thema’s van de Staat van de transitie komen overeen met die van de Beleidsagenda Energietransitie. We monitoren de ontwikkeling van het energiegebruik en de CO₂-emissies van de gebouwde omgeving, de glastuinbouw en de industrie en daarnaast ook die van de sector mobiliteit en transport. Ook monitoren we de ontwikkeling van de belangrijkste duurzame energiebronnen en de ontwikkelingen op het gebied van warmte en koude. Tezamen geeft dit een beeld van de staat van de energietransitie in Noord-Holland.

Samenhang Routeplanner 2050, Ruimtelijke verkenningen, Omgevingsvisie en Staat van de Energietransitie

De Staat van de energietransitie en de Routeplanner 2050 vullen elkaar aan. De Staat van de energietransitie laat zien wat gerealiseerd is. De Routeplanner laat zien welke acties genomen kunnen worden om tot energieneutraliteit te komen, gebaseerd op de uitkomsten van deze monitor. Daarbij wordt zoveel mogelijk aangehaakt bij de berekeningen van het CBS en de nationale energieverkenning (NEV).

Ook de Ruimtelijke verkenningen van de energietransitie in de Metropoolregio Amsterdam en Noord-Holland Noord die de provincie recentelijk heeft laten doen, blikken vooruit naar respectievelijk 2040 en 2050. In die verkenningen gaat het met name om de vraag wat ruimtelijk mogelijk is. Ze vormen – net als de Routeplanner – input voor de Omgevingsvisie waarin de energietransitie één van de belangrijkste opgaven is. Met deze Staat van de energietransitie en het onderliggende monitoringssysteem kan later naar verwachting ook de voortgang ten aanzien van de doelen die in de Omgevingsvisie worden opgenomen ten aanzien van de energietransitie worden gemonitord.

1.3 Hoe deze Staat van de energietransitie te lezen

Deze Staat van de energietransitie brengt de trends over de afgelopen jaren en huidige *stand van zaken* ten aanzien van de energietransitie in beeld. Daarmee heeft de Staat een signalerende functie ten aanzien van de voortgang van de energietransitie. Hetgeen in de Staat is verwoord en dat gebaseerd is op het onderliggende monitoringssysteem is niet direct (causaal) te koppelen aan de effectiviteit van het provinciale beleid. Wel kan worden gesignaleerd waar de voortgang stagneert op basis waarvan eventueel besloten kan worden om nadere analyses uit te voeren.

Provinciale invloed op de energietransitie

De provincie is in de energietransitie één van de vele spelers. Er is een beperkt aantal zaken waarop de provincie direct kan sturen. Binnen wat wel kan, verschillen de mogelijkheden per sector. De Routeplanner geeft in dit kader een nader beeld van de provinciale handelingsperspectieven.

Gebouwde omgeving en glastuinbouw

In de gebouwde omgeving kan de provincie middelen beschikbaar stellen voor gezamenlijke kennisontwikkeling en kan ze met subsidies proberen gewenste investeringen uit te lokken. Vaak is de provincie ook degene die partijen met elkaar verbindt. Voor de glastuinbouw geldt grosso modo hetzelfde.

Industrie

Bij de industrie heeft de provincie deels meer mogelijkheden via de Vergunningverlening, Toezicht en Handhaving (VTH)-taak, maar juist bij de bedrijven met het hoogste energieverbruik kan deze taak niet ingezet worden, omdat deze bedrijven onder afspraken met het Rijk vallen. De provincie kan wel langs andere wegen bevorderen dat zij zich op de toekomst voorbereidt, bijvoorbeeld door te stimuleren dat zij samen met andere partijen, gebiedsgericht, de mogelijke transitiepaden verkent.

Mobiliteit en transport

Het merendeel van het beleid voor de sector mobiliteit en transport wordt gemaakt door de EU (voertuig- en brandstofeisen) en het Rijk (fiscaal beleid, overkoepelende doelen). Aanvullend kan de provincie toename van het aantal laadpalen en het aantal pompen voor alternatieve brandstoffen bevorderen. Middels een 'zero-emission' aanbesteding van het openbaar vervoer en het verduurzamen van de eigen infrastructuur, kan de reiziger duurzame keuzemogelijkheden worden geboden.

Bevordering duurzame energie

Voor de bevordering van duurzame energie kan de provincie binnen een aantal kaders van het rijk in hoofdzaak drie instrumenten inzetten: 1) ruimtelijke kaders die initiatiefnemers helderheid geven over wat wel en niet kan, 2) fondsen en andere instrumenten om innovatie te bevorderen,

en 3) netwerkend samenwerken zoals in de Greenports en in het kader van de Green Deals om krachten te richten en te bundelen en van elkaar te leren, vaak ook regionaal.

Zoals boven aangegeven, is de provincie sterk afhankelijk van andere partijen. Rollen die de provincie onder andere vervult, zijn die van verbinder, kennismakelaar, aanjager, toezichthouder, financier en eigenaar. Uiteindelijk zijn de beïnvloedingsmogelijkheden van de provincie op het verwezenlijken van de energietransitie relatief beperkt.

1.4 Monitor als groeimodel

De ontwikkelingen in de wereld van de energietransitie zijn talrijk en zo ook de indicatoren om deze ontwikkelingen te duiden. Op termijn kunnen nieuwe indicatoren ook voor de provincie interessante nieuwe inzichten opleveren die een verrijking kunnen zijn voor deze monitor. Daarom zien wij deze monitor als een groeimodel waar desgewenst thema's en indicatoren aan kunnen worden toegevoegd bijvoorbeeld naar aanleiding van landelijke discussies of een toekomstige landelijke monitor. Daarnaast is de kans aanwezig dat in de toekomst op grond van nieuwe inzichten blijkt dat bepaalde rekenmethoden aangepast moeten worden. Ook die worden dan in dit groeimodel meegenomen.⁹

Bij de totstandkoming van deze monitor is met provinciale sectorexperts gesproken over de inzichten die nodig zijn om het verloop van de energietransitie goed te kunnen volgen. Deze zijn vertaald naar indicatoren. Duidelijk werd echter dat niet voor al deze indicatoren op dit moment betrouwbare gegevens beschikbaar zijn. In de bijlage zijn indicatoren opgenomen die op termijn mogelijk opgenomen kunnen worden, maar waarvoor nu de gegevens nog ontbreken.¹⁰

1.5 Afbakening en betrouwbaarheid

In deze studie wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de Klimaatmonitor en daaraan gekoppelde berekeningen. De beschikbare provinciale cijfers van de Klimaatmonitor worden geanalyseerd en waar nodig aangevuld. De resultaten zijn afhankelijk van de soms beperkt beschikbare specifieke data over de provincie Noord-Holland. Mede daarom zoekt deze studie ook aansluiting bij (landelijke) resultaten en trends voortkomend uit het CBS en de Nationale Energieverkenning (NEV).

Deze monitor maakt gebruik van de meest recente cijfers over energie in de provincie Noord-Holland. Dit betekent dat er voor het overgrote deel gebruik wordt gemaakt van cijfers uit 2015, aangezien er veelal geen actuelere cijfers beschikbaar zijn. Deze monitor maakt onder meer gebruik van cijfers van het ECN, NEA, RIVM, RVO en TNO. Daarnaast is de belangrijkste bron het CBS. De door het CBS gehanteerde methoden worden circa eens in de vijf jaar bijgesteld. Wanneer het CBS een andere berekeningsmethode gaat gebruiken kan dat ertoe leiden dat de mate van doelbereik op termijn ook kan wijzigen. Als dit het geval is, zal dat in volgende versies van de Staat van de energietransitie duidelijk worden aangegeven.

De internationale luchtvaart en de zeescheepvaart zijn niet meegenomen in deze monitor, omdat deze sectoren buiten de provinciale (en rijks)verantwoordelijkheid vallen. Alleen de scheepvaart die aan Noord-Holland kan worden toegerekend, is meegenomen. Dit zijn de visserij, de recreatievaart, de binnenvaart en de zeescheepvaart voor zover toegekend aan de provincie.

⁹ Dit betreft aanpassingen op nationaal niveau die de provincie dan dient te volgen.

¹⁰ Een voorbeeld is de glastuinbouw, waar nog geen (volledig) gebruik gemaakt kan worden van gegevens van de Energiemonitor van de WU R en LEI.

De (grootschalige) elektriciteitssector is niet meegenomen in de berekeningen. In dit rapport gaat het om het zogenaamde finale energieverbruik, dat wil zeggen het eindverbruik van de onderscheiden economische en maatschappelijke sectoren. Hierin wordt het elektriciteitsgebruik meegenomen.

De CO₂-emissies van de industrie en de glastuinbouw zijn berekend volgens de internationaal gangbare IPCC-methode. Dit betekent dat alleen de directe CO₂-emissies die bij deze sectoren ontstaan zijn meegenomen en niet de indirecte CO₂ via ingekochte elektriciteit van het openbare net (die aan de elektriciteitssector wordt toegerekend). Bij de gebouwde omgeving (huishoudens en diensten) is de CO₂-emissie van de gebruikte elektriciteit wel benoemd. Daartoe is het elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de voor een bepaald jaar geldende CO₂-emissiecoëfficiënt (die onder meer afhankelijk is van de brandstofmix van de elektriciteitssector en de mate van import, zie de Appendix).

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de ontwikkelingen in de gebouwde omgeving met nadruk op het energieverbruik en de directe en indirecte CO₂-emissies. We behandelen de thema's energiebesparing, energielabels en warmtedistributie. Vervolgens gaan we in hoofdstuk 3 in op de ontwikkelingen in de industrie waar we Tata Steel separaat behandelen omdat Tata een zeer grote speler is in de provincie en zelfs in Nederland. In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op de sector glastuinbouw alsmede de landbouw qua opwekking van duurzame energie.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de trends in de transportsector en de verduurzaming hiervan voornamelijk via elektrificatie van het personenvervoer. Hoofdstuk 6, ten slotte, beschrijft de productie van duurzame energie in de provincie Noord-Holland verdeeld over drie subsectoren te weten duurzame elektriciteit, duurzame warmte en duurzaam gas.

In de hoofdstukken 2 t/m 6 wordt eerst de ontwikkeling van de indicator binnen Noord-Holland, ofwel: de trend besproken. Daarnaast wordt er een verklaring gegeven voor deze ontwikkeling en wordt er daar waar mogelijk gekeken naar verschillen en overeenkomsten van Noord-Holland in relatie tot landelijke data. De totale trends per sector worden opgenomen in de eerste paragraaf, die een duiding geeft van de belangrijke trends binnen de sector als geheel.

2. Gebouwde omgeving

De directe CO₂-uitstoot van de woningbouw is de afgelopen jaren afgenomen door een daling van het gasverbruik ten gevolge van energiebesparende maatregelen zoals Hr-ketels en bouw van meer energiezuinige woningen. De indirecte uitstoot ten gevolge van elektriciteit stijgt licht, maar dit komt door een veranderde brandstofmix in de elektriciteitsproductie en niet door een stijging van het elektriciteitsverbruik zelf.⁵ Het besparingstempo is circa 2,3% en daarmee vergelijkbaar met Nederland. Het energieverbruik van de provinciale woningvoorraad daalt ook maar langzamer met ongeveer 0,7% per jaar.

Door minder gasverbruik daalt het energieverbruik van de dienstensector eveneens. Gerelateerd aan gas neemt ook de CO₂-uitstoot af, maar door een naar verhouding hoger elektriciteitsgebruik en een stijgende emissiefactor van het Nederlandse elektriciteitspark blijft de uitstoot gelijk. Het besparingstempo in de dienstensector is hoger voor Noord-Holland dan voor Nederland (respectievelijk 2,3% en 1,0% per jaar).

Het huidige tempo van de daling van CO₂-emissies in de gebouwde omgeving is te laag om in 2050 te kunnen spreken van een nagenoeg CO₂-neutrale sector.

Eén van de grote opgaves voor de energietransitie ligt binnen de gebouwde omgeving. Deze sector omvat twee deelsectoren, namelijk de woningen/huishoudens en de utiliteitsbouw in de dienstensector.¹¹ De dienstensector omvat een grote diversiteit aan activiteiten en typen gebouwen, namelijk kantoren, winkels, scholen, zorginstellingen, sporthallen, hotels, restaurants, zwembaden, theaters en musea, maar ook bedrijfshallen van datacentra, garages en groothandel. Het energieverbruik van huishoudens is ongeveer 60% van het totale energieverbruik van de gebouwde omgeving. Het overige energieverbruik vindt plaats in de dienstensector.

2.1 Woningbouw/huishoudens

Het totale energieverbruik per woning ligt in Noord-Holland lager dan in Nederland. De reden is het hogere aandeel van meergezinswoningen in de totale woningvoorraad. Het verbruik van een meergezinswoning is lager dan van een eengezinswoning. Meer meergezinswoningen resulteert daarom in een lager gemiddeld verbruik. Anderzijds is het aandeel oudere woningen hoger in Noord-Holland wat een verhogend effect heeft op het energieverbruik. Het effect van het aandeel

¹¹ De utiliteitsbouw omvat alle gebouwen die geen woningen zijn, maar alleen de utiliteitsgebouwen in de SBI sectoren G t/m U maken deel uit van de dienstensector en rekenen we tot de gebouwde omgeving. Het energieverbruik van utiliteitsgebouwen in de landbouw en de industrie hoort bij die sectoren.

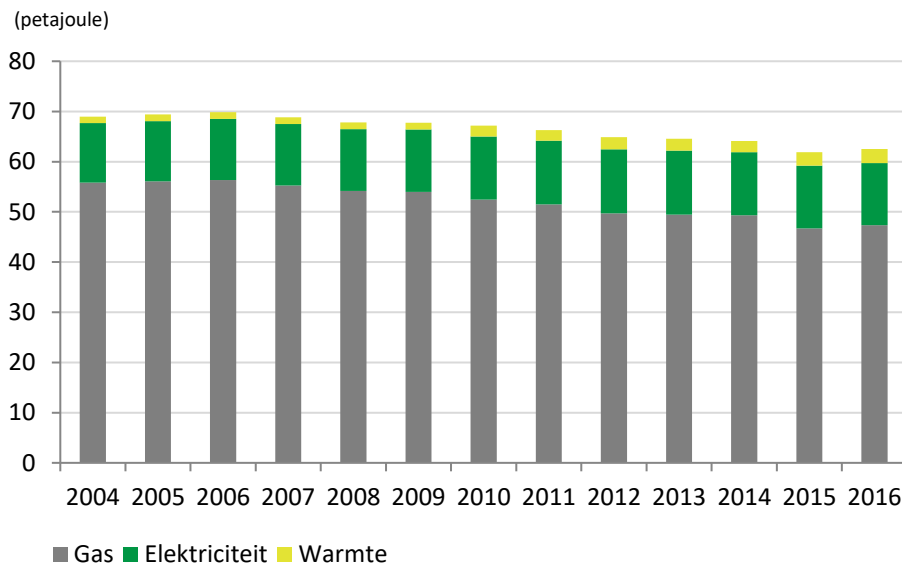
eengezins/meergezinswoningen blijkt groter dan het effect van de leeftijdsopbouw waardoor het verbruik lager ligt in Noord-Holland dan in Nederland.

2.1.1 Totaal energieverbruik woningen

Het energieverbruik van woningen in Noord-Holland ligt rond de 65 petajoule, waarbij gas de grootste bijdrage heeft. Er is sprake van een daling in het temperatuur gecorrigeerde gasverbruik.¹² De afname is het gevolg van energiebesparing door betere isolatie en het vervangen van Cv-ketels door Hr-ketels en omdat steeds meer woningen worden aangesloten op een warmtenet.

Door tegengestelde ontwikkelingen is het elektriciteitsverbruik de afgelopen jaren vrijwel gelijk gebleven: door de groei van het aantal woningen en een toename van elektrische apparaten groeit het elektriciteitsverbruik, maar aan de andere kant worden apparaten steeds zuiniger door bijvoorbeeld het Europese Ecodesign beleid.

Figuur 4 Totaal energieverbruik van de woningvoorraad in Noord-Holland (Klimaatmonitor, 2017)

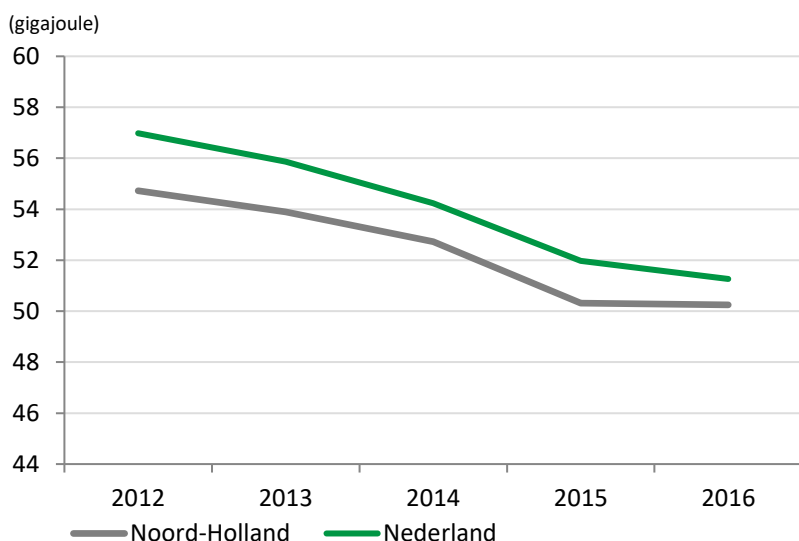


Gemiddeld verbruik per bestaande woning

Het type woning is van belang voor het verbruik van een woning. Het gemiddelde verbruik van woningen ligt in Noord-Holland lager dan het landelijk gemiddelde. Het relatief hoge aandeel meergezinswoningen en de naar verhouding beperktere omvang van woningen in Noord-Holland hebben een verlagend effect op het energieverbruik maar de leeftijdsopbouw juist weer een verhogend effect.

¹² Dit houdt in dat het gasverbruik wordt gecorrigeerd voor fluctuaties in temperatuur, bijvoorbeeld in het geval van een koude winter wordt het gasverbruik naar beneden bijgesteld en vice versa in een warme winter.

Figuur 5 Gemiddeld energieverbruik per woning, Noord-Holland en Nederland (CBS, 2017)

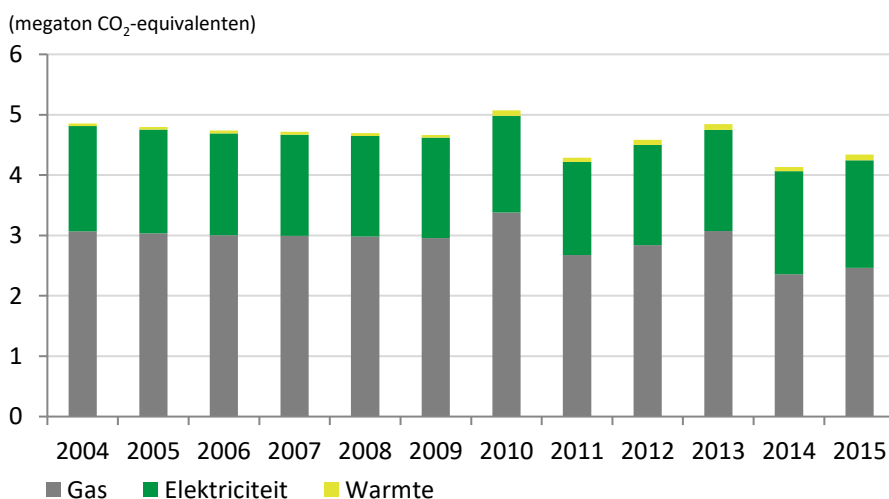


2.1.2 CO₂-emissies van woningen

De directe CO₂-emissies gerelateerd aan het gasverbruik laten een daling zien.¹³ Aan de andere kant is er een stijging van indirecte emissies gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik, terwijl het totale elektriciteitsverbruik gelijk blijft. De reden is dat door veranderingen in de Nederlandse elektriciteitsopwekking de CO₂-emissiefactoren gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik omhoog gaan.¹⁴

Het effect van de lagere CO₂-emissies door minder gasverbruik weegt zwaarder dan de stijging van CO₂-emissies door de hogere emissiefactor van elektriciteit.

Figuur 6 Totale directe en indirecte CO₂-uitstoot van woningen in Noord-Holland (gas- en totaalverbruik zijn niet temperatuurgecorrigeerd en leiden dus tot fluctuaties in de uitstoot) (Klimaatmonitor, 2017)



¹³ De CO₂-uitstoot ten gevolge van het energieverbruik van woningen wordt in lijn met internationale afspraken niet temperatuur gecorrigeerd.

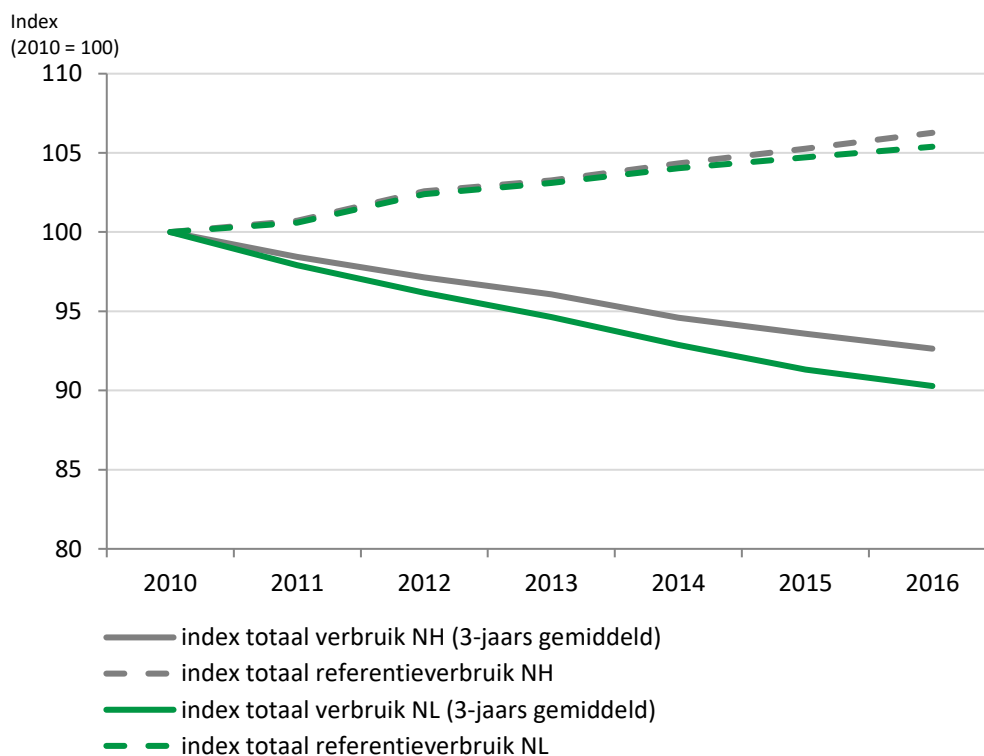
¹⁴ Het elektriciteitsverbruik wordt vermenigvuldigd met de voor een bepaald jaar geldende CO₂-emissiecoëfficiënt, die onder meer afhankelijk is van de brandstofmix (kolen, aardgas, etc.) van de elektriciteitssector en de mate van import. De laatste jaren is er een beperkte verschuiving van aardgas naar kolen zichtbaar waardoor de emissies van het Nederlandse park per eenheid elektriciteit zijn toegenomen. Zie Appendix 8.5 voor deze factoren.

2.1.3 Energiebesparing binnen de huishoudens

De besparing wordt berekend door het feitelijke energieverbruik te vergelijken met een berekend referentieverbruik. Dit is het energieverbruik dat zou resulteren op grond van de toename van het aantal woningen indien daarbij geen sprake zou zijn van efficiencyverbetering. In de praktijk spelen ook andere factoren een rol, zoals veranderingen in de woninggrootte, het toenemende gebruik van elektriciteit voor ruimteverwarming en voor de productie van warm water, en een veranderend apparatenbezit. Dit maakt energiebesparing een moeilijk exact te berekenen begrip.

Ter bepaling van het referentieverbruik van huishoudens wordt het energiegebruik opgesplitst in ruimteverwarming, warm water en elektriciteit.¹⁵ Het verschil tussen het referentieverbruik en het werkelijk verbruik in Noord-Holland in 2016 was ruim 9 petajoule, wat overeenkomt met een gemiddeld besparingstempo van 2,3% per jaar (voor Nederland is dit tempo 2,5%). De besparing op gasgebruik is de overheersende factor bij de huishoudens. Het is goed hierbij te bedenken dat voor een voortgaande reductie steeds ingrijpendere maatregelen moeten worden getroffen.

Figuur 7 Werkelijke en referentieverbruiken van huishoudens in Noord-Holland en in Nederland¹⁶



¹⁵ De verbruiken voor ruimteverwarming zijn gecorrigeerd voor temperatuur. Voor de ontwikkeling van het referentieverbruik worden verschillende energiegerelateerde activiteiten gebruikt, namelijk:

- Aardgas voor ruimteverwarming: aantal woningen met een gasaansluiting
- Stadswarmte voor ruimteverwarming: aantal woningen met een warmte-aansluiting
- Aardgas voor warm water: aantal inwoners
- Elektriciteitsverbruik: aantal inwoners

Gecombineerd geven deze referentieverbruiken het totale referentieverbruik. Dit wijkt af van het Protocol Monitoring Energiebesparing (PME) omdat daarin een index voor het bezit van elektrische apparaten wordt gebruikt. Zie Appendix 8.7 voor een beschrijving van het begrip energiebesparing in de context van deze studie.

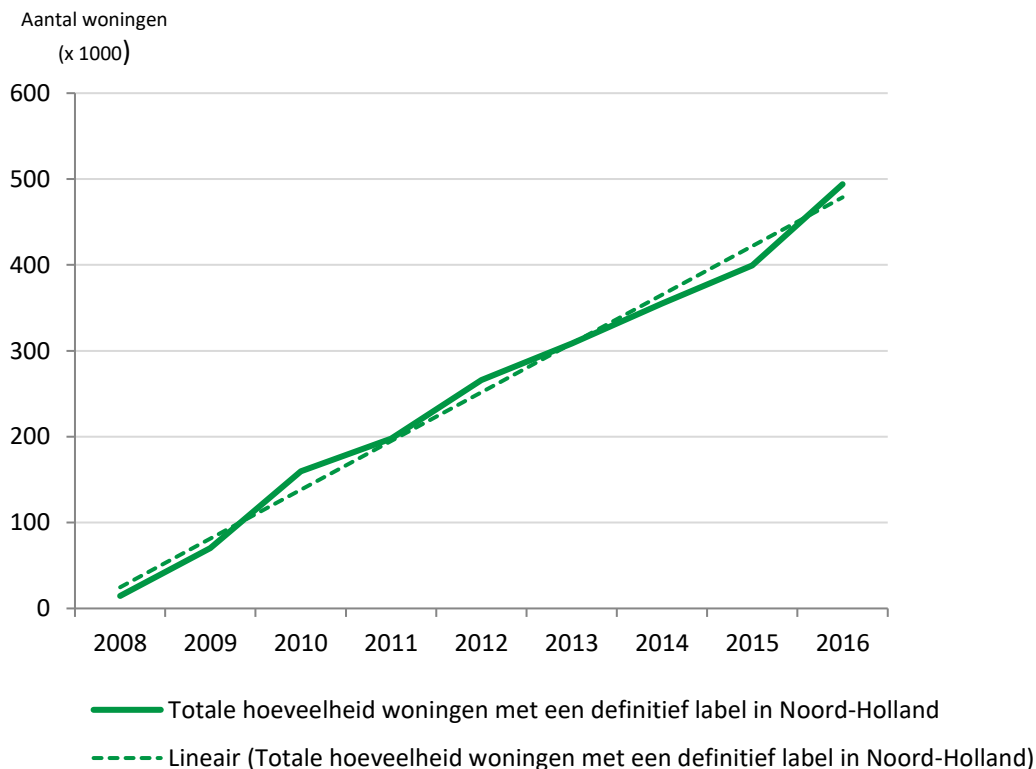
¹⁶ De betrouwbaarheid is relatief laag. Voor het vaststellen van de referentieverbruiken worden energiegerelateerde grootheden gebruikt. Hierbij wordt dus aangenomen dat het referentie energieverbruik ontwikkelt met deze grootheid.

Energielabels woningen

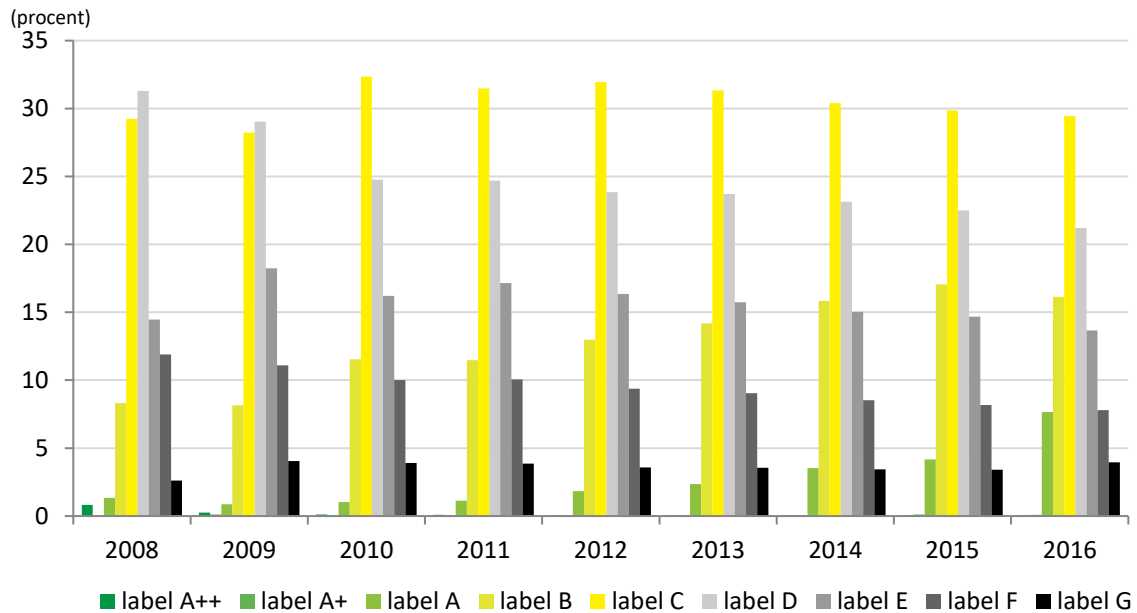
Sommige eigenaren hebben geïnvesteerd in energiebesparing waardoor het verbruik van hun woning is afgenomen. De mate van besparing wordt weergegeven door energielabels die variëren van A++ tot G. In 2015 heeft elke eigenaar een schrijven gekregen met daarin het voorlopige label gebaseerd op woningtype en bouwjaar. Indien eigenaren investeren in energiebesparing, krijgt hun woning in principe een hoger energielabel. Wanneer de maatregelen zijn genomen, krijgt de woning na registratie een definitief label.

Het aantal woningen met een definitief label stijgt de laatste jaren. Waren dit er in 2008 nog 15.000, in 2016 waren dit er 500.000. Ongeveer 38% van de woningvoorraad in Noord-Holland heeft nu een definitief label. Dit is vergelijkbaar met Nederland (37%). Uit de procentuele verdeling blijkt dat het aandeel woningen met label A++, A+ A en B toeneemt. Daartegenover neemt het aandeel van woningen met label D, E en F af. Op basis van deze aandelen is nog niet te zeggen dat de woningen in Noord-Holland er ook energetisch op vooruitgaan, omdat dit ook kan komen door de toename van het aantal geregistreerde energielabels (de aandelen nemen slechts toe omdat er meer registraties zijn van het betreffende label).

Figuur 8 Totale hoeveelheid woningen met een definitief label in Noord-Holland en trend (naar Klimaatmonitor, 2017)



Figuur 9 Verdeling van de definitief gelabelde woningen over de verschillende labels in Noord-Holland (naar Klimaatmonitor, 2017)

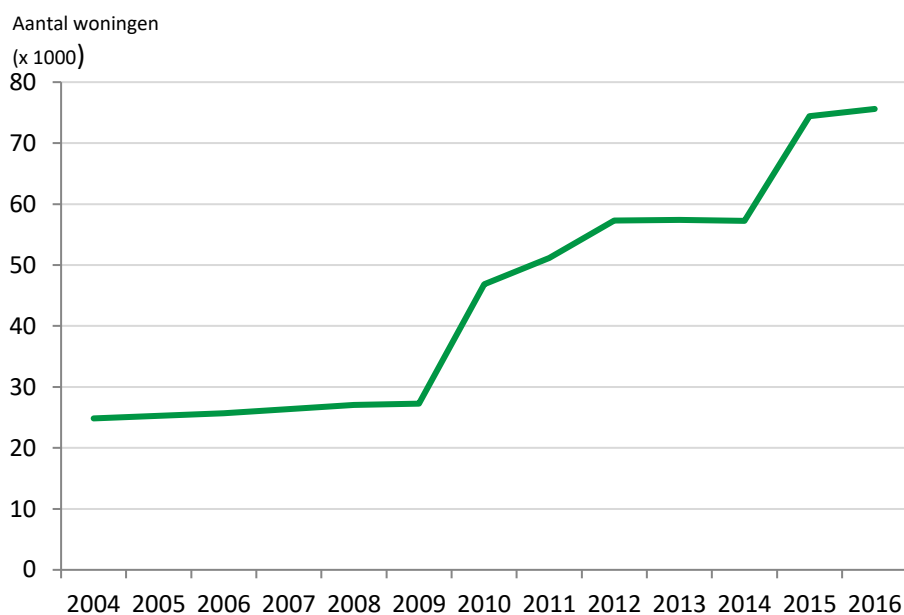


Aardgasvrije- en energieneutrale woningen

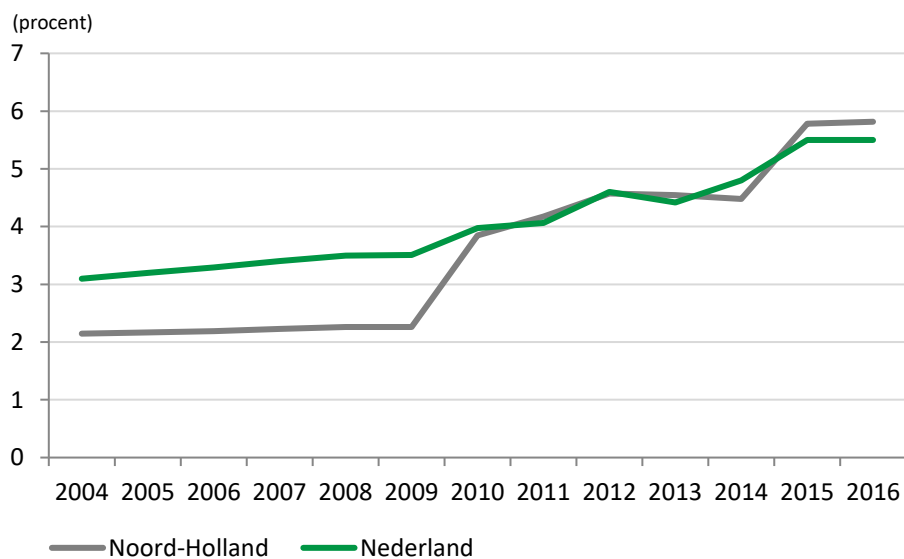
Ter bepaling van het aantal en de verwarmingswijze van aardgasvrije woningen zou onderscheid gemaakt moeten worden tussen woningen die zijn aangesloten op een warmtenet, 'all-electric' woningen en woningen die zijn aangesloten op een groen gasnet. De beschikbare informatie is echter beperkt: de Klimaatmonitor geeft wel een schatting van het aantal woningen op een warmtenet, maar gaat ervan uit dat alle woningen buiten het gasnet zijn aangesloten op een warmtenet.

De afgelopen jaren is er een sterke stijging van woningen met een aansluiting op een warmtenet vooral omdat vanaf 2009 het Afval Energie Bedrijf (AEB) warmte is gaan leveren aan Amsterdam-Noord en West. Noord-Holland bevindt zich qua aansluitingen op een warmtenet op ongeveer hetzelfde niveau als Nederland. In de periode 2004-2009 lag het aandeel ongeveer 1% lager dan het Nederlandse gemiddelde, maar in 2015 ligt het aandeel ongeveer 0,5% hoger.

Figuur 10 Woningen met een aansluiting op een warmtenet in Noord-Holland (Klimaatmonitor, 2017)¹⁷



Figuur 11 Relatief aandeel woningen op een warmtenet voor Nederland en Noord-Holland (Klimaatmonitor, 2017)



2.2 Dienstensector

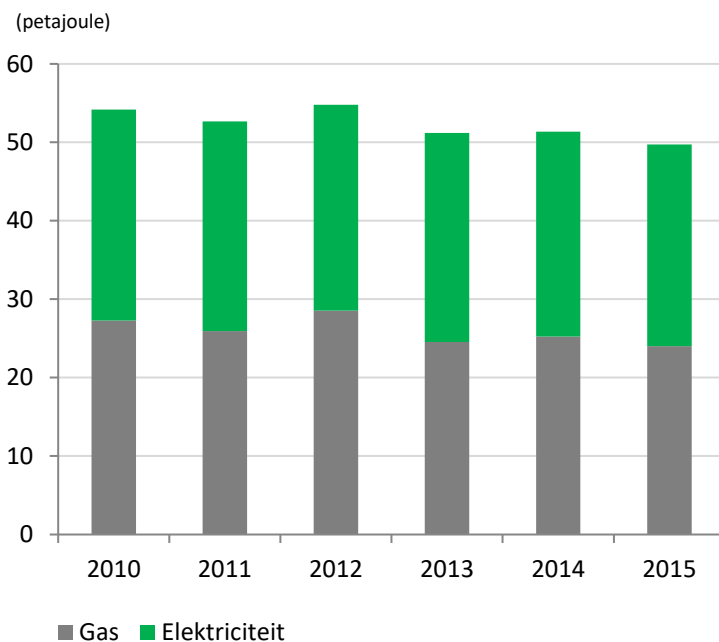
De trends in de dienstensector zijn vergelijkbaar met die in de woningbouw: een daling in het gasverbruik en een vrijwel gelijkblijvend elektriciteitsverbruik.

¹⁷ Data zijn onzeker. Er zijn woningen die op geen enkel netwerk zijn aangesloten en er is een verschil tussen de 'top-down' (Klimaatmonitor) en de 'bottom-up' benadering voor het aantal aansluitingen en de levering van warmte (zie ook Appendix 8.4).

2.2.1 Totaal energieverbruik dienstensector

Vergeleken met de woningbouw is in de dienstensector een groter deel van het totale energieverbruik gerelateerd aan elektriciteitsverbruik. Voor de woningbouw is dit 20% en voor de dienstensector 50%. De overige energievraag binnen de dienstensector wordt ingevuld door middel van gas.¹⁸ Er is een dalende trend van het totale energieverbruik. Hierbij is het gasverbruik temperatuur gecorrigeerd. De reden voor de daling is een afname in het gasverbruik door energiebesparende maatregelen zoals isolatie en het vervangen van Cv-ketels door Hr-ketels. Daarnaast blijft het elektriciteitsverbruik constant over de jaren waardoor het totale energieverbruik daalt.

Figuur 12 Totaal energieverbruik van de dienstensector (Klimaatmonitor, 2017)



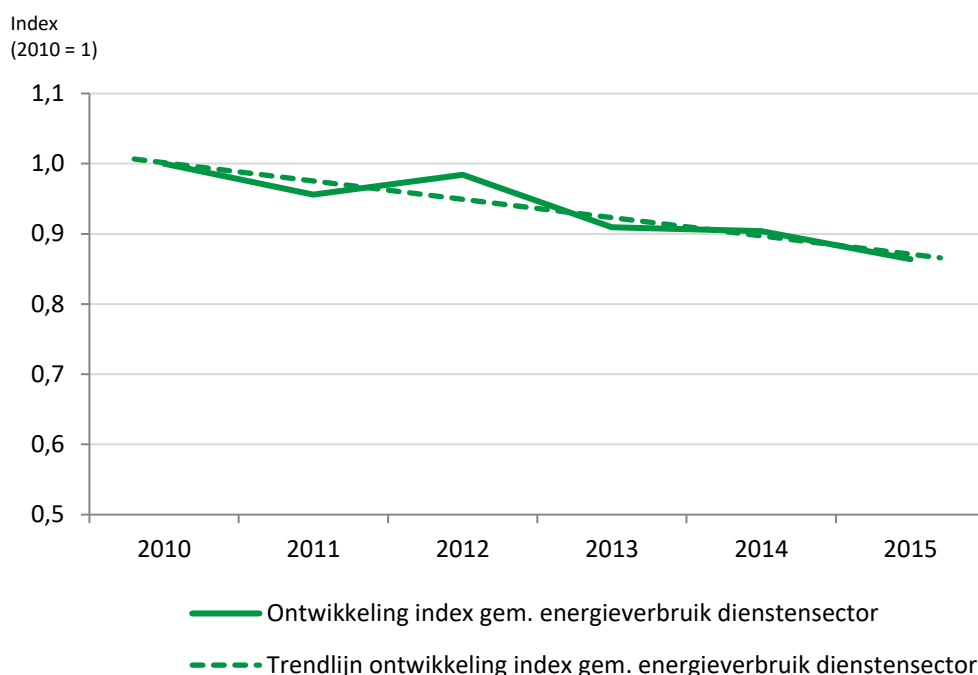
Index voor gemiddeld energieverbruik per vierkante meter

Het verbruik per m² gebouwoppervlak wordt weergegeven middels een index, omdat de vloeroppervlaktes van de verschillende typen gebouwen binnen de dienstensector niet met zekerheid bepaald konden worden.¹⁹ Uit de trendlijn blijkt dat er door besparing een dalende trend is in het energieverbruik wat overeenkomt met de trend in de Monitor Energiebesparing Gebouwe omgeving voor rijksgebouwen (RVO & ECN, 2016).

¹⁸ Het aandeel warmte voor de dienstensector is niet beschikbaar via de Klimaatmonitor, en ook niet via de ECN warmtemonitor waar de warmtelevering per warmtenet voor klein- en grootverbruikers is gecombineerd.

¹⁹ Hiervoor moeten gebruiksfuncties toegekend worden aan de vloeroppervlaktes van de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG), maar de bestaande indeling in gebruiksfuncties komt niet één op één overeen met de categorieën van de BAG.

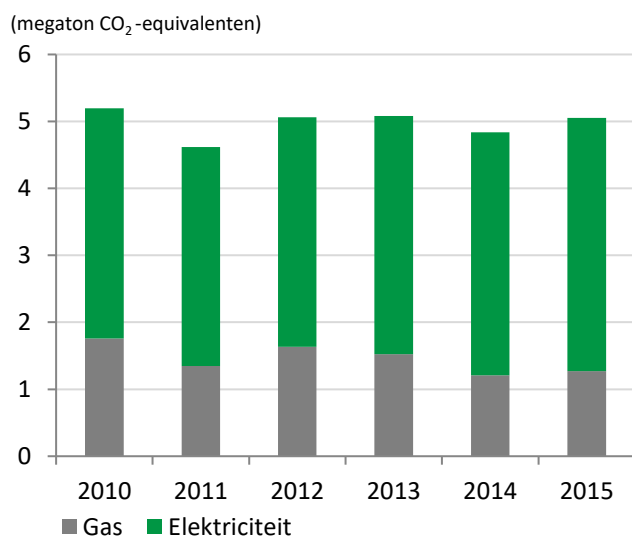
Figuur 13 Ontwikkeling van het totale energiegebruik per m² in de dienstensector en trend²⁰



2.2.2 CO₂-emissies dienstensector

De daling van het gasverbruik resulteert ook in een daling van de CO₂-uitstoot. Deze daling wordt (deels) gecompenseerd door een stijging vanwege veranderingen in de Nederlandse elektriciteitsopwekking die doorwerkt via het elektriciteitsverbruik. Omdat elektriciteit een groter aandeel heeft in het energieverbruik van de dienstensector dan bij de huishoudens het geval is, is de invloed van de verandering in de elektriciteitsopwekking op de indirecte CO₂-uitstoot ook groter.

Figuur 14 Directe en indirecte CO₂-uitstoot van de dienstensector in Noord-Holland (Klimaatmonitor, 2017)



²⁰ Er is veel onzekerheid over de vloeroppervlaktes van de verschillende typen gebouwen in de dienstensector. Daardoor is ook deze indicator minder zeker.

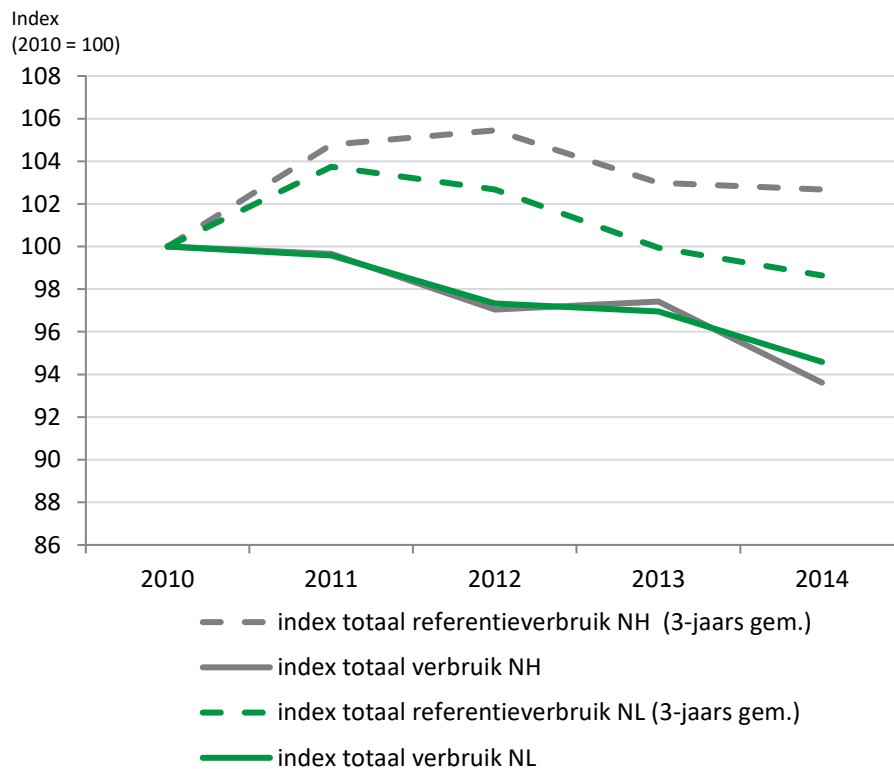
2.2.3 Energiebesparing binnen de dienstensector

De dienstensector omvat diverse deelsectoren met elk hun eigen karakteristieken. Om hieraan recht te doen, moet per subsector een relevante activiteit worden gekozen voor het bepalen van de efficiencyverbetering (zoals aantal banen, aantal leerlingen etc.). De ontwikkeling van deze energiegerelateerde activiteiten bepaalt de trend in zowel het jaarlijkse gas- als het elektriciteitsverbruik binnen de subsector, waarbij het gasverbruik voor temperatuur wordt gecorrigeerd. De energiegerelateerde activiteiten²¹ voor de subsectoren zijn als volgt:

- Handel, vervoer en horeca: omzet van de subsector
- Zakelijke dienstverlening: omzet van de subsector
- Overheid: aantal banen
- Onderwijs: aantal leerlingen
- Zorgsector: aantal banen
- Overige dienstverlening: aantal banen

Figuur 15 laat zien hoe de werkelijke en de referentieverbruiken voor de dienstensector in Noord-Holland en Nederland zich hebben ontwikkeld sinds 2010. Er zijn nog niet voldoende gegevens beschikbaar over ontwikkelingen van de energiegerelateerde activiteiten om de energiebesparing te kunnen berekenen voor 2015. Het verschil tussen het referentieverbruik en het werkelijk verbruik in Noord-Holland in 2014 was bijna 4,8 PJ. Het gemiddelde besparingstempo ten opzichte van 2010 in 2014 was 2,3%. Voor Nederland is dit tempo 1,0%. Op basis van de huidige informatie kan het verschil niet verklaard worden; wel moet worden aangetekend dat de monitor een relatief korte periode betreft, en dat een langere reeks mogelijk tot andere resultaten leidt.

Figuur 15 Werkelijke en referentieverbruiken voor de dienstensector in Noord-Holland en in Nederland (2010 = 100)



²¹ Gecombineerd leveren deze referentieverbruiken het totale referentieverbruik op. Overblijvende structureffecten zijn divers, zoals verandering van het gebouwoppervlak per werknemer, per leerling of per euro omzet, of door een sterke toename van het gebruik van ICT en andere elektrische apparaten.

3. Industrie

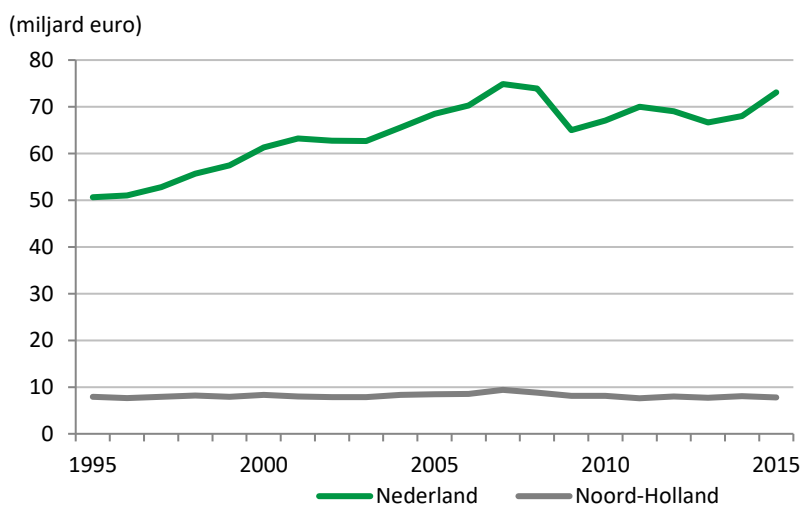
De afgelopen jaren was het industriële energieverbruik in Noord-Holland tamelijk stabiel. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het energieverbruik volgt deze trend, waardoor deze ook maar beperkt varieert. Energie wordt voornamelijk verbruikt door industrieën die vallen onder het ETS: een emissiehandelssysteem voor grote industriële bedrijven en de energiesector in Europa. In Noord-Holland valt onder andere Tata Steel onder dit systeem. Omdat Tata Steel een zeer groot verbruiksdeel kent ten opzichte van de rest van de industrie in de provincie, wijkt het beeld van de industrie in Noord-Holland af van het landelijk beeld.

3.1 Energieverbruik industrie

Het energieverbruik van de industrie in Noord-Holland is in de laatste jaren redelijk constant gebleven. Er zijn van jaar tot jaar wel veranderingen zichtbaar, mogelijk gerelateerd aan bedrijfseconomische omstandigheden. Over het geheel is de industrie als sector in Noord-Holland de afgelopen 20 jaar minder hard gegroeid dan in Nederland als geheel (zie figuur onder). Het verbruik van Tata Steel domineert het energieverbruik.

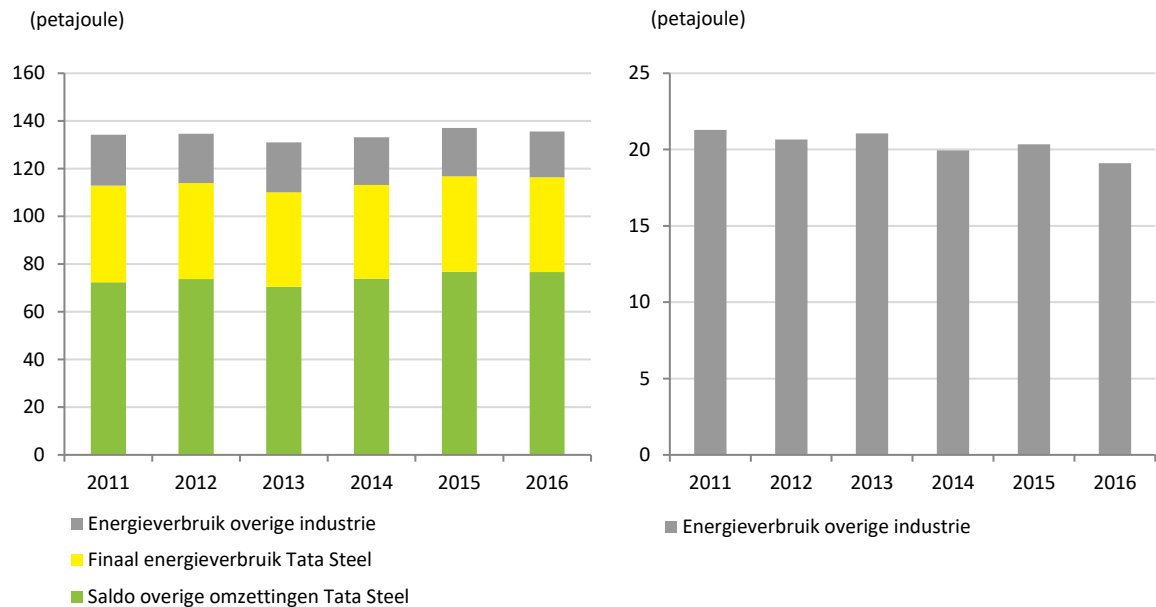
Figuur 16 laat zien dat de bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen van de industrie in Noord-Holland in 2015 7,8 miljard euro bedroeg. Noord-Holland heeft sinds 1995 niet deelgenomen aan de groei van de toegevoegde waarde van de Nederlandse industrie (zie Figuur 16).

Figuur 16: Ontwikkeling van de bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen van de industrie in Nederland en Noord-Holland CBS (2017)



In Figuur 17 wordt een schatting voor het energieverbruik van de industrie in Noord-Holland weergegeven.²² De energiebesparing binnen de industrie kan niet getoond worden, omdat er geen accurate statistiek is van de industriële productie op provinciaal niveau.

Figuur 17 Links: Geschat industrieel energieverbruik in Noord-Holland (op basis van CBS (2017) en de Klimaatmonitor (2017)). Rechts: Geschat finaal industrieel energieverbruik in Noord-Holland excl. Tata Steel.



De energiestromen binnen de industriële sector zijn complex door een diversiteit aan energiedragers en eigen opwekking door middel van warmtekrachtkoppeling (WKK²³) installaties. De gegevens voor het finale energieverbruik van Tata zijn voornamelijk gebaseerd op CBS data voor de IJzer- en Staal industrie, waarbij is verondersteld dat de energiedata voor deze sector de energiestromen binnen Tata Steel beschrijven. Daarnaast is gebruik gemaakt van de CBS data voor de sectoren Basismetalaal en cokesfabrieken om een inschatting te maken van het saldo overige omzettingen binnen Tata Steel. Het verbruik van gas en elektriciteit voor de totale industrie in Noord-Holland is gebaseerd op gegevens uit de Klimaatmonitor van Rijkswaterstaat. Dit verbruik is inclusief de sectoren bouwnijverheid.

3.2 CO₂-emissies industrie

De CO₂-emissies van de industrie vertonen eenzelfde trend als het energieverbruik en zijn in de periode 2011-2015 tamelijk stabiel. De CO₂-emissies zijn het gevolg van het verbruik van fossiele brandstoffen. Emissies door elektriciteitsverbruik worden conform IPCC niet toegekend aan de sector industrie.

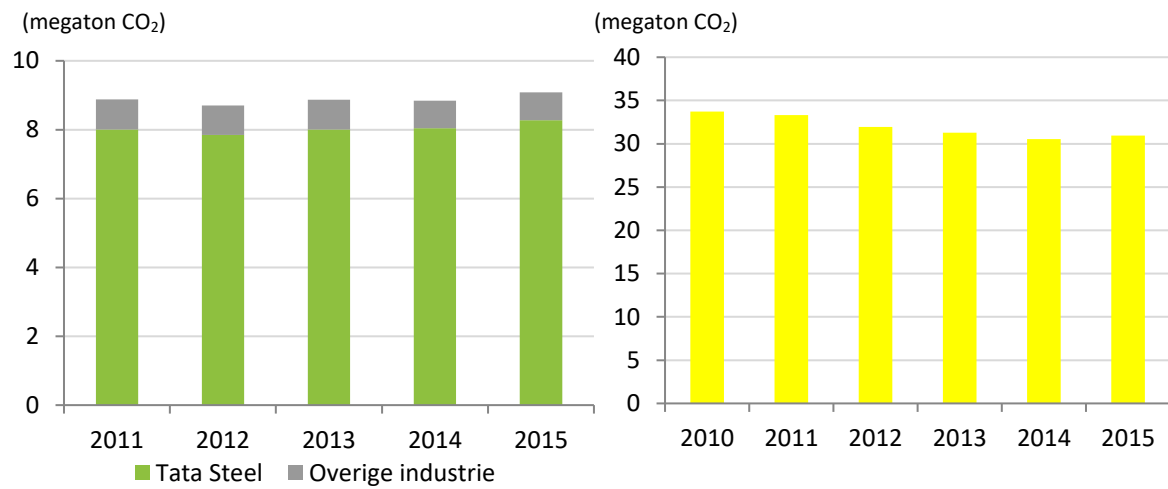
²² Het energieverbruik bestaat uit het finale energieverbruik en het saldo van energieomzettingen. Bij energieomzettingen in de industrie gaat het bijvoorbeeld om omzetting van aardgas in warmte en elektriciteit via warmtekrachtkoppeling, of de omzetting van kolen in cokesovengas.

²³ Warmtekrachtkoppeling (WKK) is het gelijktijdig opwekken van elektriciteit en warmte met een speciaal daarvoor bedoelde installatie die op aardgas wordt gestookt. WKK-installaties staan vooral in de industrie en de glastuinbouw. In de glastuinbouw wordt de geproduceerde CO₂ doorgaans ook nuttig gebruikt. Vaak wordt een deel van de elektriciteit aan het openbare net geleverd. Om een WKK-installatie op aardgas te kunnen vervangen door een duurzamere oplossing, moet er zowel een (rendabel) alternatief zijn voor de benodigde warmte als de benodigde elektriciteit, en in de glastuinbouw ook de benodigde CO₂.

De industrie in de provincie is verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van de industriële emissies in Nederland. Dit hangt samen met de relatief hoge emissies van Tata Steel.

Net als bij het energieverbruik is ook de nauwkeurigheid waarmee de CO₂-emissies kunnen worden bepaald relatief laag. De diversiteit aan productieprocessen, energiedragers, conversies en stromen die van/naar de industrie gaan, zorgt ervoor dat de vaststelling van de CO₂-emissies complex is.

Figuur 18 Links: geschatte CO₂-emissies van gasverbruik en overige energiedragers (excl. elektriciteit) binnen de Noord-Hollandse industrie op basis van de Klimaatmonitor (Rijkswaterstaat, 2017²⁴) en NEA (2017). Rechts: CO₂-emissies van de Nederlandse industrie (incl. bouwnijverheid) (Schoots, Hekkenberg, Hammingh, 2017)



3.3 Verdeling aantal industriële bedrijven naar categorie

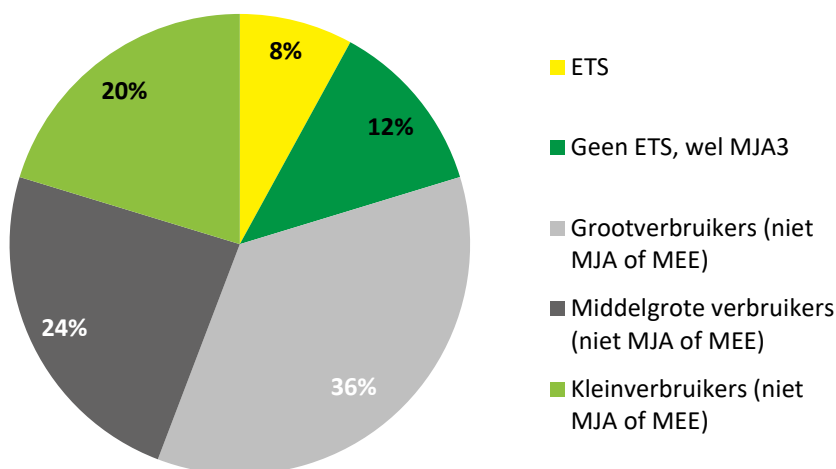
In 2015 waren er in totaal 138 industriële bedrijven in Noord-Holland die onder het provinciaal bevoegd gezag vielen (Menkveld en Sipma, 2017²⁵). Binnen deze groep bedrijven is er een relatief kleine groep bedrijven (8%) die verantwoordelijk is voor een groot deel van het energieverbruik (86%), dit zijn bedrijven die vallen onder het Europese emissiehandelsstelsel (ETS). Naast het ETS bestaan er verschillende nationale en Europese programma's om energiebesparing binnen de industrie te stimuleren, bijvoorbeeld de Meerjarenaafspraken Energy-efficiency ETS-ondernemingen (MEE) of de Meerjarenaafspraken Energy-efficiency 2001-2020 (MJA3). Een groot deel van de groep bedrijven onder het provinciaal bevoegd in Noord-Holland (80%) valt onder geen van deze programma's, maar deze groep vertegenwoordigt een relatief klein deel van het energieverbruik (4.2%).

De rol van de provincie met betrekking tot de stimulering van energiebesparing komt dan vooral tot uitdrukking door middel van het handhaven van de energiebesparingsverplichting uit de Wet Milieubeheer en de auditplicht uit de Energy Efficiency Directive (EED) (indien van toepassing). Zoals gezegd draagt deze grote groep bedrijven beperkt bij aan het totale energieverbruik.

²⁴ Klimaatmonitor, <https://klimaatmonitor.databank.nl/>, 2017

²⁵ https://data.noord-holland.nl/jive?presel_code=thema_bevolking&cat_open_code=cijfers_extern

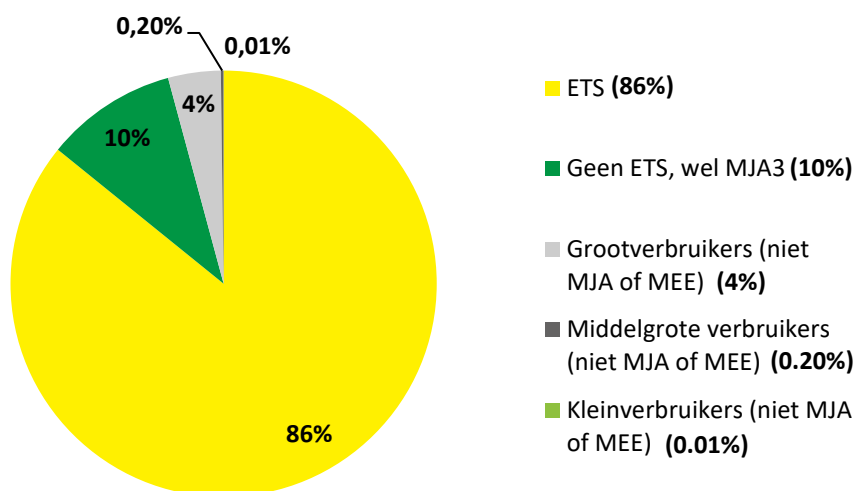
Figuur 19 Verdeling van aantal bedrijven waarvoor provincie NH bevoegd gezag is voor het jaar 2015. Data zijn afkomstig uit een éénmalige studie van het ECN (Menkveld en Sipma, 2017)



3.3.1 Verdeling energieverbruik naar categorie

Wanneer het finaal energieverbruik wordt verdeeld over de categorieën van bedrijven met de provincie als bevoegd gezag, blijkt dat de bedrijven die deelnemen aan het ETS veruit het grootste deel van het energieverbruik voor hun rekening nemen. Een relatief kleine groep bedrijven heeft dus een groot aandeel in het totale energieverbruik. De provincie heeft maar beperkte invloed op deze bedrijven. Wel kan de provincie bevorderen dat ze zich op de toekomst voorbereiden, bijvoorbeeld door samen met deze bedrijven, gebiedsgericht, de mogelijke transitiepaden te verkennen.

Figuur 20 Verdeling finaal energieverbruik van bedrijven waarvoor de provincie Noord-Holland in 2015 bevoegd gezag was (Menkveld en Sipma, 2017)



4. Glastuinbouw

Het beeld dat ontstaat ten aanzien van de energietransitie in de glastuinbouw is dat de sector sterk in beweging is. Gunstige kansen voor geothermie in de provincie hebben geleid tot groei van de productie van duurzame energie in de vorm van duurzame warmte, al is de absolute bijdrage aan de energievoorziening en CO₂-emissiereductie nog zeer beperkt (minder dan 0,5%).

Verschuivingen in type teelt hebben geleid tot een kleiner aandeel (snij)bloemen die een hoge elektriciteitsvraag kennen, en een groter aandeel groenten die veeleer warmte nodig hebben. Dit, in combinatie met de lage marktprijzen voor stroom, leidt tot minder inzet van warmtekrachtkoppeling (WKK) en vervolgens minder verkoop van stroom.

De jaarlijkse CO₂-emissies zijn in de periode 2010-2016 licht gedaald, maar een significant deel hiervan kan worden toegeschreven aan de relatief warme jaren aan het eind van de beschouwde periode. De trends in de glastuinbouw in Noord-Holland zijn voor wat betreft de veranderingen in typen teelt, energie en CO₂ dezelfde als voor Nederland.

De glastuinbouw kenmerkt zich door snelle veranderingen, innovatie en schaalvergroting. Na jaren van krimp maakt de sector in Noord-Holland weer een groei door. In de laatste jaren is er een verschuiving opgetreden in het type teelt. Dit heeft geresulteerd in minder (snij)bloemen en meer groenten dan voorheen. Het totale energieverbruik bedraagt ongeveer 9-10 petajoule en is redelijk constant gebleven de laatste jaren. Opvallend is een verschuiving binnen het gasverbruik: minder inzet in WKK-installaties en meer in gasketels met als gevolg minder stroomproductie en verkoop van stroom. Naar verwachting zet deze trend zich de komende jaren door.

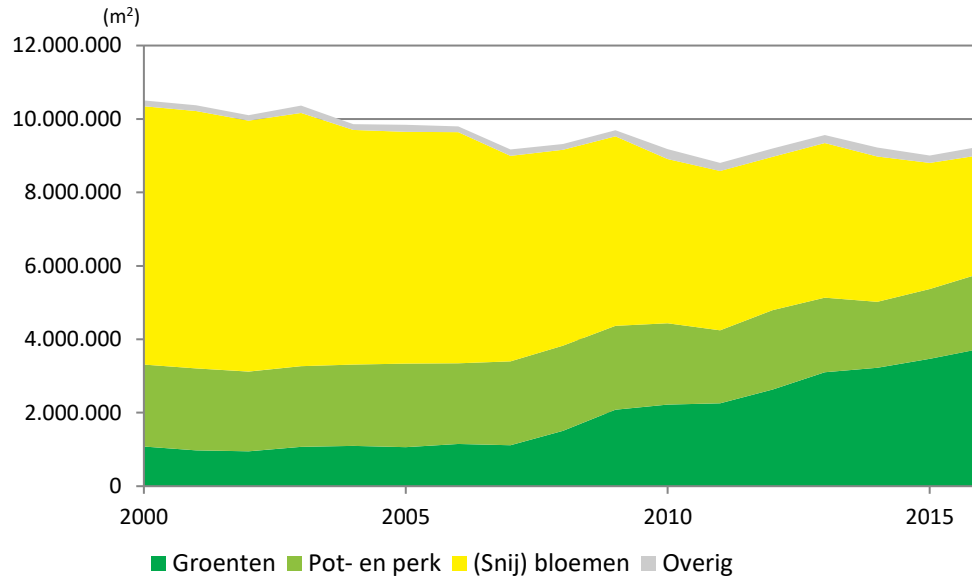
Ten slotte wordt opgemerkt dat de glastuinbouw qua energie de landbouw in de provincie domineert en dat de andere deelsectoren in de landbouw als de bloembolsector (incl. broeierijen), akkerbouw, visserij en veeteelt een minder omvangrijke energievraag en (duurzaam) opwekpotentieel kennen. Het verbruik binnen de landbouw maar buiten de glastuinbouw wordt geschat op ongeveer 7-9 PJ.

4.1 Energieverbruik glastuinbouw

Het energieverbruik wordt onder andere bepaald door de kasarealen per type teelt. Deze zijn weergegeven in Figuur 21. Na jaren van krimp maakt de sector weer een groei door. Het provinciale kasoppervlak betreft ongeveer 10% van het landelijke areaal. De verschuiving van

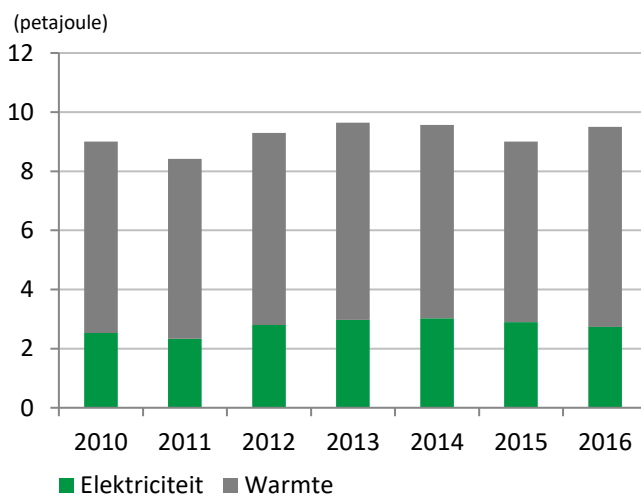
relatief minder (snij)bloemen naar meer groenten is dezelfde als in Nederland, met dien verstande dat de ontwikkeling in de provincie enkele jaren later op gang is gekomen.

Figuur 21 Kasoppervlak glastuinbouw Noord-Holland naar type teelt (CBS, 2017)



Het energieverbruik is de optelling van het elektriciteitsverbruik en (nuttig²⁶) warmteverbruik rekening houdende met de in- en verkoop van stroom. Het verbruik is een resultante van een groot aantal in de tijd sterk wisselende factoren als het kasareaal, type teelt, marktprijs van stroom, marktprijs van teeltproducten, conversierendement elektriciteitsproductie, temperatuur en dergelijke. Echter, te zien is dat het totale verbruik vrij constant is en ruim 9 PJ bedraagt. De verschuiving van de teelt van (snij)bloemen naar groenten resulteert de facto in minder elektriciteitsverbruik en meer warmteverbruik.

Figuur 22 Geschat jaarlijks nuttig energieverbruik in de glastuinbouw voor de provincie Noord-Holland verdeeld over elektriciteit en warmte



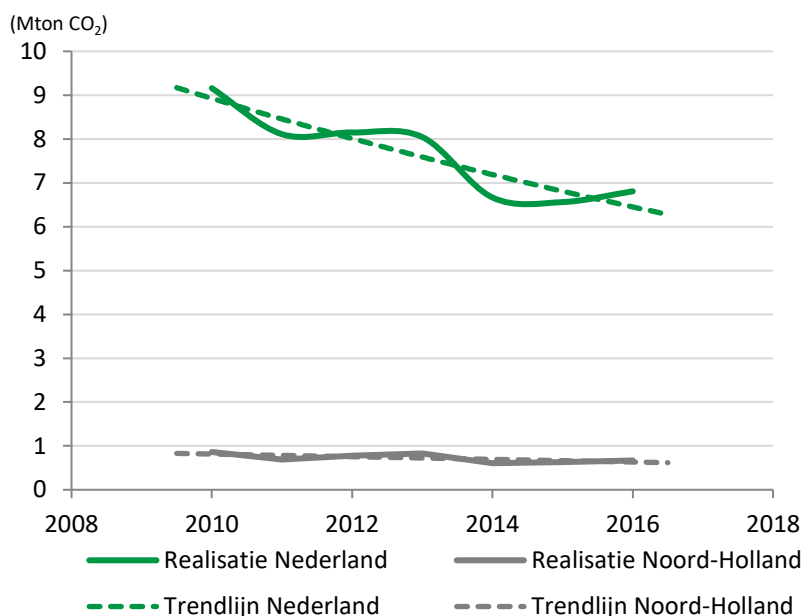
²⁶ Nuttig verbruik voor WKK is circa 96%, zie <https://www.kasalsenergiebron.nl/besparen/wkk-restwarmte/wkk/>

4.2 CO₂-emissies in de glastuinbouw

De jaarlijkse CO₂ emissies worden geschat aan de hand van het verbruik van fossiel gas, te weten aardgas en LPG (of andere restgassen) voor stationaire toepassingen. Volgens internationale IPCC richtlijnen wordt geen onderscheid gemaakt naar gasgebruik zoals bijvoorbeeld gas voor warmte, gas voor stroomproductie voor eigen gebruik, of gas voor stroomproductie voor verkoop. Tevens wordt niet gecorrigeerd voor jaarlijkse temperatuurschommelingen.

De provinciale CO₂-emissie in de periode 2010-2016 is gedaald van ongeveer 0,9 miljoen ton naar 0,7 miljoen ton per jaar. Een significant deel van de daling kan worden toegeschreven aan de relatief warme jaren aan het eind van beschouwde periode. Een tweede effect is minder gasafname omdat minder gas wordt ingekocht voor de productie van stroom voor de verkoop. Naar verwachting zullen deze trends zich de komende jaren doorzetten. De provinciale emissies in de glastuinbouw dragen voor ongeveer 10% bij aan de landelijke emissies van de glastuinbouw.

Figuur 23 Geschatte jaarlijkse directe CO₂ emissies glastuinbouw en trends voor de provincie en Nederland

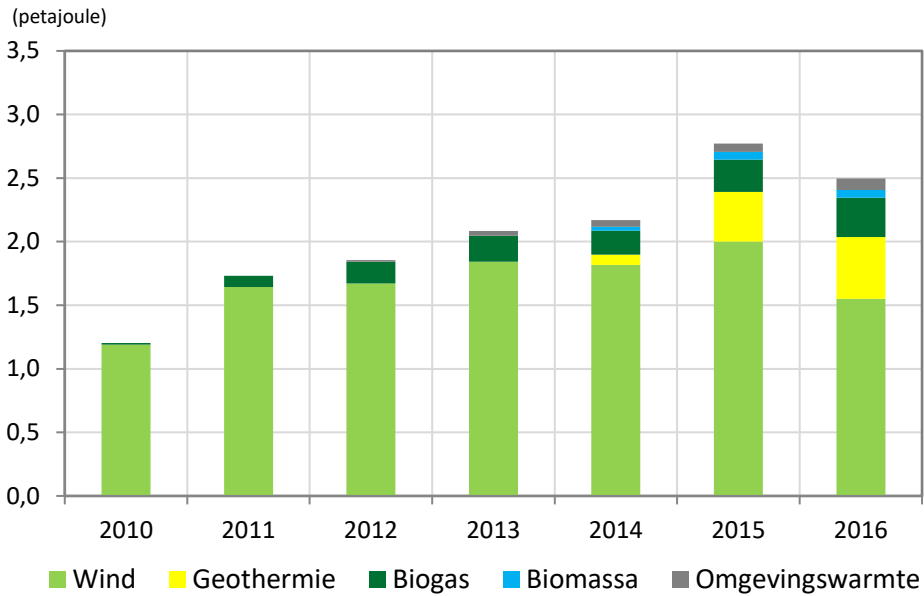


Het grootste deel van de CO₂-emissies in de landbouw is toe te schrijven aan de glastuinbouw, zowel voor de provincie als landelijk.

4.3 Duurzame energie opwekking in de landbouw

Een groot deel van de productie van duurzame energie in de provincie vindt plaats in de sector landbouw. Vanaf 2010 is de geschatte opwekking van duurzame energie in de landbouw in de provincie vrijwel verdubbeld naar ruim 2,5 petajoule nu. De bijdrage van de glastuinbouw aan deze productie is niet precies te bepalen maar zeker significant (30-40%) en merendeels afkomstig van geothermie: twee bronnen produceren momenteel, te weten Floricultura (tuinbouwgebied Heemskerkerbinnenduin te Heemskerk) en Agriport/ ECW (Agriport A7 te Middenmeer).

Figuur 24 Geschatte productie van duurzame energie in de landbouw voor Noord-Holland (ECN, 2017). De opwekking van geothermie en omgevingswarmte zijn grotendeels toe te schrijven aan de sector glastuinbouw.



De jaarlijkse stijging van duurzame energie opwekking in de landbouw in de periode 2010-2016 bedraagt ongeveer 20% en verdere groei qua vergroening is de komende jaren te verwachten.

5. Mobiliteit en transport

Het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van de sector mobiliteit en transport zijn min of meer constant in de periode 2010-2015 en zijn vooral afkomstig van het wegverkeer, met name (personen)auto's op benzine en diesel. De verklaring is een toename van het aantal voertuigen en tegelijkertijd een toename van de brandstofefficiëntie van het wagenpark. Het lagere energiegebruik en de verminderde uitstoot per kilometer van nieuwe voertuigen wordt teniet gedaan door een toename van het verkeersvolume.

Het energiegebruik van de aan Noord-Holland toe te rekenen scheepvaart en het openbaar vervoer zijn eveneens stabiel. Het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer is circa 3% van de transportbrandstoffen. Het aantal voertuigen op aardgas (CNG) is relatief klein. Het aantal hybride auto's neemt nog wel toe, maar inmiddels minder snel dan de elektrische voertuigen. Het aantal elektrische auto's en laadpunten neemt snel toe, maar het aandeel elektrische auto's is nog te klein om te kunnen spreken van verduurzaming van de sector.

De sector mobiliteit en transport is onder te verdelen in de volgende categorieën: wegverkeer (bestaande uit personen- en goederenvervoer), openbaar vervoer en scheepvaart. Eerst gaan we in op het totale energiegebruik van de sector met onderverdeling naar modaliteit en brandstof. Vervolgens worden de CO₂-emissies besproken. Ten slotte gaan we in op de ontwikkelingen in het gebruik van alternatieve brandstoffen in het wegverkeer.

5.1 Energieverbruik mobiliteit en transport

Het totaal energiegebruik in Noord-Holland bedraagt 65 PJ en is vrij constant over de jaren.²⁷ De verklaring is een toename van verkeersintensiteit en tegelijkertijd een toename van de brandstofefficiëntie van het wagenpark. Het lagere energiegebruik per kilometer van nieuwe voertuigen wordt dus teniet gedaan door een toename van het aantal voertuigen en daarbij mogelijk een toename van het aantal ritten.

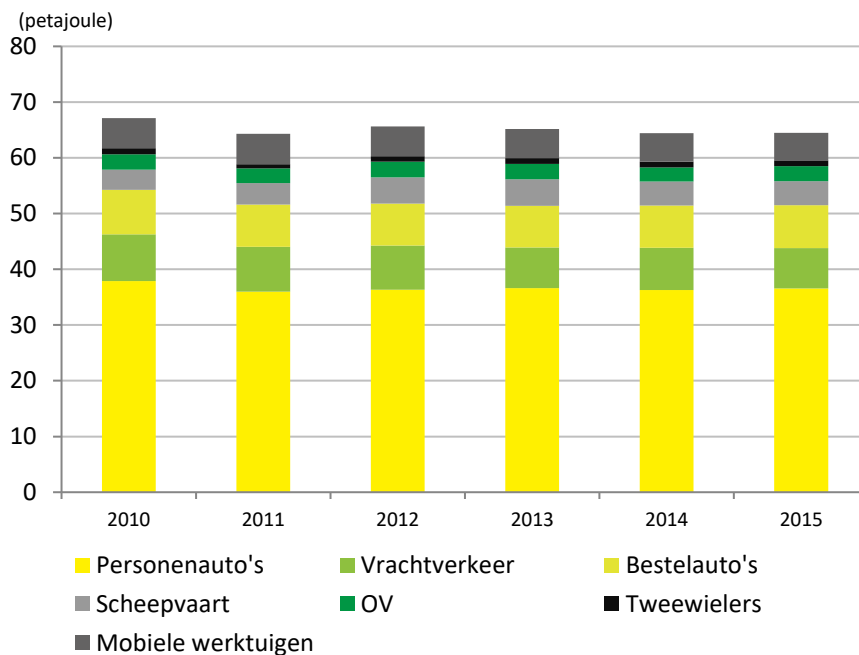
Of het aantal (kortere) ritten per jaar daadwerkelijk is toegenomen is momenteel niet met zekerheid aan te geven (gegevens daarvoor ontbreken). Het aantal personenkilometers per jaar

²⁷ Toelichting berekening: De basis voor de berekening van het energiegebruik van het wegverkeer en de scheepvaart is de CO₂-uitstoot per modaliteit, landelijk berekend door TNO, en uitgesplitst per provincie op basis van o.a. verkeersintensiteit. Het energiegebruik van tram en metro is berekend op basis van jaarverslagen van het GVB (Amsterdam), en CBS gegevens zijn gebruikt voor het energiegebruik van treinverkeer in Nederland.

(zie Appendix 8.3) lijkt min of meer constant te zijn, maar dat wil niet noodzakelijk zeggen dat het aantal ritten ook constant is.

Van het totaal energiegebruik in Noord-Holland is meer dan 55 PJ gerelateerd aan het wegverkeer. Personenauto's zijn verantwoordelijk voor meer dan de helft van het energiegebruik. Daarnaast zijn bestelauto's en vrachtverkeer relatief grote verbruikers. De aan Noord-Holland toe te rekenen scheepvaart, het OV en tweewielers hebben een kleiner aandeel in het totale energiegebruik. Ter vergelijking, in heel Nederland bedraagt het totale energiegebruik van binnenlands mobiliteit en transport ongeveer 500 PJ per jaar.

Figuur 25 Energieverbruik mobiliteit en transport provincie Noord-Holland (Klimaatmonitor, RIVM, CBS, TNO en GVB)

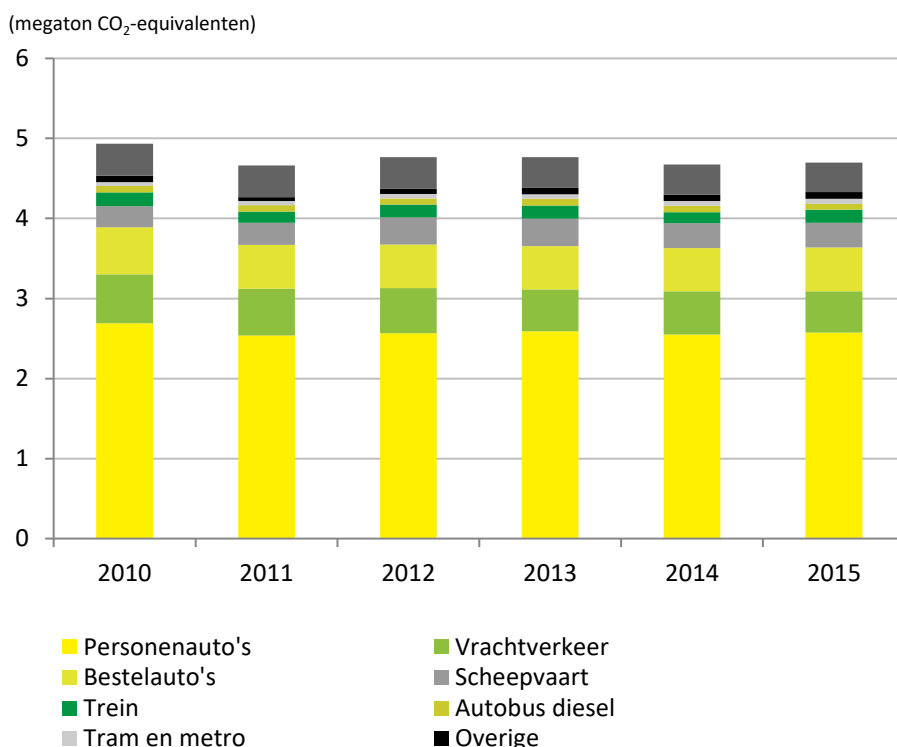


5.2 CO₂-emissies mobiliteit en transport

In figuur 26 zijn de totale CO₂-emissies van mobiliteit en transport in de provincie weergegeven. In totaal bedraagt de CO₂-uitstoot bijna 5 megaton per jaar. Omdat het energiegebruik vrij constant is, is de hieraan gekoppelde CO₂-uitstoot dat ook. De dominante bronnen zijn personenauto's en vrachtverkeer (meer dan 3 megaton). De CO₂-uitstoot van de Noord-Hollandse scheepvaart is circa 0,3 megaton. De uitstoot van het gehele openbaar vervoer (inclusief de emissies van elektriciteitsproductie voor tram, metro en trein) is nog wat lager, namelijk 0,2 megaton.²⁸

²⁸ Opgemerkt wordt dat de emissies ten gevolge van elektriciteitsverbruik in de transportsector indirect zijn, maar voor de volledigheid wel benoemd.

Figuur 26 CO₂-emissies mobiliteit en transport totaal (Klimaatmonitor, RIVM, GVB, TNO, CBS)²⁹



Ter vergelijking, in heel Nederland bedraagt de totale CO₂-emissie van binnenlands mobiliteit en transport ongeveer 35 megaton per jaar (bron: NEV 2017).

5.3 Ontwikkeling inzet alternatieve brandstoffen

We bespreken achtereenvolgens de ontwikkelingen in aantallen voertuigen op alternatieve brandstoffen per modaliteit; de ontwikkeling van het aantal tankstations voor biobrandstoffen en hun cumulatieve afzet en ten slotte de laadinfrastructuur voor elektrisch vervoer (aantallen normaal- en snellaadpunten).

Ontwikkeling bussen op alternatieve brandstoffen

In totaal rijdt 12% van de bussen in Noord-Holland op aardgas (CNG). Er zijn momenteel geen elektrische of hybride bussen. De laatste jaren blijkt de ontwikkeling van het aantal bussen dat rijdt op alternatieve brandstoffen te stagneren. De komende jaren is wel een stijging te verwachten in het aantal bussen op alternatieve brandstoffen, bijvoorbeeld bussen die rijden op elektriciteit of waterstof (vanwege de lopende of net afgeronde aanbestedingen³⁰). Verder is er een landelijke doelstelling afgesproken in het bestuursakkoord. Vanaf 2025 moeten alle nieuwe lijnbussen emissievrij zijn.³¹

²⁹ De categorie 'Overige' bestaat uit Autobus (aardgas) en Tweewielers.

³⁰ Zo gaan vanaf april 2018 rond Schiphol 100 elektrische bussen rijden.

³¹ (bron: NEV 2017 p.169, 170) en:

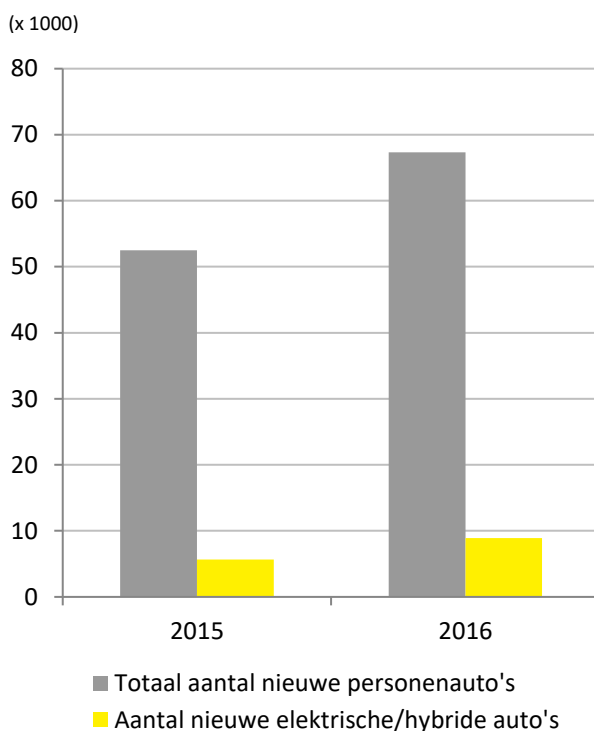
http://www.ipo.nl/files/9514/6072/3581/Bestuursakkoord_zero_emissie_bussen_DEFINITIEF_in_pdf.pdf.

Ontwikkeling alternatieve brandstoffen in het personenvervoer

Het aantal auto's op alternatieve brandstoffen is klein in vergelijking met het aantal conventionele auto's. Het gaat vooral om hybride en elektrische auto's. Onder hybride wordt hier verstaan: een auto die zowel vloeibare brandstoffen kan tanken als via het elektriciteitsnet kan worden opgeladen (plug-in hybride). Het aantal elektrische auto's laat een duidelijke stijging zien de afgelopen jaren. Het aantal hybride auto's neemt ook nog toe, maar minder snel dan elektrisch.

Hoewel het aandeel elektrische en hybride-elektrische auto's in Noord-Holland op het moment nog erg laag is, groeit dit aandeel gestaag. Dit blijkt uit het toenemend aandeel van elektrische auto's in de jaarlijks nieuw aangeschafte auto's (11% in 2015 en 13% in 2016). Ter vergelijking, in Nederland bedroeg dit percentage 7% in 2015 en 12% in 2016.

Figuur 27 Jaarlijkse verkoop van nieuwe elektrische/hybride auto's in Noord-Holland (bron: CBS, Klimaatmonitor)



Ontwikkeling alternatieve brandstoffen in het bedrijfsvervoer

Bedrijfsauto's op alternatieve brandstoffen zijn er nog maar weinig (<1%). Het betreft hier vrijwel uitsluitend auto's op aardgas en elektrische auto's. Er is wel sprake van enige toename van elektrische bedrijfsauto's.

Ontwikkeling biobrandstoffen in het wegverkeer

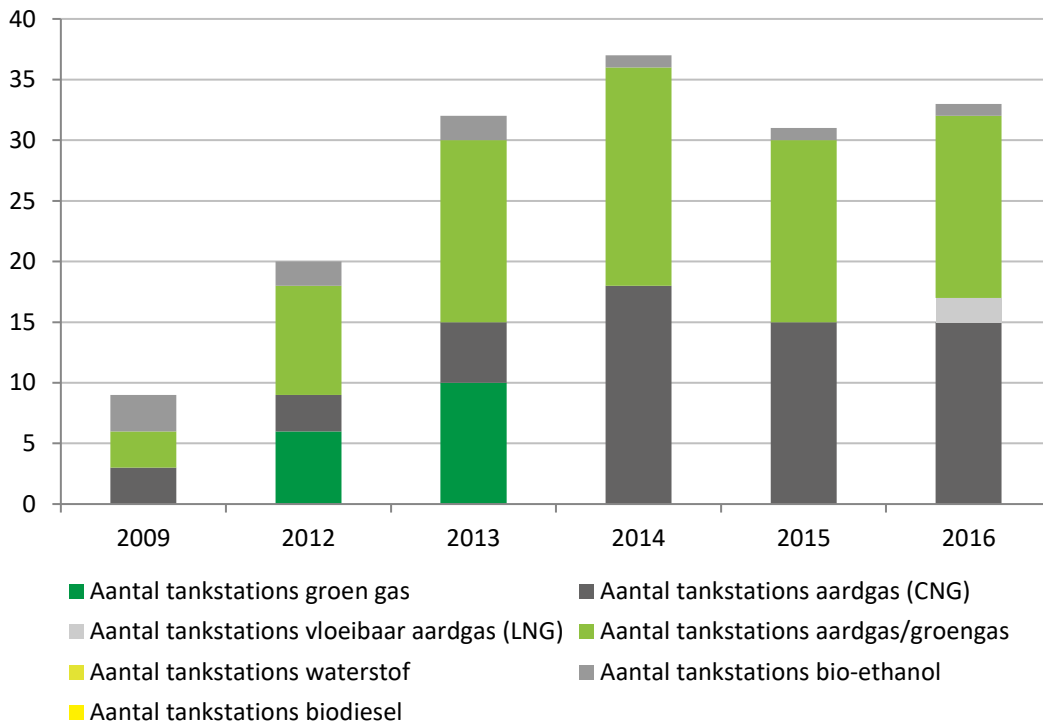
In de afgelopen jaren bedroeg de bijmenging van biobrandstoffen aan fossiele brandstoffen zo rond de 3% in Nederland en in Noord-Holland (op grond van een Europese Richtlijn). Het Noord-Hollandse cijfer is gebaseerd op het Nederlandse totaal.

Ontwikkeling tankstations alternatieve brandstoffen

Figuur 28 toont de ontwikkeling van het aantal tankstations voor alternatieve brandstoffen in Noord-Holland. De categorie "groengas" is opgesplitst in "aardgas/groengas" en "aardgas (CNG)" vanaf 2014. In totaal waren er 33 tankstations in 2016 voor alternatieve brandstoffen in Noord-Holland. Dit betreft alle tankstations langs zowel rijks-, provinciale als gemeentelijke wegen. Ter

vergelijking, in Nederland waren er rond de 300 tankstations voor alternatieve brandstoffen in 2016. Het aantal tankstations voor alternatieve brandstoffen in Noord-Holland is toegenomen tot 2014 en daarna weer afgenomen (door de vermindering van het aantal CNG stations). Verder neemt het aantal bio-ethanol punten structureel af. Vloeibaar aardgas (LNG) is erbij gekomen in 2016.

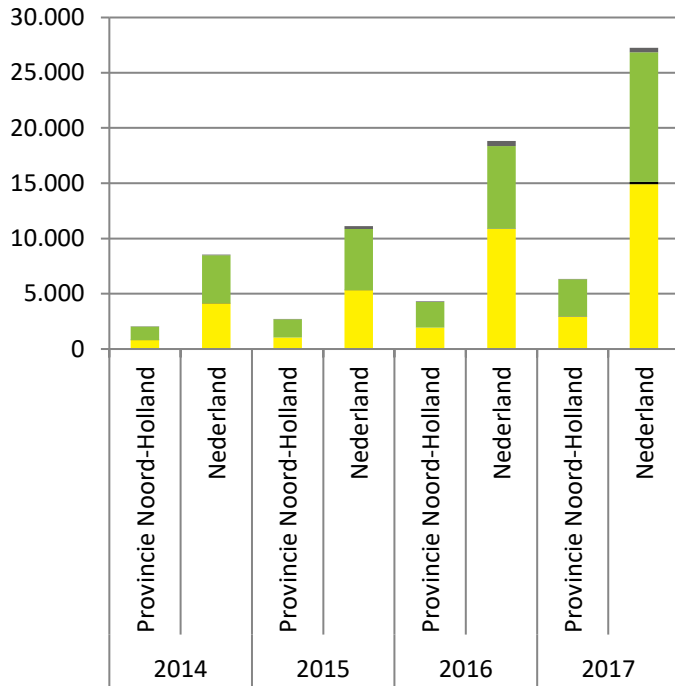
Figuur 28 Aantal tankstations alternatieve brandstoffen in Noord-Holland (bronnen: Klimaatmonitor, fuelswitch.nl)



Ontwikkeling elektrisch vervoer

Figuur 29 laat de ontwikkeling zien in het aantal oplaadpunten voor elektrische auto's waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen publieke en semipublieke laadpunten. Semipublieke laadpunten bevinden zich op privéterrein, maar zijn wel publiek toegankelijk. Er is een duidelijke toename zichtbaar in het aantal oplaadpalen na 2014. Ook het aantal snellaadpunten is toegenomen. De figuur toont ook dat in de provincie Noord-Holland bijna een kwart van het totaal aantal laadstations in Nederland is gelokaliseerd.

Figuur 29 Aantal laadpalen voor elektrische auto's (bronnen: Klimaatmonitor, oplaadpalen.nl)



- semi-publieke snellaadpunten voor elektrische auto's
- publieke reguliere laadpunten voor elektrische auto's
- publieke snellaadpunten voor elektrische auto's
- semi-publieke reguliere laadpunten voor elektrische auto's

6. Productie van duurzame energie

De productie van duurzame energie in Noord-Holland is in de periode 2010-2015 sterk gestegen. De groei bedraagt ruim vijf petajoule en dit betekent een toename in de productie van meer dan 60% ten opzichte van 2010.

De productie van duurzame elektriciteit vindt met name plaats bij wind op land, terwijl voor warmte geldt dat er een sterke groei is van geothermie en de distributie van duurzame warmte.⁷ Dit is vooral toe te kennen aan de aan een warmtenet gekoppelde biomassa centrales in Purmerend en Alkmaar. De productie van groen gas is eveneens sterk gestegen, maar vormt nog steeds een zeer bescheiden bijdrage aan de totale duurzame energieproductie in Noord-Holland.

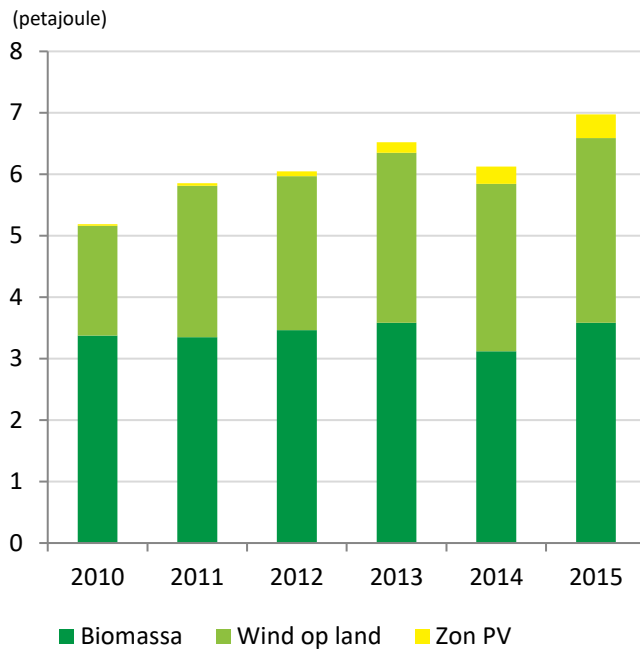
De groei in duurzame elektriciteitsproductie voor wind en zonnestroom is vergelijkbaar met Nederland. Productie van elektriciteit uit biomassa daarentegen is stabiel, onder andere omdat mestook in elektriciteitscentrales geen rol speelt in Noord-Holland.

De hernieuwbare energieproductie in Noord-Holland is in dit hoofdstuk opgedeeld in drie delen, te weten: duurzame elektriciteit, duurzame warmte en duurzaam gas (groen gas).

6.1 Duurzame elektriciteit

Duurzame elektriciteit wordt in Noord-Holland vooral opgewekt door windturbines op land en door biomassa (zie Figuur 30). Windenergie is de laatste jaren gegroeid, terwijl bio-elektriciteit (voornamelijk de biogene fractie van afvalverbrandingsinstallaties) geen groei meer laat zien. Het aandeel zon-PV stijgt wel sterk, maar draagt nog beperkt bij aan de opwekking van duurzame energie in de provincie.

Figuur 30 Jaarlijkse duurzame elektriciteitsproductie Noord-Holland (bron: Klimaatmonitor, CBS)

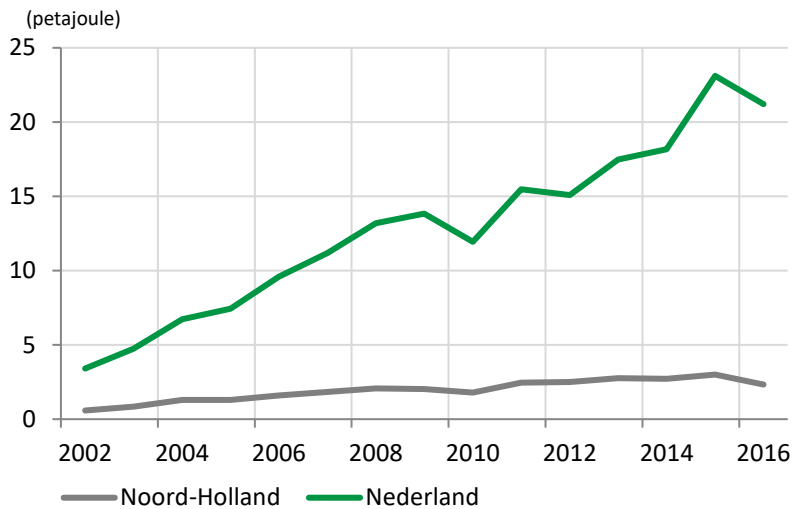


Elektriciteitsproductie door windturbines op land in de provincie toont een constante groei die iets lager ligt dan de landelijke groeisnelheid. De vertraagde groei komt doordat er de laatste jaren nieuw beleid is opgesteld. De komst van het reeds onherroepelijk vergunde windpark 'Wieringermeer' zal de capaciteit in Noord-Holland echter weer sterk doen toenemen (volgend jaar start de bouw van het eerste deel van het park).

Verder zijn de projecten 'Westfrisia', 'Waardpolder' en 'Ferrum' eveneens onherroepelijk vergund. De verwachting is dus dat er in 2018 en 2019 weer gebouwd gaat worden. Wel is het zo dat de provincie een plafond ten aanzien van wind op land heeft van 685,5 MW.

Wind op zee, voor Nederland als geheel, groeide sterk in 2016 van 357 MW naar 957 MW, en produceerde meer dan 8 PJ aan groene stroom. We rekenen hiervan geen deel toe aan Noord-Holland, omdat de Staat van de transitie zich beperkt tot wat op Noord-Hollands grondgebied gebeurt.

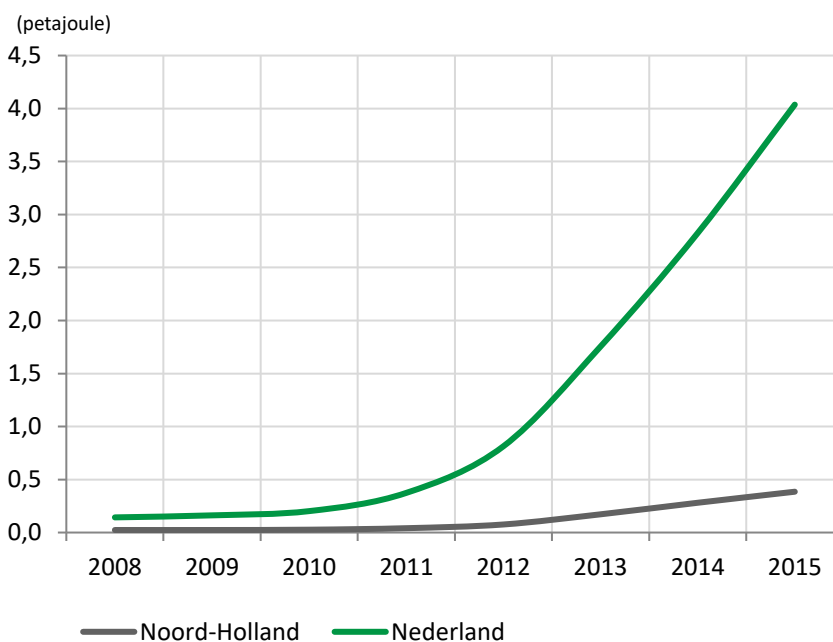
Figuur 31 Productie van duurzame elektriciteit door windturbines op land in Noord-Holland en Nederland



De laatste jaren is de productie van elektriciteit uit biomassa vrij stabiel gebleven in de provincie. In tegenstelling tot de rest van Nederland, waar meestook van biomassa in elektriciteitscentrales een dominante rol speelt, is er in Noord-Holland geen sprake van meestook. Het grootste deel van de elektriciteit wordt opgewekt door de afvalverbrandingsinstallaties in Amsterdam en Alkmaar. De overige bio-elektriciteitsproductie is voor een groot deel afkomstig van de bio-WKK in Alkmaar.

De productie van zonnestroom is nog relatief klein, maar groeit snel en met een vergelijkbare snelheid als in de rest van Nederland. Het grootste aandeel van zon-PV komt van Amsterdam, hoewel andere gemeenten relatief gezien harder groeien, mede dankzij de komst van zonneparken. In totaal is er ruim 142 MWp geïnstalleerd, waarvan ongeveer 7 MWp voor grondgebonden zon (zonneparken) (ca. 5% van totaal).

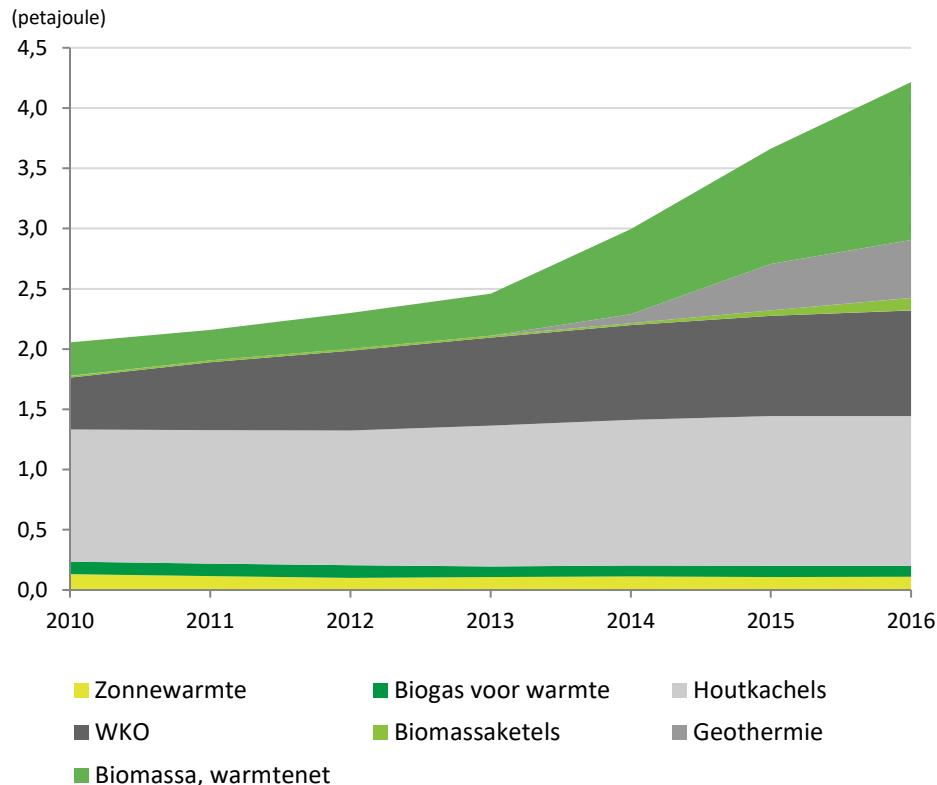
Figuur 32 Elektriciteitsproductie zon-PV in de provincie Noord-Holland en in Nederland



6.2 Duurzame warmte

Het aanbod van duurzame warmte⁷ in Noord-Holland is vanaf 2014 gestegen, met name dankzij de productie van de biomassacentrales in Purmerend en de HVC in Alkmaar, en de productie van warmte door middel van geothermie. Behalve deze nieuwe bronnen zijn voor de duurzame warmtelevering in de provincie van belang: de warmte uit houtkachels³², de biogene fractie van de afvalverbrandingsinstallatie in Amsterdam en warmte- en koudeopslag (WKO³³) in met name utiliteitsgebouwen.

Figuur 33 Schatting van de productie van duurzame warmte in de provincie Noord-Holland



Het aantal WKO installaties in Noord-Holland in de utiliteitsbouw is ook sterk gestegen. Hierbij gaat het met name om open systemen, maar het aantal gesloten systemen neemt na 2013 ook toe. WKO in de woningbouw lijkt, op basis van de trend voor Nederland als geheel³⁴, niet tot nauwelijks te groeien.

6.2.1 Grootschalige warmtenetten

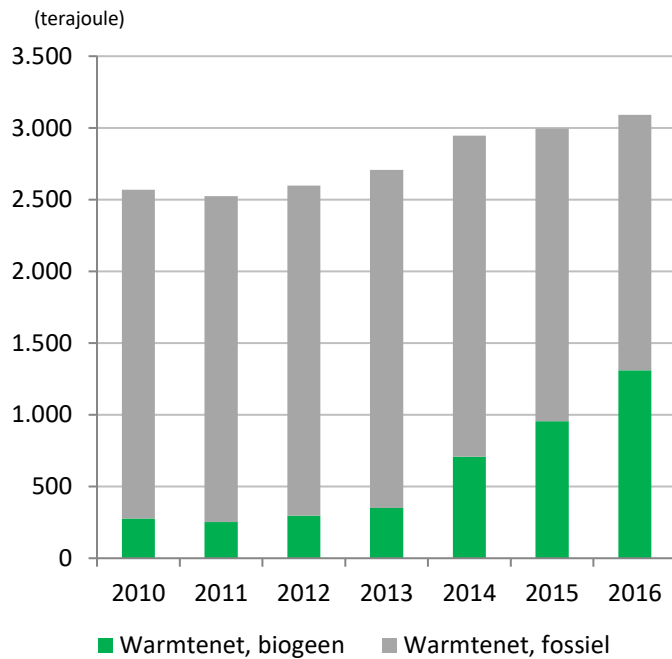
De cumulatieve hoeveelheid warmte geleverd via de grootschalige warmtenetten in Noord-Holland is sterk gestegen sinds 2008 en dan vooral sinds 2014, vanwege de aansluiting van de biomassacentrale van HVC, in Alkmaar, en SVP, in Purmerend.

³² Deze worden tot duurzame warmte gerekend omdat kort cyclisch hout, in principe, CO₂-neutraal is.

³³ Warmte uit warmtekoudeopslag is inclusief het aandeel koude.

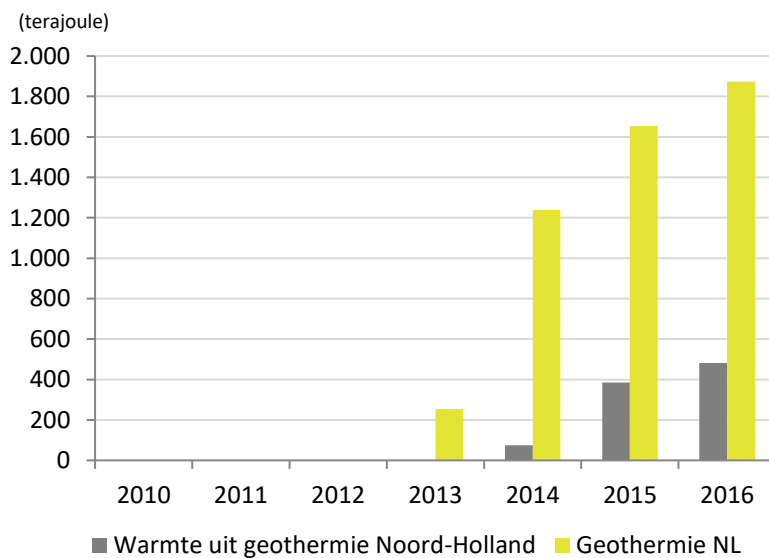
³⁴ Alleen voor de utiliteitsbouw zijn WKO-data beschikbaar op het niveau van de provincie Noord-Holland.

Figuur 34 Geschatte levering van warmte in de provincie Noord-Holland via grootschalige warmtenetten



In Noord-Holland zijn twee aardwarmteprojecten operationeel: Floricultura (10 MW, 2.700-2.900 meter diepte, temperatuur 100 graden) en Agriport/ ECW (28 MW, circa 2.250 meter diepte, temperatuur 90 graden).³⁵ Verder zijn er drie opsporingsvergunningen uitgegeven, en lopen er zeven aanvragen³⁶ voor een opsporingsvergunning.

Figuur 35 Productie van warmte uit geothermie in Noord-Holland en Nederland (Klimaatmonitor, 2017).



Betreffende de overige warmtetechnieken is er weinig verandering zichtbaar. Zonnewarmte toont op landelijk niveau (er zijn geen data beschikbaar op het niveau van de provincie Noord-Holland)

³⁵ Te zien op de meest recente poster op <http://www.nlog.nl/geothermie-vergunningen>

³⁶ Te zien op <http://www.nlog.nl/node/621>

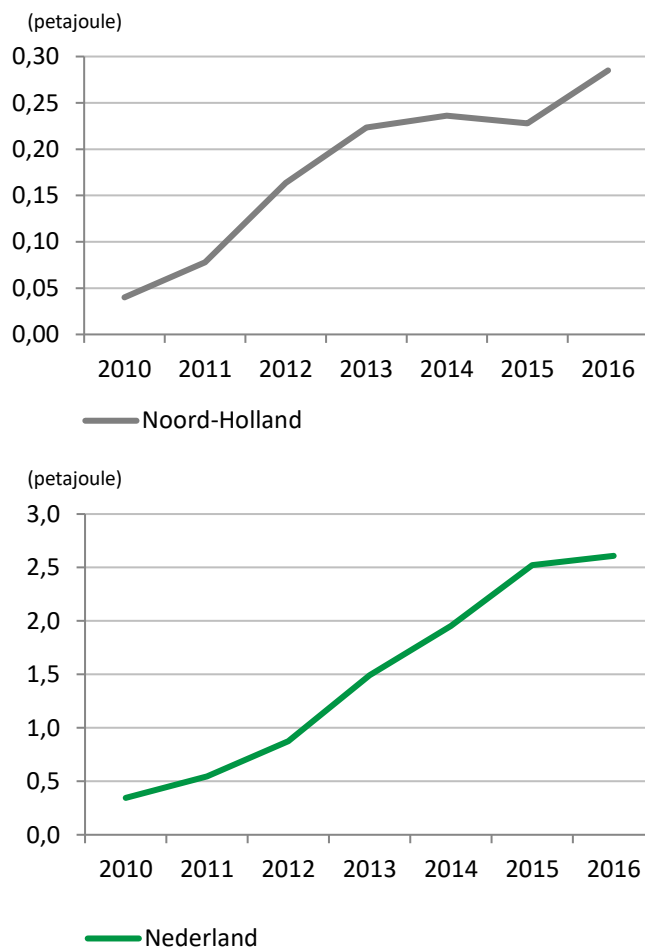
geen verandering, dit in sterke contrast tot zonnestroom wat hard groeit. Biogas in de landbouw vertoont geen significante toename in productie, en hetzelfde geldt voor de houtkachels bij de huishoudens. Biomassaketels bij bedrijven zijn slechts in geringe mate aanwezig, en het lijkt dat deze, ook op landelijk niveau, nog niet echt als een aantrekkelijke optie worden gezien door de industrie.

6.3 Duurzaam gas

Groen gas is sterk gegroeid sinds 2010. Er zijn vijf³⁷ installaties in de provincie. Vanwege het faillissement van BioGast is er wat minder productie van groen gas in 2015/16; in 2017 wordt herstel verwacht. De bijdrage van groen gas aan duurzame energie opwekking is nog zeer beperkt en dit geldt zowel voor de provincie als voor Nederland.

Ongeveer 11-12% van het Nederlandse groen gas wordt opgewekt in de provincie Noord-Holland. Dit is vergelijkbaar met het Noord-Hollandse aandeel in het aardgasverbruik dat ongeveer 13-14% bedraagt.

Figuur 36 Duurzaam gasproductie in de provincie (boven) en in Nederland (onder)



³⁷ Middenmeer, Beverwijk, Hensbroek, de Meerlanden en (deels) Schoterroog.

7. Referenties

CBS (2017a). Rendementen en CO₂-emissie elektriciteitsproductie 2015.

Website:

<https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2017/06/rendementen-en-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2015>

Menkveld et al (2017). Monitoring warmte 2015.

Website:

<https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--17-018>

Menkveld en Sipma (2017). Nulmeting energiebesparing industrie, Energiebesparings-potentieel bij industrie waarvoor de provincie Noord-Holland het bevoegd gezag is.

Website: <https://www.ecn.nl/publications/ECN-E--17-006>

RVO & ECN (2016). Monitor Energiebesparing Gebouwde omgeving 2015.

Website:

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/11/Monitor%20energiebesparing%20gebouwde%20omgeving%202015.pdf>

NEV, 2017. K. Schoots, M. Hekkenberg en P. Hammingh (2017), ECN-O--17-018. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

Website: <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2017/42/nationale-energieverkenning-2017>

8. Appendix

8.1 Gebouwde omgeving

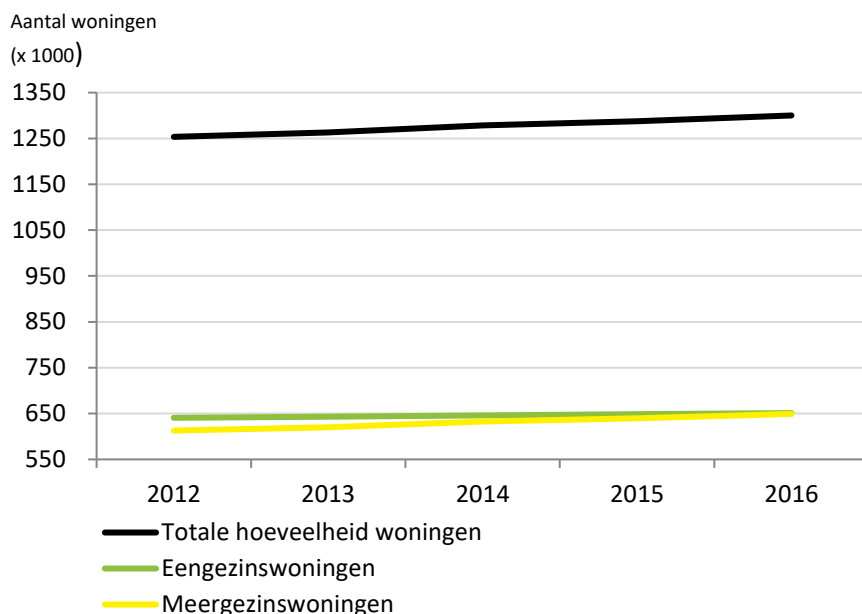
8.1.1 Samenstelling woningvoorraad

Om inzicht te verkrijgen in de trends in energieverbruik van woningen in Noord-Holland is de ontwikkeling van de woningvoorraad essentieel. Een groeiend aantal woningen ceteris paribus resulteert in een hogere energievraag. Nieuwbouwwoningen hebben doorgaans een gemiddeld een lager energieverbruik dan bestaande woningen. Naast de leeftijdsopbouw van woningen is het type woning een belangrijk kenmerk voor de vaststelling van het energieverbruik van woningen. Een derde kenmerk is de grootte van de woningen, waarbij een woning met een groter oppervlak gemiddeld meer energie verbruikt dan een woning met een kleiner oppervlak.

Totale woningvoorraad

Zoals in het figuur hieronder is te zien, steeg de totale woningvoorraad in Noord-Holland van circa 1,25 miljoen woningen in 2012 naar 1,3 miljoen woningen in 2016. Voor elk jaar is een stijging te zien van de totale woningvoorraad, maar de stijging is wat sterker in het tweede gedeelte van deze periode.

Figuur 37 Totale hoeveelheid woningen in Noord-Holland, inclusief een onderverdeling naar eengezins- en meergezinswoningen (CBS, 2017)



Onderscheid naar type woning

Het type woning is een belangrijk kenmerk in de duiding van het energieverbruik van woningen. Hierbij wordt het onderscheid gevolgd dat wordt gehanteerd door het CBS:

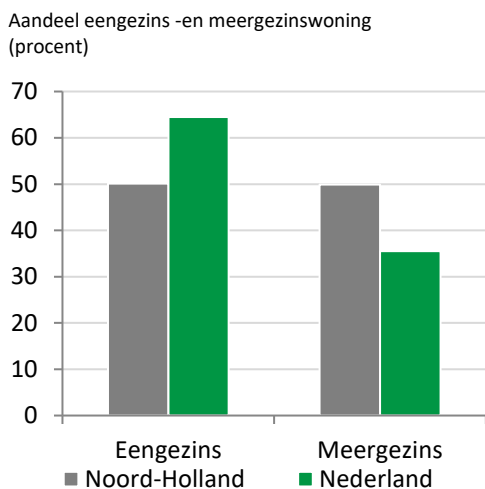
- *Eengezinswoning*: vrijstaande woningen, twee onder één kap, alle rijenwoningen, en boerderijen met woning.
- *Meergezinswoning*: flats, galerij-, portiek-, beneden- en bovenwoningen, appartementen en woningen boven bedrijfsruimten (met eigen voordeur).

Het energieverbruik van dit type woningen verschilt significant. Een reden voor dit verschil in energieverbruik is de grootte van de woning: meergezinswoningen zijn gemiddeld kleiner dan eengezinswoningen en daardoor hebben ze een lager energieverbruik. Verderop in deze paragraaf wordt verder ingegaan op de grootte van woningen.

De stijging van het aantal woningen tussen 2012 en 2016 komt voornamelijk door een stijging in meergezinswoningen welke toeneemt met circa 36.500 woningen. Het aantal eengezinswoningen stijgt ook, maar niet zo sterk als de meergezinswoningen. De stijging in de woningvoorraad betreft dus voornamelijk de stijging van de meergezinswoningen.

Figuur 38 laat zien dat het aandeel meergezinswoningen in Nederland circa 33% is en het aandeel meergezinswoningen in Noord-Holland circa 50%. Vice versa is het aandeel eengezinswoningen in Nederland circa 67% en in Noord-Holland circa 50%. Dit zijn de aandelen berekend voor het jaar 2016, maar over het algemeen zullen deze verhoudingen niet snel veranderen.

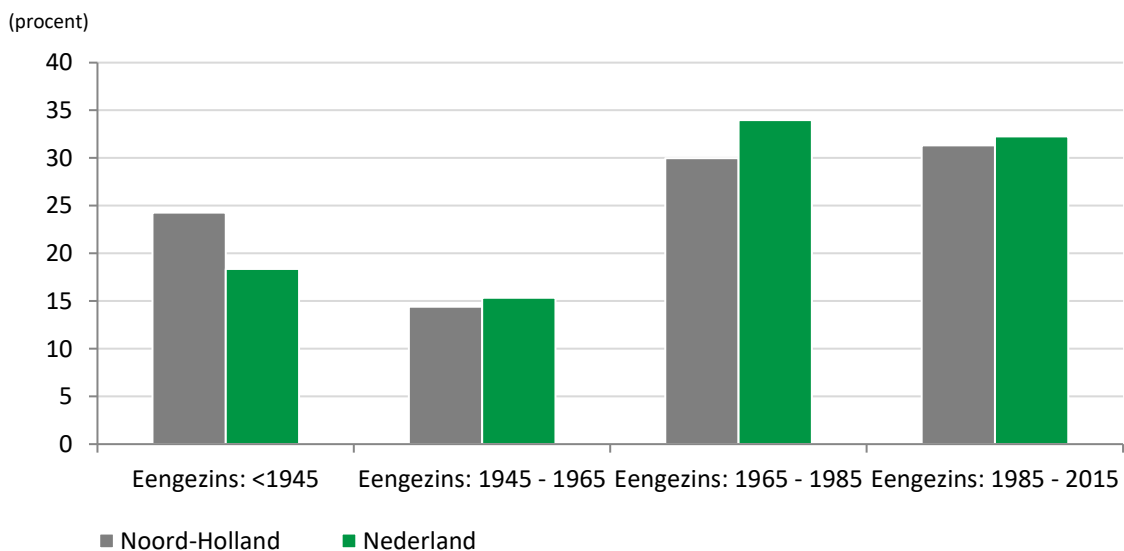
Figuur 38 Verdeling eengezins- en meergezinswoningen Noord-Holland en Nederland, 2016 (CBS, 2017)



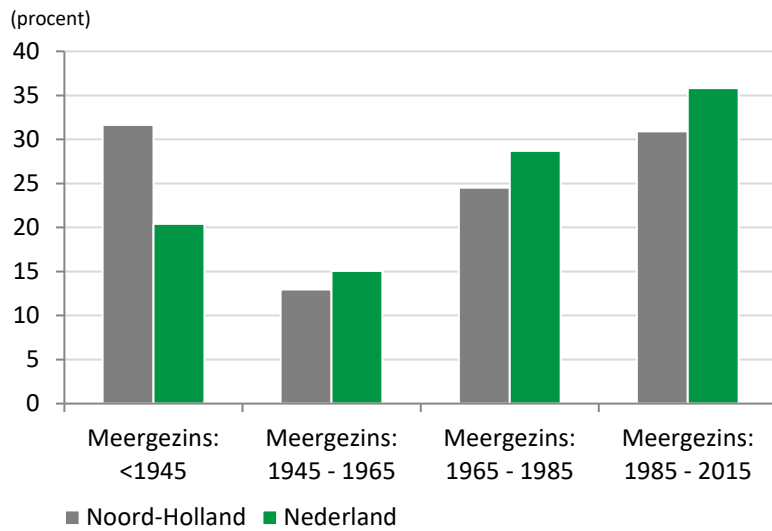
Leeftijdsopbouw van de woningvoorraad

Gemiddeld verbruiken oudere gebouwen meer energie dan jongere gebouwen, daarom is het van belang om de leeftijdsopbouw van de woningvoorraad te analyseren. Wat opvalt is dat de woningen relatief oud zijn in Noord-Holland ten opzichte van Nederland, zowel voor eengezinswoningen als meergezinswoningen. Voornamelijk het aandeel van de woningen die gebouwd zijn voor 1945 is significant hoger in Noord-Holland.

Figuur 39 Leeftijdsopbouw eengezinswoningen Noord-Holland en Nederland (CBS, 2017)



Figuur 40 Leeftijdsofbouw meergezinswoningen Noord-Holland en Nederland (CBS, 2017)

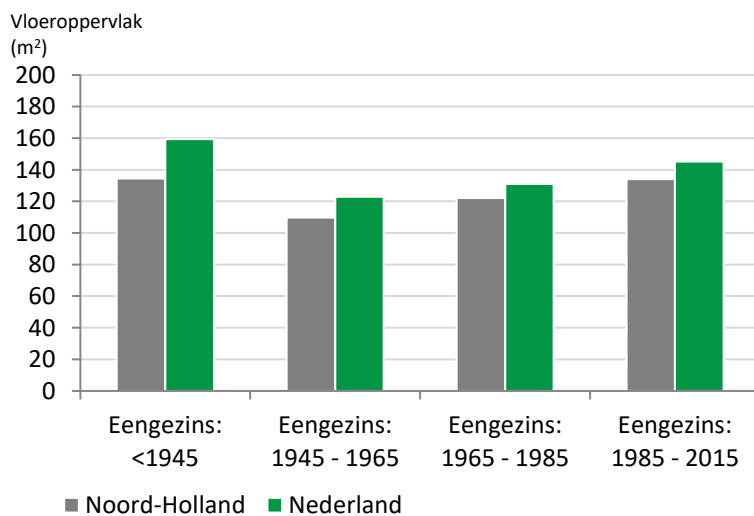


Gemiddelde grootte van woningen

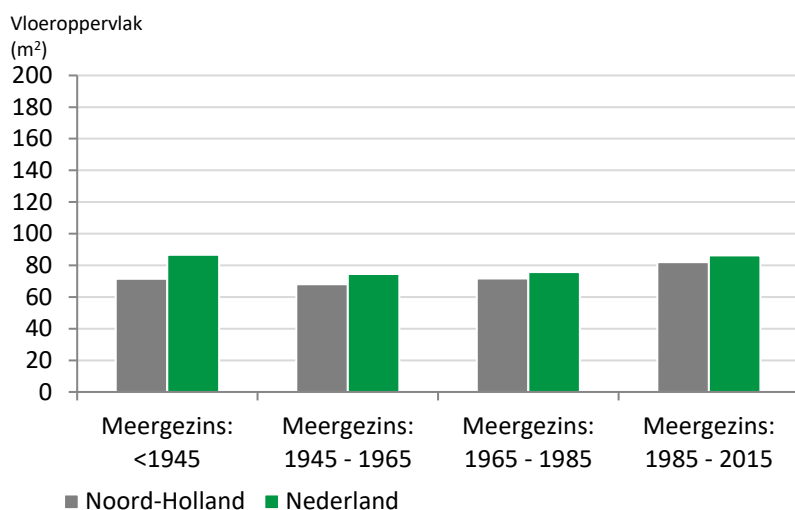
De gemiddelde grootte van beide woningtypen is kleiner in Noord-Holland dan in Nederland. Voorts valt op dat de grootte van eengezinswoningen circa 1,5-2 keer hoger is dan de grootte van een meergezinswoning.

De trend is dat woningen van voor 1945 het grootst zijn. De grootte neemt af bij woningen die net na de Tweede Wereldoorlog zijn gebouwd en neemt in de tijdsperiodes daarna weer toe, waarbij het zich nu weer op hetzelfde niveau bevindt als de woningen van voor 1945. Deze trend is zeer duidelijk zichtbaar voor eengezinswoningen, maar minder zichtbaar voor meergezinswoningen.

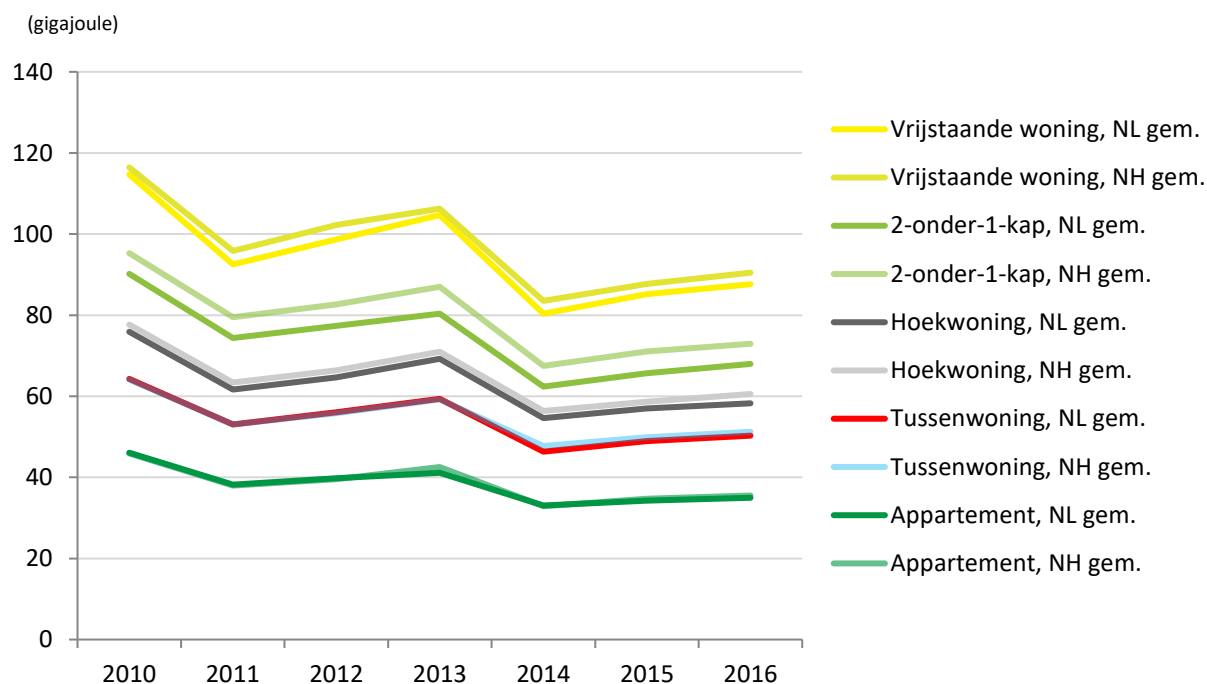
Figuur 41 Gemiddelde woninggrootte van eengezinswoningen Noord-Holland en Nederland (CBS, 2017)



Figuur 42 Gemiddelde woninggrootte van meergezinswoningen Noord-Holland en Nederland (CBS, 2017)



Figuur 43 Gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik voor verschillende woningtypes, vergelijking Nederland en Noord-Holland (CBS, 2017)

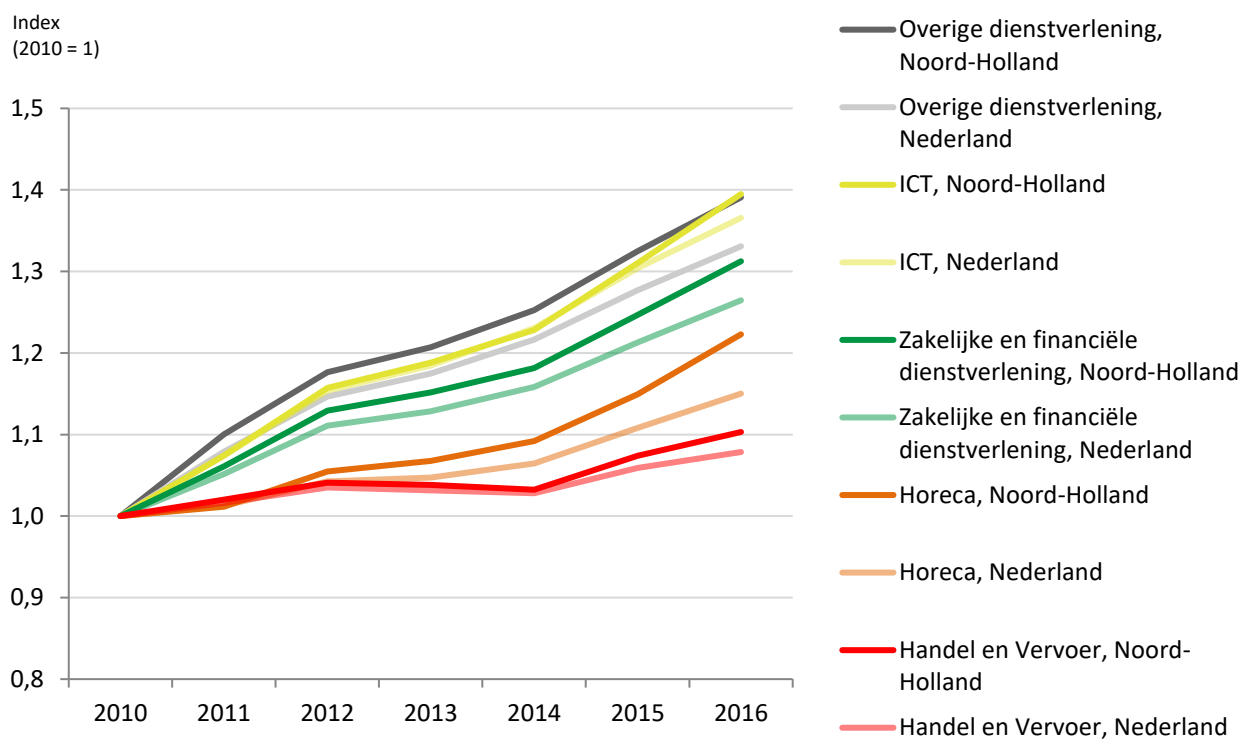


8.1.2 Aantal vestigingen binnen de dienstensector

In het figuur hieronder wordt de ontwikkeling weergegeven van het aantal vestigingen binnen de dienstensector. Hierin valt op dat binnen alle subsectoren het aantal vestigingen toeneemt. Daarbij is de sterkste stijging te zien in de subsectoren *ICT* en *Overige Dienstverlening*, snel gevolgd door de subsector *Zakelijke en Financiële dienstverlening*. Verder is te zien dat er geen grote verschillen zitten tussen de ontwikkeling van het aantal vestigingen in Noord-Holland en in Nederland. Het grootste verschil doet zich voor bij de subsector *Horeca*, waar het aantal vestigingen in Noord-Holland sneller groeit dan in Nederland. Deze ontwikkelingen vertalen zich nog niet direct in een hoger energieverbruik. Het is mogelijk dat enkele grote vestigingen

vervangen zijn door een groter aantal kleine vestigingen. De ontwikkeling van het bruto-vloeroppervlak van de subsectoren zou hier meer licht op kunnen werpen, maar de vaststelling van dit vloeroppervlak is gecompliceerd.

Figuur 44 Ontwikkeling van het aantal vestigingen binnen de dienstensectoren Handel en Vervoer, Horeca, ICT, Zakelijke en financiële dienstverlening en Overige dienstverlening (index 2010=100) (CBS, 2017)

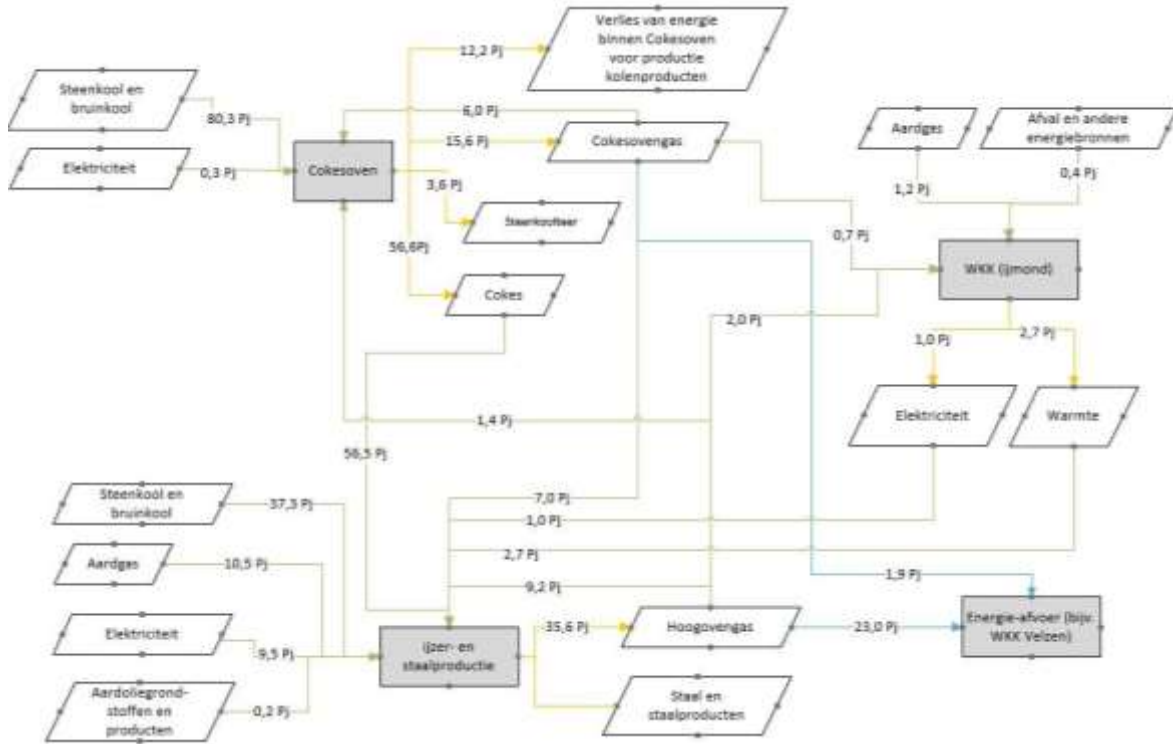


8.2 Industrie

8.2.1 Energiebalans Tata Steel

Onderstaand figuur geeft de energiestromen binnen Tata Steel weer.

Figuur 45 Energiestromen Tata Steel

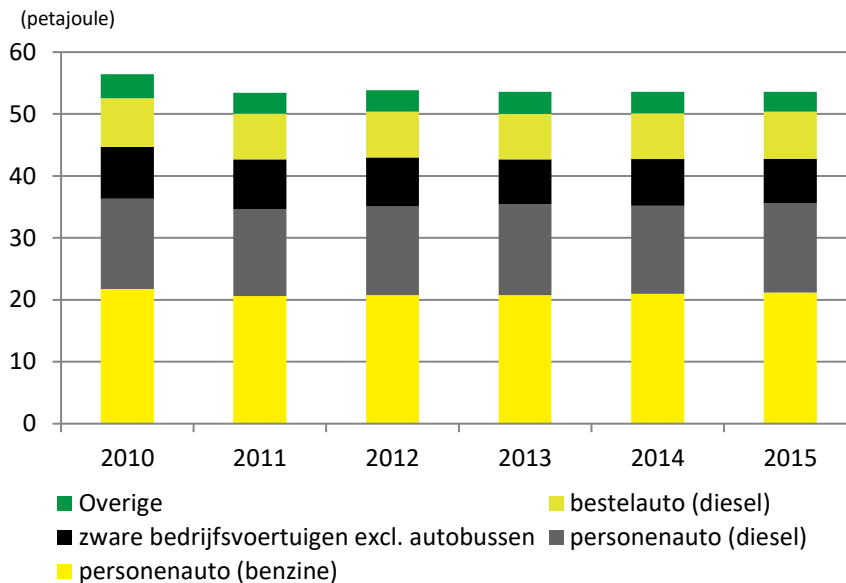


8.3 Mobiliteit en transport

8.3.1 Energieverbruik wegverkeer

Figuur 46 toont het energiegebruik van het wegverkeer, in totaal ruim 50 PJ, met daarbij een onderverdeling naar modaliteit en soort brandstof. Het energiegebruik is vrijwel constant over de jaren heen. Het merendeel van het wegverkeer bestaat uit benzineauto's, dieselauto's, bestelauto's op diesel en zware bedrijfsvoertuigen (nagenoeg allemaal dieselvoertuigen).

Figuur 46 Energieverbruik wegverkeer (bron: Klimaatmonitor)³⁸



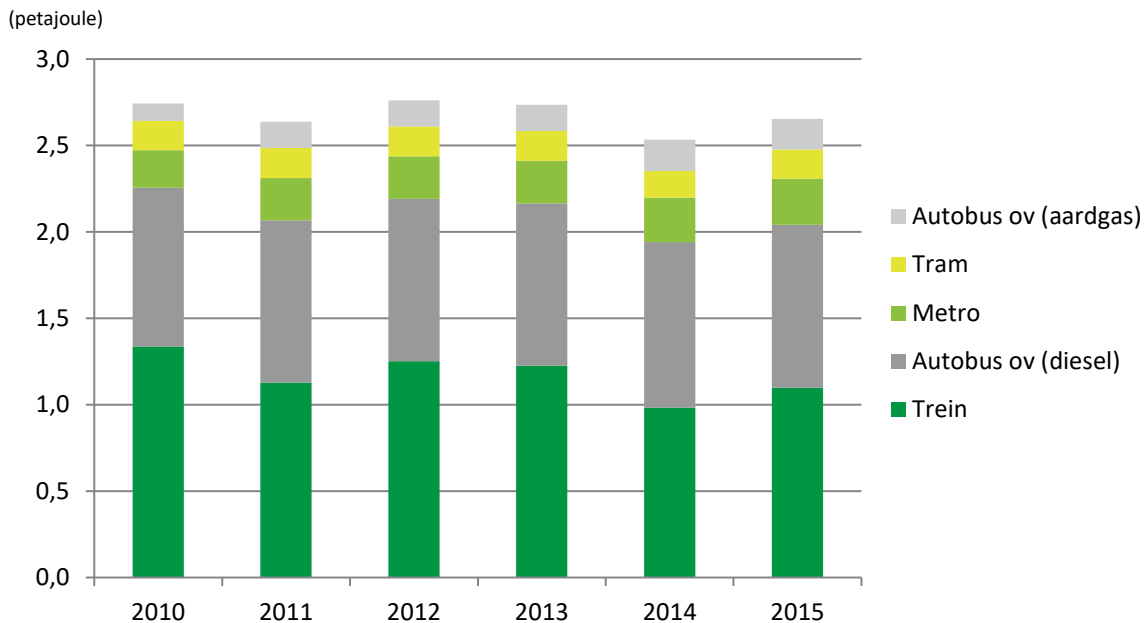
De samenstelling van personenauto's naar bouwjaren verandert geleidelijk omdat oude voertuigen worden vervangen door nieuwe.

8.3.2 Energieverbruik openbaar vervoer en aan Noord-Holland toe te rekenen scheepvaart

Het provinciale energiegebruik van het OV is ongeveer 2,5 PJ. Met name treinen en dieselbussen hebben daarin een groot aandeel. Het energiegebruik is klein in verhouding tot dat van het wegverkeer (circa 50 PJ).

³⁸ De categorie 'Overige' bestaat uit: Autobus (diesel); Bestelbus (benzine); Bestelauto (lpg); Personenauto (lpg) en Tweewielers.

Figuur 47 Energieverbruik OV (Klimaatmonitor, RIVM, CBS, TNO, GVB)

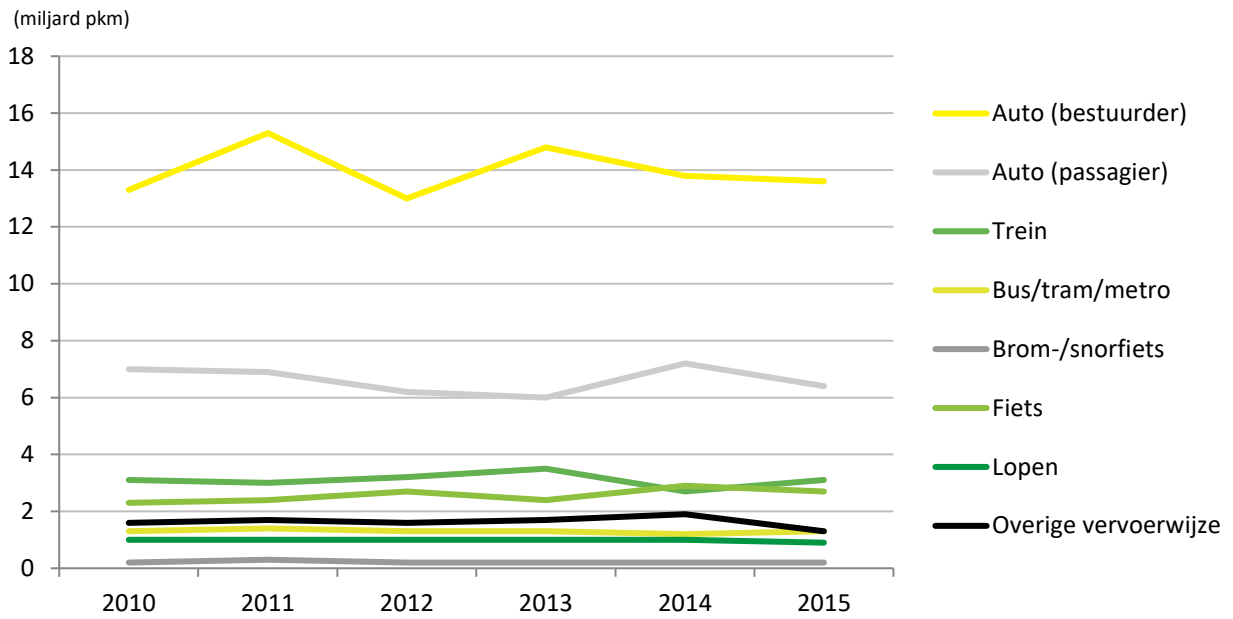


Het verbruik van de scheepvaart die kan worden toegerekend aan de provincie is ongeveer 4 PJ. Het verbruik van de zeescheepvaart (binnen de provinciegrens van Noord-Holland) is hoger dan dat van binnen- en recreatievaart. In 2012 en 2013 was het energiegebruik van de zeescheepvaart en de visserij relatief hoog, en daarmee ook het totale energiegebruik van de scheepvaart. Het energiegebruik van de scheepvaart is hoger dan die van het OV (circa 2,5 PJ), maar veel kleiner dan die van het wegverkeer.

8.3.3 Aantal gereden kilometers

Eén van de mogelijke verklaringen voor het constant gebleven energiegebruik (in de periode 2010-2015) per modaliteit is het stabiel gebleven aantal gereden kilometers. Te zien is dat het aantal personenkilometers (pkm) per jaar in sommige gevallen weliswaar wat fluctueerde, maar desondanks toch redelijk constant bleef. Het aantal personenauto's in de provincie nam in deze periode licht toe met gemiddeld 1,4% per jaar (bron: CBS). Echter, het aantal gereden kilometers nam niet toe. Dit doet vermoeden dat er vaker kortere ritten gemaakt zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat de data voor gereden kilometers minder betrouwbaar geacht wordt dan de data voor het aantal personenauto's.

Figuur 48 Gereide afstand in Noord Holland (bron: CBS)

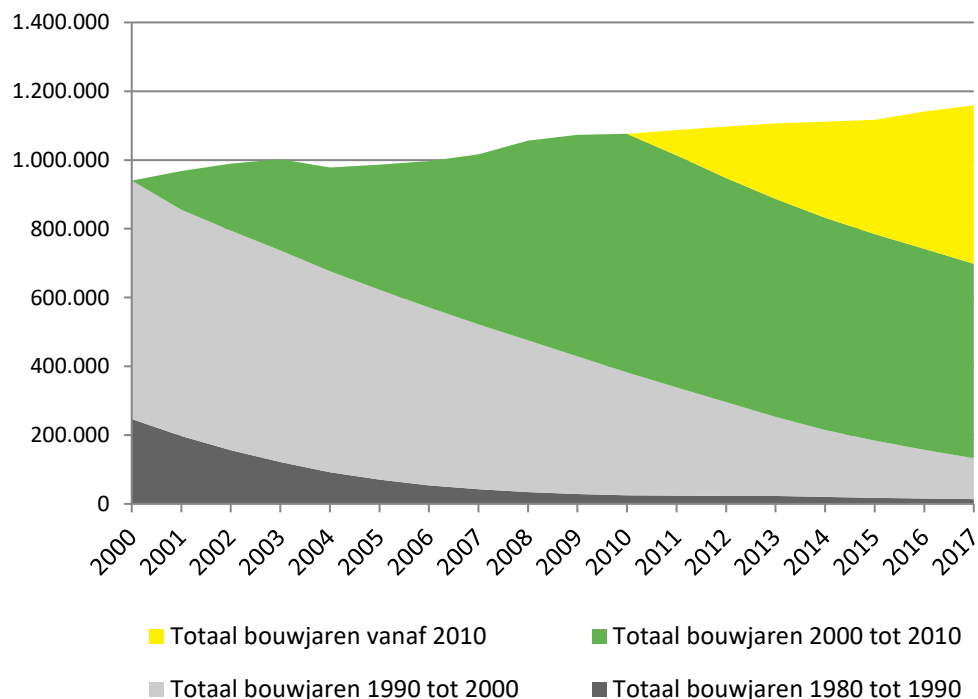


Ook de activiteiten van het vrachtverkeer, uitgedrukt in het aantal tonkilometers, varieerden enigszins in de periode 2010-2015, maar bleven binnen een range van 60.000 tot 70.000 (x1000) tonkilometers.

8.3.4 Bouwjaar personenauto's

De samenstelling van personenauto's naar bouwjaar verandert geleidelijk omdat oude voertuigen worden vervangen door nieuwe (zie onder).

Figuur 49 Leeftijdsopbouw personenauto's Noord-Holland (bron: CBS)



8.4 Berekening warmtenetaansluitingen Klimaatmonitor

De Klimaatmonitor schat het aantal woningen op een warmtenet (en de geleverde warmte). De gebruikte formule voor de berekening van het aantal aansluitingen op een warmtenet is als volgt: $\# \text{woningen} \times \text{aandeel stadsverwarming}$. Dit is een 'top-down' benadering om het aantal woningen op een warmtenet in te schatten. Een betere methode is door 'bottom-up' informatie op te vragen bij de warmteleveranciers. Bij deze 'bottom-up' methode is helaas geen uitsplitsing mogelijk naar huishoudens en diensten, omdat dit snel bedrijfsgevoelige informatie is. Tabel 1 geeft een indruk van het verschil tussen de bottom-up en de top-down benadering (ECN, 2017).

Tabel 1 Verschillen in aantal woningen aangesloten op een warmtenet op basis van een top-down benadering en een bottom-up benadering

Geraadpleegde bron	[# aansluitingen]	[TJ warmte levering]
Bottom up: Monitoring warmte 2015 (ECN, 2017) ³⁹	56,000 <u>klein- en grootverbruikers</u>	2,773 <u>klein- en grootverbruikers</u>
Top down: Klimaatmonitor 2015 (benadering)	74,400 <u>woningen</u>	2,718 <u>woningen</u>

³⁹ Hierbij zijn gegevens van de volgende warmtenetten gebruikt:

- Amsterdam Zuid- en Oost incl. Amstelveen (Nuon en Eneco)
- Amsterdam Noord- en West (Nuon)
- Alkmaar, Langedijk en Heerhugowaard HHW (HVC)
- Purmerend (SVP)

8.5 Emissiefactor elektriciteit

Bij de productie van elektriciteit wordt in veel gevallen gebruik gemaakt van fossiele brandstoffen, wat leidt tot emissies van CO₂. Per eenheid geproduceerde elektriciteit wordt het fossiele energieverbruik en de CO₂-emissies berekend. In deze studie gebruiken we de zogenaamde integrale methode.⁴⁰

Tabel 2 CO₂-emissiefactor volgens integrale methode voor elektriciteit in Nederland (CBS, 2017a)

Emissiefactor	Nederland electriciteit [ton CO ₂ /kWh]
2010	0.00046
2011	0.00044
2012	0.00047
2013	0.00048
2014	0.00050
2015	0.00053

Voor 2016 is de factor nog niet bekend. Vooralsnog wordt de factor van 2015 gebruikt.

⁴⁰ <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2017/06/rendementen-en-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2015>

8.6 Mogelijke parameters groeimodel monitoring

Gebouwde omgeving

- Capaciteit m² zon-PV op daken
- Aantal zonnepanelen
- Besparingsmaatregelen genomen door huishoudens
- Energie-intensiteit utiliteit (GJ/m²)
- Vloeroppervlak utiliteit (m²)
- Aantal kantoren met label C (aantal)
- Aantal gemeenten met warmtetransitieplan (aantal)
- Ontkoppelingen aardgasaansluiting (aantal aansluitingen)
- Uitbreiding elektriciteitsinfrastructuur
- Aantal energieneutrale woningen (aantal)
- Aantal aardgasloze woningen (aantal)

Industrie

- Energiebesparing (PJ cf. Energieakkoord, PME en EED)
- Gegevens over energieverbruik van Omgevingsdienst en RUD's
- Eigen productie duurzame energie (PJ)
- Opgesteld vermogen WKK en gasketels

Glastuinbouw

- Teruglevering en inkoop elektriciteit (PJ)
- Nuttig warmtegebruik
- CO₂-gebruik (Mton)
- Opgesteld WKK vermogen en gasketels
- Energiebesparing

Mobiliteit en transport

- OV: Vervoersbewegingen (aantal)
- OV: treinkilometers toegekend aan provincie Noord Holland
- Wegverkeer: vrachtverkeer incl. pakketdiensten (vervoersbewegingen en -kilometers)
- Wegverkeer: Mobiliteit binnen industriegebieden en stadsdistributie (vervoersbewegingen en -kilometers)
- Wegverkeer: Deelauto's (aantal)
- Wegverkeer: Aantal zero-emissie personenauto's
- Wegverkeer: Elektrische fietsen (aantal)
- Mobiliteit scheepvaart (vervoersbewegingen en -kilometers)

Duurzame energieopwekking

- Benutte stimuleringsmaatregelen per zon-PV installatie
- Elektriciteitsproductie uit geothermie
- Huishoudens aangesloten op geothermie (aantal)
- Aantal aansluitingen op geothermie in de tuinbouw
- Productie (hoge temperatuur) warmte uit ultradiepe geothermie
- Aanbod restwarmte (PJ)
- Samenstelling restwarmteaanbod (plaats op warmteladder)
- Aanwending (rest)warmteaanbod (eigen verbruik, levering aan warmtenet, lozing zonder nut)
- Herkomst van biomassa
- Elektriciteitsverbruik voor koeling in huishoudens (PJ)
- Elektriciteitsverbruik voor koeling in de utiliteitsbouw (PJ)

- Elektriciteitsverbruik voor koeling in de industrie (PJ)
- Elektriciteitsverbruik voor koeling in de land- en tuinbouw (PJ)
- Samenstelling warmtenetwerk (backbone of distributienet)
- Opsporingsvergunningen geothermie (aantal)
- Winningsvergunningen geothermie (aantal)
- Vergunningen Wet Milieubeheer (biomassa, wind, zon, warmtekoedeopslag, etc.)

8.7 Algemene beschrijving begrip energiebesparing

Energiebesparing is in het kort te definiëren als “hetzelfde doen met minder energie”. Dit betekent dat het beperken van energieverbruikende activiteiten, zoals het aantal autokilometers, volgens deze definitie niet geldt als energiebesparing, hoewel dat wel leidt tot minder energiegebruik. Hetzelfde aantal autokilometers afleggen met minder energiegebruik geldt wel als energiebesparing.

Voor het bepalen van energiebesparing wordt het energieverbruik dat werkelijk heeft plaatsgevonden vergeleken met een fictief energiegebruik dat zou zijn opgetreden in een situatie waarbij de efficiëntie van energie verbruikende activiteiten niet zou zijn verbeterd. Dat fictieve verbruik heet het referentieverbruik. Voor het vaststellen van het referentieverbruik wordt het energiegebruik per activiteit in het startjaar van de te beschouwen periode vastgesteld, en dat verbruik wordt geschaald met het verloop van de energie gebruikende activiteiten in de periode van het startjaar tot het eindjaar. Korter geformuleerd: het energiegebruik in het referentieverbruik stijgt evenredig met de energie gebruikende activiteit. Om het effect van statistische fluctuaties in de achterliggende gegevensreeksen te dempen is het bij het berekenen van het gemiddelde besparingstempo van belang om een voldoende lange periode te bestrijken. Daarom nemen we alleen het gemiddeld jaarlijks besparingstempo in 2015/16 ten opzichte van 2010 op in de rapportage.

Er moet uit praktische overwegingen worden gekozen voor niet teveel uitgesplitste grootheden als maat voor de energie gebruikende activiteiten. Dit kan betekenen dat bepaalde ontwikkelingen buiten beeld blijven. Om bij het voorbeeld van auto's te blijven: als het aantal personenkilometers wordt gebruikt als maat van energie gebruikende activiteiten voor autoverkeer, dan zal een verandering in grootte en gewicht van auto's buitenbeeld blijven. De effecten van een verschuiving naar zwaardere auto's zullen wel in het werkelijk verbruik zitten, maar niet in het referentieverbruik. De berekende besparing zal daardoor lager uitvallen. Dit zogenaamde structuureffect van de verschuiving naar zwaardere auto's zit zo nog in het besparingseffect, wat strikt genomen niet klopt. Deze verborgen structuureffecten treden ook bij het Protocol Monitoring Energiebesparing (PME)⁴¹ op; dat is in praktijk niet te vermijden.

Voor het bepalen van de energiebesparing is uitgegaan van de methode die in het PME wordt gehanteerd. Omdat in de monitor voor de provincie Noord-Holland het finaal verbruik in kaart wordt gebracht is de besparing echter niet in primaire termen uitgedrukt, maar in finale termen. Dat betekent dat de omzettingsverliezen bij de (centrale) elektriciteitsopwekking niet aan het verbruik van elektriciteit zijn toegerekend, en dat de besparing op elektriciteit daarom ook lager uitvalt dan wanneer de elektriciteit in primaire energie zou zijn omgerekend. De energiebesparing door het veranderende aandeel van warmte/krachtinstallaties wordt in het PME als apart effect berekend, maar is in deze rapportage buiten beschouwing van wege het ontbreken van de benodigde regionale gegevens. Het construeren van de referentieverbruiken in de verschillende eindgebruikssectoren volgt zoveel mogelijk de PME-methodiek. De aanpak voor het bepalen van de referentieverbruiken wordt beschreven in de sectorhoofdstukken.

Doordat bij de berekening van de energiebesparing van ontwikkelingen in de sectoren als geheel wordt uitgegaan is het meestal niet mogelijk energiebesparing direct aan te merken als het effect van individuele besparingsmaatregelen.

⁴¹ PME: ref: <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-C--01-129>

8.8 Glossary

AEB	Afval Energie Bedrijf Amsterdam
AMC	Academisch Medisch Centrum Amsterdam
BAG	Basisregister Adressen en Gebouwen
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CNG	Compressed Natural Gas
CV	Centrale Verwarming
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EED	Energy Efficiency Directive
ETS	Emissions Trading System
EV	Elektrisch Vervoer
GBO	Gebruiksoppervlakte
GVB	Gemeentevervoersbedrijf Amsterdam
GVO	Gebruiksvloeroppervlakte
HAL	Heerhugowaard, Alkmaar en Langedijk
HHW	Heerhugowaard
HR	Hoog Rendement
HVC	HuisVuilCentrale Alkmaar
ICT	Informatie- en Communicatietechnologie
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control (Directive)
WKK	WarmteKrachtKoppeling
LISA	Landelijk Informatiesysteem van Arbeidsplaatsen
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MJ	Megajoule (10^6 Joule)
MJA	Meerjarenafpraak
NEA	Nederlandse Emissie Autoriteit
NEV	Nationale Energie Verkenning
OV	Openbaar Vervoer
PJ	Petajoule (10^{15} Joule)
PME	Protocol Monitoring Energie
Zon-PV	Fotovoltaïsche zonne-energie (zonnestroom)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
SBI	Standaard Bedrijfsindeling
SVP	Stadsverwarming Purmerend
TJ	Terajoule (10^{12} Joule)
TNO	Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
WKO	WarmteKoudeOpslag
WoL	Wind op Land
WoZ	Wind op Zee
ZE	Zero Emission

Energy research Centre of the Netherlands

PO Box 1

1755 ZG PETTEN

The Netherlands

Contact

+31 (0)88 515 4949

info@ecn.nl

www.ecn.nl