

Deelstudie sector Land- en tuinbouw

Routeplanner Energietransitie 2020-2050

DEELSTUDIE

INHOUD

3	1	Inleiding
5	2	Huidige situatie
7	3	Relevante trends in de glastuinbouw
9	4	Eindbeeld energieverbruik
13	5	Het transitiepad
15	6	Het speelveld
17	7	Overige subsectoren Land- en tuinbouw
19	8	Handelingsperspectief Provincie Noord-Holland
21		Bijlagen
22		Bijlage 1
		Stand van zaken CO ₂ -levering in de glastuinbouw
23		Bijlage 2
		Toelichting op diverse technieken in de glastuinbouw
25		Bijlage 3
		Voor- en nadelen van de belangrijkste warmteopties
26		Bijlage 4
		Stimuleringsbeleid voor de sector Land- en tuinbouw in het kader van de energietransitie
27		Bijlage 5
		Bronnen

INLEIDING

Deze deelstudie gaat in op de energietransitie van de sector Land- en tuinbouw. Deze sector kent een aantal subsectoren, te weten:

- Glastuinbouw (inclusief zaadveredeling)
- Veehouderij
- Open teelt (akkerbouw, teelt van bloembollen en buitenbloemen, boomkwekerij, fruitteelt)
- Bedekte teelt (in gebouwen)
- Visserij
- Bosbouw
- Loonwerkers

De volgende vragen staan centraal: in welke mate het energieverbruik en de daarmee gepaard gaande CO₂-uitstoot van de sector Land- en tuinbouw kan verminderen, hoe dit tot stand kan worden gebracht, welke partijen hierbij een rol spelen en wat de provincie kan doen om dit te bevorderen. De glastuinbouw is verantwoordelijk voor het grootste deel van het energieverbruik van de sector, bovendien is de transitie naar duurzame energie bij de glastuinbouw het meest complex, daarom ligt de focus van deze deelstudie op de glastuinbouw. In hoofdstuk 7 wordt kort ingegaan op de overige landbouw.

Uitgangspunten

- Het gebruik van brandstof ten behoeve van voertuigen, werktuigen en vaartuigen wordt behandeld in de deelstudie 'Mobiliteit & Transport'. Het energieverbruik van de subsectoren loonwerkers, bosbouw en visserij valt hier grotendeels onder en komt daarom niet specifiek aan de orde in deze deelstudie.
- Elk type bedrijf (groenten, bloemen en potplanten) binnen de glastuinbouw kent zijn eigen verdienmodellen, marktdynamiek, kansen en risico's, afhankelijk van het product. Het voert te ver om daarop in te gaan. In deze deelstudie wordt alleen ingegaan op de gemeenschappelijkheden.
- De sector Land- en tuinbouw is niet alleen vrager, maar soms ook leverancier van hernieuwbare energie of warmte. Dit wordt behandeld in de deelstudie 'Opwekking van hernieuwbare energie'.
- De sector kan biomassa gebruiken als vervanging van fossiele brandstoffen, maar biomassa zal schaars worden en de sector concurreert dan met biomassa-toepassingen in andere sectoren. Daarom wordt ervan uitgegaan dat biomassa alleen wordt toegepast als er geen kosteneffectief alternatief is.

Raakvlakken met andere transitiepaden

- Industriële bedrijven of bijvoorbeeld datacenters kunnen restwarmte leveren aan de glastuinbouw. Dit komt mede aan de orde in de deelstudies 'Industrie', 'Gebouwde omgeving' en 'Energie-infrastructuur'.

Belangrijke notie vooraf is dat in de glastuinbouw vooral veel gas wordt verbruikt, om de kas te verwarmen. Al jaren zetten tuinders bovendien WKK-technologie¹ in om uit gas, op eigen terrein, elektriciteit en CO₂ op te wekken. Elektriciteit die de tuinder niet zelf benut, wordt dan aan het net geleverd. Dit is uiteraard gunstig bij een lage gasprijs en hoge elektriciteitsprijs. Het eindbeeld voor 2050 is gebaseerd op de huidige verwachting van de toekomstige prijsontwikkelingen, te weten een relatief laag blijvende gasprijs en lage elektriciteitsprijs². Hieruit volgt de aanname dat de WKK grotendeels zal verdwijnen. Dit betekent dat de vraag naar gas minder en de vraag naar elektriciteit en CO₂ relatief groter zal zijn in de glastuinbouw in 2050. Tuinders zullen echter pas afstand doen van aardgas en hun WKK als ze verzekerd zijn van voldoende warmte, elektriciteit en CO₂. Hiervoor zijn verzwarende maatregelen van het elektriciteitsnet en aanvoer van CO₂ (al dan niet per leiding) randvoorwaardelijk.

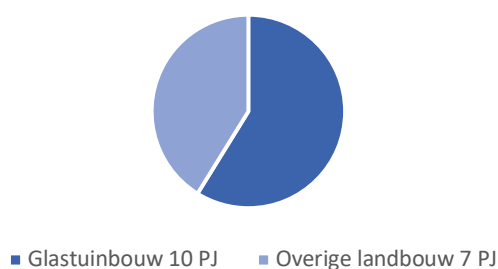
Een uitgebreide toelichting op de in deze deelstudie genoemde technieken staat in de bijlage 'Toelichting op diverse technieken in de glastuinbouw'.

¹ Warmtekrachtkoppeling – een technologie die de afgelopen jaren gangbaar is geworden in de glastuinbouw. Inmiddels is zo'n twee-derde van het totale glastuinbouwareaal voorzien van WKK.
² Bron ECN, NEV 2016 o.b.v. diverse internationale studies.

HUIDIGE SITUATIE

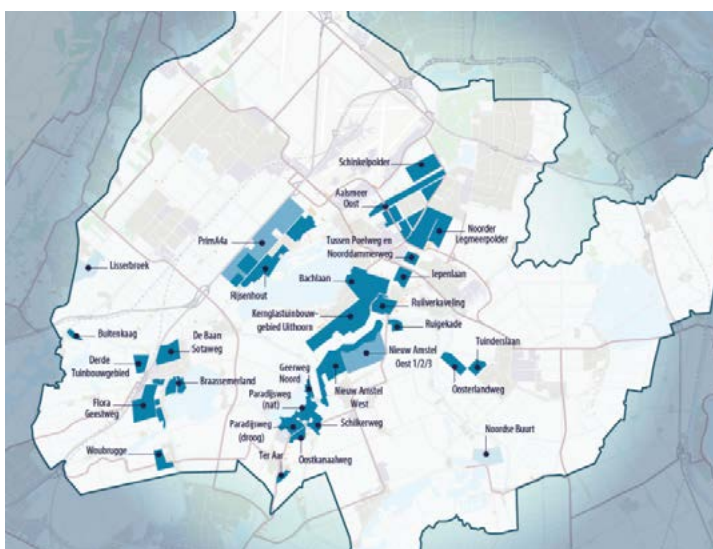
De sector Land- en tuinbouw heeft momenteel een aandeel van circa 7 procent, oftewel 17 PJ, in het energieverbruik van Noord-Holland (254 PJ). Daarvan komt 10 PJ voor rekening van de glastuinbouw, die vooral aardgas verbruikt. En 7 PJ komt voor rekening van de overige landbouw. De verduurzaming van de glastuinbouw is veel ingewikkelder dan die van de landbouw, daarom wordt in deze deelstudie voornamelijk hierop ingegaan. Zie paragraaf 7 voor een beschouwing over de overige landbouwsectoren.

Energieverbruik sector landbouw



De glastuinbouw in Noord-Holland

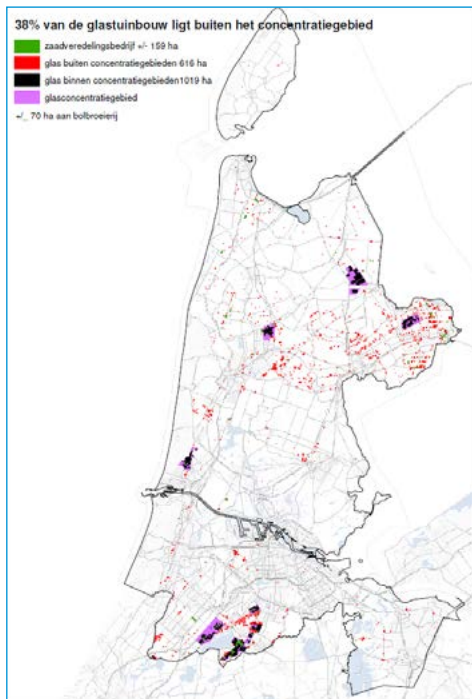
De glastuinbouw heeft behoefte aan energie om de kassen te verwarmen, te verlichten (assimilatiebelichting) en van CO₂ (voor snellere plantengroei) te voorzien. Energie is dan ook een belangrijke kostenpost voor een tuinder: ondanks een verlaagd energietarief voor energiebelasting bedragen de energiekosten bij een glastuinbouwbedrijf al gauw 25 procent van de totale kosten. Investerings in energiebesparingen kunnen zich snel terugverdienen, wat maakt dat de glastuinbouw op dit vlak zeer innovatief is. De laatste jaren is er echter slechts beperkt in nieuwe technologieën geïnvesteerd als gevolg van de crisis.



Bron: Ruimtelijke Visie Greenport Aalsmeer 2015-2025

De economische waarde van de glastuinbouw in Noord-Holland is groot. Negenhonderd bedrijven op circa 1600 ha grond zorgen gezamenlijk voor 61.000 banen en 1 miljard aan toegevoegde waarde. Zo'n 1.000 hectare ligt in de glasconcentratiegebieden Agriport A7, Alton en Grootslag,

Heemskerkbinnenduigebied en Greenport Aalsmeer. Hiervan is nog 40 ha uitgeefbaar en is 220 ha bestemd voor uitplaatsing van kassen uit naburige transformatiegebieden. Zo'n 600 ha (40 procent) is in het buitengebied gelegen 'verspreid glas'.



Bron: PNH 2017¹

Het beleid van de provincie richt zich op verdere concentratie van kassen in clusters. Dit zorgt namelijk voor efficiënt ruimte- en grondstofgebruik en de mogelijkheid een logisch samenhangend netwerk van productie, handel, logistiek en R&D te vormen, wat nodig is om de internationale concurrentie het hoofd te bieden. Clustering biedt ook een betere businesscase voor opties als warmtenetten, geothermie en collectieve CO₂-aanvoer. Het is daarbij van belang om activiteiten die niet aan glastuinbouw gerelateerd zijn, maar het cluster zullen versterken, toe te staan om zich bij het cluster te vestigen.

Van de 600 hectare aan verspreid glas zou ongeveer de helft, dus 300 ha, in aanmerking kunnen komen voor verplaatsing naar concentratiegebieden, mits daar voldoende ruimte voor is (er is zeker nog zo'n 100 ha extra hiervoor nodig)³. Voor de resterende 300 ha aan verspreid glas geldt dat het niet opportuun is om dit naar een glasconcentratiegebied te verplaatsen. Dit betreft bolbroeierijen (circa 70 ha), zaadveredelingsbedrijven (circa 160 ha) en onverwarmde teelt in 'koude' kassen. Voor zaadveredelingsbedrijven is de kans op besmetting de reden, terwijl de bolbroeierijen sterk grondgebonden zijn, omdat de bollen veelal eerst in de grond en later in de kas gaan. Hierdoor zijn de bollenbroeierijen ook zeer kapitaalintensief.

De glastuinbouw heeft op het gebied van energietransitie de Meerjarenaafspraken Energietransitie Glastuinbouw 2014-2017 met het Rijk gemaakt.⁴ De doelen voor 2020 zijn onder andere:

- Een CO₂ emissie van maximaal 4,6 ton (inclusief de CO₂-emissie van elektriciteitslevering);
- Een energiebesparing in 2020 van 11 PJ, zoals afgesproken in het Energieakkoord.

Daarnaast zijn de volgende ambities voor 2020 geformuleerd:

- In nieuwbouwkassen wordt klimaatneutraal geproduceerd, dus netto zonder de inzet van fossiele energie;
- In bestaande kassen worden teeltconcepten en -technieken ontwikkeld, waarmee op economisch rendabele wijze met de helft van de fossiele brandstof ten opzichte van 2011 (inclusief inkoop van fossiel geproduceerde elektriciteit), geproduceerd kan worden;

Er wordt op dit moment gewerkt aan actualisering van de Meerjarenaafpraak voor de periode 2018-2020. De glastuinbouwsector wil in 2050 klimaatneutraal zijn.

Hiertoe werken belangenvereniging LTO Glaskracht en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat samen in het beleids- en uitvoeringsprogramma Kas als Energiebron. Dit initiatief helpt tuinders deze doelstellingen te realiseren, door een brede aanpak (onderzoek, kennis delen, subsidies, best practices).

³ De provincie heeft onlangs opdracht gegeven voor een verkenning naar de ruimtebehoefte bij Alton.

⁴ Kas als Energiebron (<https://www.kasalsenergiebron.nl/over-ons/kas-als-energiebron/#meerjarenaafpraak>)

RELEVANTE TRENDS IN DE GLASTUINBOUW

De voorliggende vraag is nu hoe de glastuinbouw zich tot 2050 zal ontwikkelen en wat dat betekent voor het energieverbruik. Hiervoor is het van belang te kijken naar relevante trends en de ontwikkelingen.

- **Concurrentie en afzetmarkt**

De afzetmarkt stagneert en de concurrentie uit andere landen neemt toe. Dit geldt voor zowel sierteelt, potplanten als groenten. Er is in het buitenland bovendien een toenemende belangstelling voor lokaal geteelde gewassen, terwijl 75 procent van de Nederlandse glastuinbouw bedoeld is voor de export. Om de concurrentie het hoofd te bieden, zijn vraaggericht telen, een aantrekkelijk assortiment, hoge kwaliteit en goede service essentieel. Kansen liggen er in nieuwe markten, zoals bollenbroei en de *biobased economy*.⁵

- **Schaalvergroting en herstructurering**

Bedrijven worden steeds kapitaalintensiever: het aantal bedrijven neemt al decennialang af terwijl het productieareaal en de productie per m² steeds groter worden, om bijvoorbeeld de investeringen in automatisering te kunnen dekken. Vooral in de glasgroenteteelt is er sprake van schaalvergroting. In niches zijn meer kleinschalige bedrijven te vinden.

Herstructurering van glastuinbouwconcentratiegebieden maakt het mogelijk aanpassingen in de infrastructuur op het gebied van glasvezel, wegen, energie, warmte, water en CO₂ daarin mee te nemen. Soms blijft herstructurering echter uit, door gebrek aan financiële investeringsruimte bij ondernemers en gebrek aan 'schuifruimte' op de gewenste locatie.

- **Efficiëntie**

Toenemende automatisering en robotisering zorgt voor efficiëntere informatie-uitwisseling, productie, en het terugdringen van arbeidskosten. Hiervoor is wel enige extra elektriciteit nodig.

- **Ketenintegratie**

Glastuinbouwbedrijven gaan steeds meer schakels in de keten zelf organiseren. Het wordt namelijk belangrijker ziekten en virussen te kunnen herleiden tot de oorsprong. Ook neemt de directe verkoop, dus zonder tussenkomst van de veiling, toe, wat mede mogelijk wordt gemaakt door inzet van ICT.⁶ Dit leidt tot minder vervoersbewegingen.

- **Waardecreatie**

De consument wil steeds vaker toegevoegde waarde, zoals gebruiksgemak, smaakbeleving en verduurzaming. Retailers vragen producenten hiermee rekening te houden.

- **Waterbeheer**

Per 1 januari 2018 (Activiteitenbesluit Milieubeheer) geldt voor de glastuinbouw een verplichte zuivering van restwaterstromen. Voor collectieve zuiveringen is dat soms 2021. Bij aanpassingen van waterinfrastructuur kan het interessant zijn andere infrastructuur daarin mee te nemen, dus voor energie, warmte en/of CO₂.

- **Toenemende elektrificering**

Door energiebesparende maatregelen neemt de energiebehoefte van de glastuinbouw af.

Tegelijkertijd verschuift de behoefte aan gas naar een behoefte aan elektriciteit, door de inzet van andere technologieën: de WKK, waarmee de tuinder op eigen terrein uit gas elektriciteit produceert, zal bijvoorbeeld grotendeels verdwijnen. De warmtepomp, die elektriciteit van het net gebruikt om lage temperatuurwarmte op te waarden, zal daarentegen gangbaar worden. Verder leiden intensievere belichting en de eerder genoemde automatisering en robotisering tot een toenemende vraag naar elektriciteit.⁷

5 De biobased economy betreft een economie die draait op biomassa als grondstof voor niet-voedsel toepassingen. Bijvoorbeeld stoffen uit planten voor de farmaceutische industrie.

6 In het regeerakkoord 2017-2021 heeft de regering aangegeven dat de Mededingingswet zal worden aangepast, zodat samenwerking in de land- en tuinbouw expliciet wordt toegestaan. Dit om de ongelijke machtsverhoudingen in de keten te compenseren.

7 Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat als bij stijgend energieverbruik ook de opbrengst stijgt, per saldo de energie per eenheid product afgenomen kan zijn.

- **Groeiende inzet biomassa**

Momenteel groeit het gebruik van biomassa in de glastuinbouw snel. Gezien de verwachte schaarste aan biomassa in de toekomst en het feit dat er sectoren zijn die niet zonder kunnen, denken we dat biomassa slechts beperkt zal worden gebruikt in de glastuinbouw in 2050.

EINDBEELD VAN HET ENERGIEVERBRUIK - GLASTUINBOUW

Mede aan de hand van bovengenoemde trends kan nu eerst het verwachte volume van de glastuinbouw in 2050 bepaald worden. Vervolgens zal geanalyseerd worden wat de glastuinbouw aan energiebesparende maatregelen kan nemen, en daarna hoe de resterende energievraag verduurzaamd kan worden. Zo ontstaat een beeld van de omvang van het energieverbruik van de sector in 2050, en hoe dit naar verwachting ingevuld kan worden, dus met welke 'energiemix'. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een recent uitgevoerd onderzoek voor het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Opties voor energieneutrale agrosectoren in 2025.

Volume

Mede op basis van eerder genoemde trends is de aanname dat in 2050 de sector qua omvang in hectaren gelijk blijft. De sector is in 2050 grotendeels gevestigd in de huidige en voorgenomen concentratiegebieden, met uitzondering van bollenbroeiers, zaadverdelingsbedrijven en 'koude teelt'. Door innovaties als meerlaagse teelt en verdergaande automatisering zal de productiviteit van de sector wel zijn toegenomen. Het kan zijn dat er in 2050 sprake is van een andere verdeling van type gewassen, wat effect kan hebben op de behoefte aan elektriciteit en warmte, maar dit is nu niet in te schatten. Daarom veronderstellen we voor 2050 een vergelijkbaar teeltplan.

Energie-efficiëntie

Gezien de vervangingstermijn van de kassen (economisch circa twaalf jaar, in de praktijk soms twintig jaar) gaan we ervan uit dat in 2050 alle kassen in ieder geval voorzien zijn van de innovaties op het gebied van energiebesparing die in 2030 opgeld deden, zie kader 'Energiebesparende maatregelen in de kas'. Hierbij is Het Nieuwe Telen van het grootste belang, want alleen hiermee kan een tuinder al tot zo'n 30 procent aan energie besparen, zowel in nieuwe als in bestaande kassen.

Energiebesparende maatregelen in de kas

In het programma Kas als Energiebron worden veel mogelijkheden tot energiebesparing geschetst. Bijvoorbeeld:

- Het Nieuwe Telen, oftewel gebruik van natuurwetenschappelijk kennis om de teelt optimaal te sturen door onder andere klimaatregeling, vochtregeling en CO₂-dosering;
- betere isolatie van de kas (innovaties als folies, coatings en energieschermen maken dit mogelijk zonder afbreuk te doen aan de lichtopbrengst);
- het sluiten van de kas (als de overvloedige zomerwarmte kan worden opgeslagen voor de winter, is zomers ventileren niet altijd meer nodig. Warmteverliezen blijven beperkt en het indringen van ziektes en plagen wordt bovendien gereduceerd. Het sluiten van de kas wordt mogelijk gemaakt door inzet van warmtekoudeopslag (WKO);
- zuiniger verlichting door inzet van ledverlichting, sturing op optimale lichtonderschepping door gewassen op de juiste momenten en optimaal gebruik van natuurlijk licht. Overigens betekent de vervanging van reguliere verlichting (die tevens warmte genereert) door ledverlichting (die nauwelijks warmte genereert) wel dat de warmtevraag in de kas enigszins stijgt.
- inzet van gelijkstroom in plaats van wisselstroom. De verwachting is dat dit beperkt blijft tot bedrijfsnetwerken (dus 'achter de meter').

Zie ook de bijlage 'Toelichting op diverse technieken in de glastuinbouw'

De verwachting is dat in 2050, als zowel de vervanging van alle kassen als de overgang naar duurzame warmtevoorzieningen grotendeels afgerond is, de glastuinbouw een sterke reductie heeft gerealiseerd in haar energieverbruik. De warmtevraag zou op basis van de ambitie van het programma Kas als Energiebron met 50 procent⁸ gedaald moeten zijn (bij gelijkblijvend areaal en gemiddelde teelt). De substantiële besparing bij elektriciteit zal naar verwachting wegvallen tegen de verwachte intensivering.

Al met al wordt verwacht dat na besparende maatregelen het totale energieverbruik van de glastuinbouw in Noord-Holland zal afnemen van circa 10 PJ naar circa 7 PJ. Het aandeel elektriciteitsgebruik zal daarbij verhoudingsgewijs zijn toegenomen, door toenemende intensivering en ook afhankelijker worden van levering van het net, omdat de tuinder niet langer met een WKK zelf elektriciteit uit gas produceert.

Verduurzaming resterende energievraag

Na bovengenoemde maatregelen zal de tuinder nog steeds een vraag hebben naar elektriciteit en warmte. Hoe kan deze ingevuld worden? De elektriciteit zal afgenomen worden via het net of (deels) duurzaam ingevuld worden vanuit eigen productie, bijvoorbeeld door zonnepanelen op werk- en opslagruimtes. Om zijn warmtebehoefte in te vullen, heeft de tuinder verschillende opties. Deze worden hieronder toegelicht.

Warmte

De glastuinbouw heeft een karakteristiek warmteprofiel⁹: in de winter is er een enorm grote vraag naar warmte, in de zomer heeft de kas soms zelfs een overschot aan warmte. Op basis van de beschikbare kennis binnen ECN en de verwachte ontwikkelingen, verwachten we dat de warmtevoorziening van de glastuinbouw in 2050 er als volgt uitziet (zie ook de bijlage 'Voor- en nadelen van de belangrijkste warmte-opties'):

- 1) Geothermie zal uit economisch oogpunt de eerste keuze zijn, mits er potentie is in een gebied. De potentie is echter voor Noord-Holland Zuid nog onbekend.
- 2) Restwarmte zal economisch gezien het meest aantrekkelijk zijn in gebieden waar geothermievastgoed ontbreekt, maar waar warmtebronnen nabij zijn. Denk aan industrie en datacenters. De laatste categorie heeft als bijkomend voordeel dat er wellicht nog gestuurd zou kunnen worden op de vestigingslocatie van nieuwkomers. Zie ook de factsheet Datacenters. De businesscase van restwarmte wordt negatief beïnvloed door:
 - de forse benodigde investeringen in een net. Aangezien deze kosten momenteel niet gesocialiseerd zijn, betekent dit dat de individuele tuinders de kosten hiervan moeten dragen.
 - een te hoge elektriciteitsprijs. Er is namelijk een extra warmtepomp (op elektriciteit) nodig om de aangeboden restwarmte op de benodigde (hogere) temperatuur te kunnen brengen.
 - de afwezigheid van of onbekendheid met voldoende verschillende type aanbieders van (rest)warmte die leveringszekerheid willen bieden.
- 3) Warmtekoelopslag (WKO) is daarna economisch het meest interessant voor alle gebieden en bedrijven die niet in aanmerking komen voor geothermie of een warmtenet, vanwege hun ligging buiten clusters of omdat ze de investeringen niet op kunnen brengen. Deze optie is ook geschikt voor zogenoemde 'koude teelt', waarbij slechts het vorstvrij houden van de kas in de winter de voornaamste warmtevraag betreft. Ook bij WKO moet vaak een warmtepomp worden ingezet.

Alle bovengenoemde opties zijn emissieloos en vergen geen aardgas, maar wel extra elektriciteit voor de benodigde warmte- en waterpompen. Verder kunnen alle drie de opties niet op kostenefficiënte wijze volledig aan de piekvraag in de winter voldoen (zie kader). Dit betekent dat er altijd een aanvullende warmtevoorziening nodig is, die overigens meteen als backup-systeem zal fungeren om leveringszekerheid te kunnen garanderen.

De piekvraag kan ingevuld worden met HR-ketels op biogas of andere op biomassa gestookte opties¹⁰. De inzet van deze energiebronnen zou echter wel tot een minimum beperkt moeten worden, gezien de toekomstige schaarste aan biogas en biomassa en het feit dat er andere sectoren zijn die niet zonder zullen kunnen. Een alternatief is weerstandsverwarming op - duurzaam opgewekte - elektriciteit. Ook WKK-installaties zouden in principe deze aanvullende rol kunnen vervullen, maar de verwachting is dat dit in 2050 financieel niet aantrekkelijk genoeg is. Een WKK kan immers alleen uit bij een relatief hoge elektriciteitsprijs ten opzichte van de (bio)gasprijs.

⁸ van circa 30 m³ naar 15 m³ gas per m².

⁹ Uiteraard afhankelijk van de lokale situatie en het teeltplan (soort en intensiviteit).

¹⁰ Zoals bijvoorbeeld houtpelletkachels. Momenteel worden vooral lokale houtsnippers gebruikt.

Basisoptie	Aanvullend t.b.v. piekvraag in winter
Geothermie	HR-ketel op biogas
Restwarmte	Weerstandsverwarming op elektriciteit
WKO	WKK op biogas

NB. alle basisopties hebben zelf ook een beperkte elektriciteitsvraag voor ondersteunende apparatuur, zoals regelapparatuur en (warmte) pompen.

Invulling van de piekvraag in de winter

Geothermie heeft een constante warmteafgifte, dus hetzelfde in de zomer en in de winter. Het is economisch niet rendabel om de bron op de piekvraag in de winter af te stemmen, omdat hierdoor in de zomer een warmteoverschot ontstaat waar op dat moment geen afnemers voor zijn, terwijl er met de opwekking wel operationele kosten gemoeid zijn en de bron eerder uitgeput zal raken. Afvoer van het zomerse overschot kost bovendien onnodig veel extra energie.

Ook bij een restwarmtenet, met lage-temperatuurwarmte en gevoed vanuit één of meerdere warmtebronnen, is een constante afname het meest efficiënt omdat ook de aanbodopties een constant karakter hebben.

En hoewel warmtekoudeopslag (WKO) juist wel aansluit bij de variërende warmtebehoefte door het jaar heen, kan het over het algemeen ook niet voldoen aan de enorme piekvraag in de winter, aangezien WKO slechts zoveel warmte mag onttrekken in de winter als het in de zomer heeft opgeslagen. Er is dus altijd een aanvullende optie nodig om aan de winterse piekvraag van de glastuinbouw te voldoen.

Eindbeeld en energiemix in 2050

Zoals eerder gesteld, wordt verwacht dat na besparende maatregelen het totale energieverbruik van de glastuinbouw in Noord-Holland zal afnemen van circa 10 PJ naar circa 7 PJ, waarbij het elektriciteitsverbruik verhoudingsgewijs zal zijn toegenomen. Het eindbeeld voor de warmtevraag ziet er naar verwachting als volgt uit:

- 50 procent geothermie (individueel of in clusterverband aangelegd)
- 10 procent restwarmte
- 20 procent elektriciteit (voor warmtepompen en dergelijke)
- 20 procent biogas, inclusief beperkte inzet van biomassa

De resulterende energiemix voor de deelsector glastuinbouw (waarbij zowel de warmtevoorziening als de andere energiebehoeften zijn meegenomen) ziet er dan als volgt uit:

- 55 procent elektriciteit
- 30 procent geothermie
- 10 procent biogas, inclusief beperkte inzet van biomassa
- 5 procent restwarmte

Randvoorwaarden

Bovengenoemde uitkomsten zijn een inschatting van ECN. De exacte cijfers en verhoudingen zullen op termijn duidelijk worden. Daarbij moet bovendien aan enkele randvoorwaarden voldaan zijn, te weten:

1. Een zwaardere infrastructuur

Er zullen aanpassingen in de zwaarte van het elektriciteitsnet nodig zijn om aan de toegenomen vraag naar elektriciteit te kunnen voldoen. In sommige gebieden is de netcapaciteit momenteel onvoldoende om aan de toenemend elektriciteitsvraag te voldoen. Dit komt aan de orde in de deelstudie 'Energie-infrastructuur'. Zo lang tuinders niet verzekerd zijn van voldoende en zekere aanbod aan elektriciteit, zullen ze geen afstand durven doen van hun WKK's. Overigens geven telers aan dat er ook andere aanpassingen nodig zijn, bijvoorbeeld dat de tariefstructuur meer rekening moet houden met lokale productie.¹¹

¹¹ Voor elektra geldt dat de huidige prijssystematiek ongunstig uitwerkt voor verduurzaming. Tuinders betalen relatief veel voor de capaciteit van hun aansluiting, ongeacht of zij van die capaciteit gebruik maken. Een transitie naar een systematiek op basis van verbruik zal ervoor zorgen dat tuinders slimmer omgaan met gebruik van elektra maar geen zorgen hebben over de capaciteit van hun aansluiting.

2. CO₂-levering

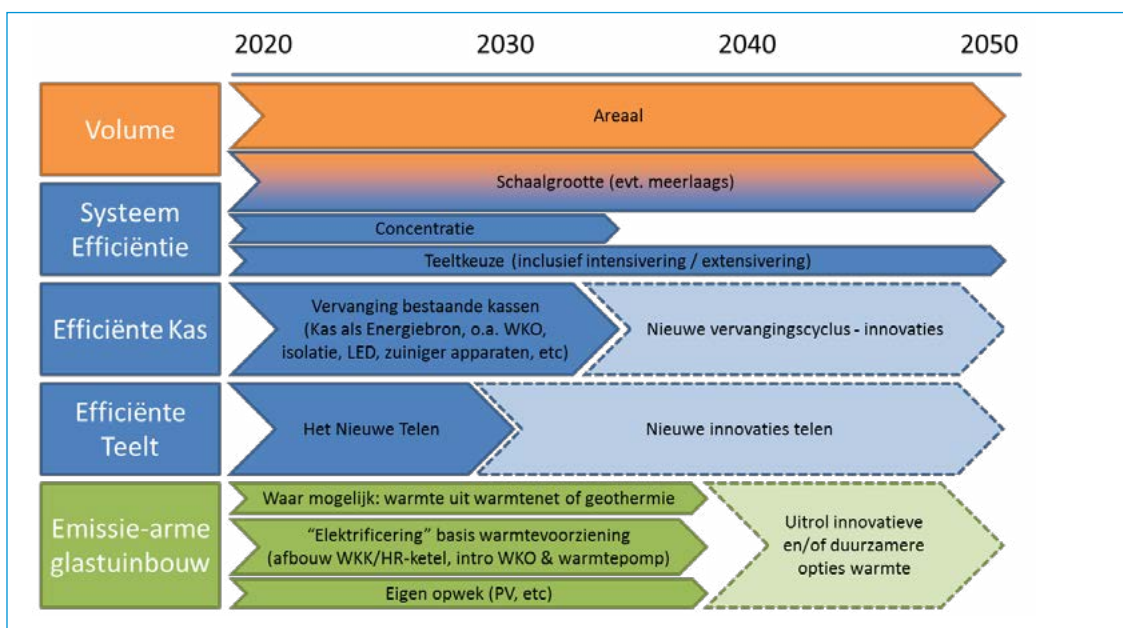
Momenteel gebruikt de glastuinbouw CO₂ om planten beter te laten groeien. Een deel van de gebruikte CO₂ komt op de locatie zelf vrij, bij de verbranding van aardgas in de WKK of HR-ketel (dit betekent overigens dat er soms ook op warme dagen gestookt wordt, niet voor de warmte maar voor de CO₂). Het resterende deel wordt aangevoerd over de weg of - in Aalsmeer - via de zogeheten OCAP-leiding¹². Als geothermie, restwarmte of WKO worden ingezet, zal bij de tuinders die nu nog zelf CO₂ opwekken, CO₂ moeten worden aangevoerd om aan de behoefte te voldoen. Indien CO₂-transport over de weg plaatsvindt, veroorzaakt dit extra verkeersbewegingen, bovendien moeten de tuinders dan een buffer op eigen terrein hebben. De aanleg van een CO₂-net (CO₂ smart grid) geniet dan ook de voorkeur, mits dit kosteneffectief kan. De aangevoerde CO₂ moet verder voldoende zuiver zijn, er moeten voldoende bronnen beschikbaar zijn, en er is een seizoensbuffer nodig. Veiligheidsaspecten spelen uiteraard ook een rol, dus moet er gekeken worden naar de wet- en regelgeving omtrent CO₂-opslag en -transport.

De financiële haalbaarheid van aanleg van een CO₂-net hangt enerzijds af van de grootte van de vraag (die al gebundeld is in concentratiegebieden) en anderzijds van de afstand tot de bronnen en eventueel al bestaande (bruikbare) infrastructuur. Daarnaast is de onrendabele top in de afvangst(installatie) van belang. In Noord-Holland wordt hier momenteel volop onderzoek naar gedaan. In 2018 zal PrimA4a op de OCAP-leiding worden aangesloten. Voor meer informatie, zie de deelstudie 'Energie-infrastructuur'.

¹² De OCAP-leiding is een 83 km lange oude oliepijpleiding tussen Rotterdam en Amsterdam, gedeeltelijk langs de A4, die nu wordt gebruikt voor CO₂-transport.

TRANSITIEPADEN

De vraag is vervolgens hoe de transitie tot het eindbeeld van 2050 kan verlopen. Het verwachte transitiepad naar 2050 is gekoppeld aan een vijftal aangrijpingspunten, zie het schema.



Toelichting op de aangrijpingspunten:

- Volume:** de ontwikkeling van het volume wordt bepaald door de ontwikkeling van de markt en productiviteitsvergroting per hectare. Dit zal rechtstreeks van invloed zijn op de ontwikkeling van het energieverbruik van de sector tot 2050.
- Energie-efficiëntie van het systeem:** hier is vooral verdere concentratie van kassen van belang. De keuze om zich in een concentratiegebied te vestigen, wordt gedreven door de businesscase van de individuele tuinder. We verwachten dat de voornaamste concentratie rond 2035 een feit zal zijn.
- Energie-efficiënte kas:** dit gaat over energiezuinige kassen. De vervanging van kassen vindt in principe plaats op de natuurlijke momenten, en zou dus binnen vijftien tot twintig jaar, rond 2035, voltooid moeten kunnen zijn. Zo'n moment kan uiteraard ook gebruikt worden voor een verhuizing naar een geschiktere locatie bij een cluster of bij een specifieke warmtebron. Hier dient dan wel genoeg ruimte voor te zijn. Een aantal mogelijke besparingsmaatregelen hoeft niet te wachten tot een vervangingsmoment van de gehele kas (denk bijvoorbeeld aan introductie van ledverlichting).
- Efficiënte teelt:** dit betreft keuzes in teelttechnieken. Bij veel vormen van teelt zorgt gedoseerde CO₂, bevochtiging en belichting voor versnelde groei, en daarmee tot versnelde productie (bij een vrijwel gelijk gebruik van warmte en elektriciteit door het jaar heen) en dus meer oogst per m². Dit is onderdeel van de bedrijfsvoering van de tuinder.
- Emissie-arme glastuinbouw:** dit gaat over reductie van de CO₂-uitstoot.
De verwachting is dat de WKK's rond 2035-2040 uitgefaseerd zijn, aangezien het momenteel niet rendabel is om WKK's aan het einde van hun levensduur te vervangen door nieuwe WKK's. Wellicht met een beperkt aantal uitzonderingen, zoals locaties waar biogas lokaal geproduceerd wordt (en de elektriciteitsprijs voldoende hoog is),
Indien een tuinder niet verzekerd is van levering van goede en goedkope CO₂, zal hij niet gauw van zijn WKK en/of HR-ketel afstand doen. Om te voorkomen dat tuinders bij de keuze voor een alternatieve warmtevoorziening de komende jaren terugvallen op een gasgestookte ketel, is snel

duidelijkheid nodig over de beoogde ontwikkelingen van geothermie, warmtenetten (met name rond de MRA) en CO₂ netwerken.

Indien er genoeg bekend is over de potentie van geothermie - vooral in de MRA - en dit economisch uit kan (eventueel geholpen door subsidie en garantstelling bij misboring), zal geothermie gestaag groeien. Gezien de doorlooptijd zullen dan rond 2030-2035 de meeste geschikte locaties aangeboord zijn op plaatsen waar voldoende warmtevraag is.

Onzekerheden in het eindbeeld en transitiepad

Bovenstaand eindbeeld en transitiepad zijn sterk afhankelijk van een aantal (deels niet te beïnvloeden) ontwikkelingen op nationaal en mondiaal niveau. De belangrijkste onzekerheden zijn:

- **Ontwikkeling van de glastuinbouw**
De teeltkeuze en de mate van intensivering zijn cruciaal voor de ontwikkeling van de energievraag, zo is voor snijbloemen meer energie per m² nodig dan bij pot- en perkplanten. De teeltkeuze wordt uiteraard vooral gestuurd door de markt van vraag en aanbod en de intensivering door de businesscase.
- **Businesscase van duurzame warmteopties**
Als duurzame warmteopties economisch aantrekkelijk genoeg zijn, kan de transitie snel gaan. Echter, bij een lage gasprijs en een hoge elektriciteitsprijs zal de WKK lang een aantrekkelijke optie blijven. Dit zou dan de transitie vertragen.¹³ Een hoge gasprijs en een lage elektriciteitsprijs maken de overstap op alternatieven aantrekkelijker en kan de transitie versnellen. Het is niet waarschijnlijk dat de gasprijs alleen in Nederland zal worden verhoogd, omdat dit de internationale concurrentiepositie zou ondermijnen, onder meer van de glastuinbouw.
- **Potentie van geothermie**
Als blijkt dat het daadwerkelijk potentieel in Noord-Holland tegenvalt, kan dit tot gevolg hebben dat de verschillende sectoren zullen concurreren om duurzame warmte.
- **Ontwikkeling van lokale en regionale warmtenetten**
Het is maar de vraag of er een betaalbaar en betrouwbaar systeem van lokale en regionale warmtenetten economisch en technologisch haalbaar is. Nog onduidelijk is wie welke kosten zou moeten gaan dragen. Hierbij is het ook van belang dat een gelijk speelveld met elektriciteit en gas wordt gerealiseerd. Als de kosten te hoog zijn of de onzekerheden te groot, zullen de tuinders voor andere opties kiezen.¹⁴
- **Beschikbaarheid van zuivere CO₂**
Als levering van relatief goedkope en CO₂ van de juiste kwaliteit uitblijft, zullen veel tuinders niet of laat afstappen van hun gasgestookte optie (WKK en/of HR-ketel).
- **Beschikbaarheid van een zwaarder elektriciteitsnet**
Als verzwaring van het elektriciteitsnet lang op zich laat wachten, zullen veel tuinders niet of laat afstappen van hun WKK of HR-ketel. De netbeheerder (Liander, onderdeel van Alliander) is reactief en mag pas aan de slag als klanten zich hebben aangemeld. Zo wachten klant en leverancier op elkaar. Daarbij komt dat de netbeheerder zelf weer afhankelijk is van andere partijen. Als er ook een hoogspanningsstation moet komen, is daarvoor bijvoorbeeld TenneT aan zet.
- **Beleid voor de WKO**
Op dit moment is het potentieel van WKO beperkt, omdat landelijk is bepaald dat de opslag niet warmer dan 25°C mag zijn. Deze restrictie is uit voorzichtigheid, omdat men nog niet weet wat het effect van WKO op de ondergrond is. Hier wordt onderzoek naar gedaan. Mocht de restrictie losgelaten worden, dan zou een groter deel van de seizoensopslag via WKO geregeld kunnen worden, en zou deze optie een grotere rol in het eindbeeld kunnen hebben. Wel is WKO nog erg duur.
- **Investeringsruimte**
Mocht de glastuinbouw in financieel zwaar weer terechtkomen, dan zal de ruimte voor investeringen beperkt zijn, wat de transitie vertraagt.

Beleid kan bijdragen tot versnelde verduurzaming van de sector, zie de mogelijkheden hiervoor hieronder bij 'Het speelveld'.

¹³ Tuinders kopen momenteel massaal gas in voor de komende vier jaar omdat dit zo goedkoop is.

¹⁴ Op dit moment is de ontwikkeling en het beheer van warmtenetten in private handen. Het Rijk kijkt momenteel naar een herziening van de relevante wetgeving waardoor dit mogelijk verandert.

HET SPEELVELD

Relevante actoren binnen de glastuinbouw zijn:

Actoren	
Productie	Zaadveredeling en – vermeerdering producenten groenten en sierteeltproducten
Tussenhandel	Groothandel, detailhandel, veilingen
Kopers en gebruikers	Consumenten, afnemende bedrijven
Logistiek en distributie	Transportbedrijven
Overheden en semi-overheden	EU, Rijk (diverse ministeries en hun agentschappen), provincies, gemeenten, ontwikkelingsbedrijven
Onderzoek	Kennisinstellingen
Belangenbehartiging	Brancheverenigingen, ondernemersverenigingen, Greenports
Energielevering	Energiebedrijven, netwerkbedrijven, (rest)warmteleveranciers
CO ₂ -levering	CO ₂ leveranciers (industrie)

Private actoren

De glastuinbouw betreft de hele keten van zaadveredeling- en vermeerdering via productie en handel tot aan de detailhandel. De ondernemers zijn verenigd in ondernemers- en brancheverenigingen. De belangen van alle productie en handel binnen de glastuinbouw komen samen in de Greenports. Deze Greenports zijn samenwerkingsverbanden die partijen bij elkaar brengen en de ontwikkeling van het cluster organiseren en faciliteren door subsidies aan te vragen, onderzoek te doen etc.

Het bedrijfsleven is zelf eerstverantwoordelijk om maatregelen te nemen om het energieverbruik terug te dringen, zoals vervanging van kassen door energiezuiniger kassen en energiebesparende maatregelen in bestaande kassen op het gebied van verwarming en licht.

De glastuinbouw is hier zelf zeer bij gebaat, omdat de marges aan de productiekant laag zijn en energiekosten een groot deel van de totale kosten vormen. Uiteindelijk worden maatregelen alleen genomen als ze wettelijk verplicht zijn en/of een goede businesscase hebben, waarbij de banken tot het verstrekken van leningen bereid moeten zijn.

Wel kunnen overheden versnelde invoering van maatregelen stimuleren door Green Deals, subsidies, heffingen en fiscale maatregelen, maar ook door garantstellingen. Het belang van kennisinstellingen is groot: onderzoek ligt immers aan de basis van innovatie. Belangen- en ondernemersverenigingen helpen best practices voor het voetlicht te brengen, zoals in het programma Kas als Energiebron.

Concentratie van verwarmde kassen gebeurt alleen als er een goede businesscase aan ten grondslag ligt, waarbij de overheid een rol speelt door dit ruimtelijk en juridisch mogelijk te maken en financieel te stimuleren.

Voor wat betreft warmtenetten, CO₂-netten en geothermie geldt dat het soms nodig of nuttig kan zijn om met partijen uit andere sectoren op te trekken, bijvoorbeeld de industrie of de woningbouw. Overheden kunnen onderzoek (laten) doen, partijen bij elkaar brengen, helpen de onrendabele top te financieren en investeringsrisico's mede dragen. Onderzoek is bijvoorbeeld nodig naar de potentie van geothermie in Noord-Holland Zuid, waar nog relatief weinig over de ondergrond bekend is.

Voor wat betreft de handel en logistiek geldt dat de concentratie van glas de bundeling van ladingstromen vergemakkelijkt. Tegelijkertijd neemt door ketenintegratie het belang van de veiling af. Hierdoor zijn minder vervoersbewegingen nodig. Dit heeft effect op het brandstofverbruik.

De opwekking van duurzame energie kan zowel door individuele ondernemers als collectief in clusters worden opgepakt. Verder kan bij aansluiting op een warmtenet de warmtevraag zowel via geothermie, als met restwarmte van derden (TATA, afvalcentrales, datacenters en de industrie) of warmte uit overschotten aan elektriciteitsopwekking worden ingevuld, mits de afstand tussen aanbieder en afnemer

niet te groot is. Het interessante aan datacenters daarbij is dat er zich nog voortdurend nieuwe partijen vestigen in Noord-Holland. Momenteel wordt er geen specifiek vestigingsbeleid gevoerd op datacenters, wat opvallend is gezien hun grote ruimte vraag, hun energievraag en de grote hoeveelheid restwarmte die ze genereren, die wellicht in de glastuinbouw benut kan worden. Zie ook de factsheet Datacenters.

De WKK blijft zeker de komende jaren als back-up en als piekoplossing. Daarmee zorgt de WKK overigens ook voor wendbaarheid van de sector: als er andere opties in beeld komen, kan men de WKK als back-up gedurende een langere periode afschrijven, en zo risico's verminderen.

Van belang voor een positieve businesscase is dat de tuinders hun warmtevraag weten te organiseren, maar ook dat er voldoende verschillende type aanbieders van (rest)warmte binnen een regio zijn die leveringszekerheid kunnen en willen bieden voor een langere periode. Verder is cascadering relevant. Bij cascadering wordt hoge-temperatuurwarmte eerst in de industrie gebruikt, waarna de restwarmte met een lagere temperatuur gebruikt wordt in de glastuinbouw en de gebouwde omgeving.

Overheden

Ondanks dat de marktpartijen een grote rol spelen in de verduurzaming van deze sector, kan beleid bijdragen tot een versnelling door bepaalde barrières weg te nemen of ontwikkelingen te stimuleren (met wortel, stok en/of preek). Onderstaande tabel bevat op hoofdlijnen het beleid waarmee de overheden kunnen bijdragen aan deze versnelling in de glastuinbouw. Stimuleringsbeleid van de EU is voornamelijk opgenomen in het algemeen landbouwbeleid.

	Rijk	Provincie	Gemeenten
Volume	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Efficiëntie van het systeem	Onderzoek naar effecten opslag hoge temperaturen bij WKO.	Stimuleren van concentratie, relocatie en sanering door ruimtelijk beleid en financiële tegemoetkomingen.	Stimuleren van concentratie, relocatie en sanering door ruimtelijk beleid en financiële tegemoetkoming.
Efficiëntie van de kas	- Subsidies op maatregelen. - Stimuleren onderzoek en innovatie.	- Subsidies op maatregelen. - Stimuleren onderzoek en innovatie. - Lobbyen bij het Rijk voor maatregelen.	- Subsidies op maatregelen. - Stimuleren onderzoek en innovatie.
Efficiëntie van de teelt	- Subsidies op maatregelen - Stimuleren onderzoek, innovatie en kennisdeling.	- Subsidies op maatregelen. - Stimuleren onderzoek, innovatie en kennisdeling. - Lobbyen bij het Rijk t.b.v. subsidies.	- Subsidies op maatregelen. - Stimuleren onderzoek, innovatie en kennisdeling.
Emissie-arme glastuinbouw	Onrendabele toppen financieren bij aanleg warmtenetten, CO ₂ -netten en geothermieboringen.	- Kansrijkheid projecten en infrastructuur onderzoeken. - Partijen bij elkaar brengen. - Ruimtelijk beleid voeren op vestiging van datacenters. - Bijdragen aan financiering onrendabele top bij aanleg warmtenetten, CO₂-netten, geothermieboringen, en/of hiertoe lobbyen bij het Rijk.	Ruimtelijk beleid voeren op vestigen datacenters.

Op dit moment bestaan er al diverse regelingen die de glastuinbouw, en grotendeels ook overige subsectoren in de sector Land- en tuinbouw, stimuleren in de verduurzaming, zie de bijlage 'Stimuleringsbeleid voor de sector land- en tuinbouw in het kader van de energietransitie'.

Versnelling kan bovendien afgedwongen worden door normering of standaardisering, of gestimuleerd worden door convenanten als Green Deals, de Impulsagenda Greenports 3.0 en keurmerken.¹⁵

¹⁵ 'Green Deals' zijn publiek-private samenwerkingsconvenanten tussen diverse partijen met als doel door samenwerking en acties te bundelen de weg vrij te maken voor duurzame initiatieven.

OVERIGE SUBSECTOREN LAND- EN TUINBOUW

Voor wat betreft het energieverbruik van de overige landbouw gaat het om veeteelt, open teelt/akkerbouw, bedekte teelt (in gebouwen) en loonwerkers, bosbouw en visserij. Het energieverbruik van deze sectoren bedraagt in Noord-Holland 7 PJ. Dit is exclusief het gebruik van motorbrandstoffen, wat aan de orde komt in de deelstudie 'Mobiliteit en Transport'. Er is sprake van een behoorlijke elektriciteitsbehoefte in de akkerbouw en veeteelt voor apparatuur voor verwarmen, koelen, verlichten, drogen, ventileren en het melken van vee.

Volgens Agrimatie.nl/Noord-Holland besloeg het areaal cultuurgrond (inclusief kassen) in Noord-Holland ongeveer 156.000 ha in 2016. Het areaal cultuurgrond is licht afgenomen sinds 2000. Een groot deel (68.000 ha) is in gebruik als grasland. Het gemiddelde Noord-Hollandse bedrijf is met 34,4 ha iets (1,4 ha) groter dan het gemiddelde van Nederland. De intensieve veeteelt speelt geen rol van betekenis. Er zijn 1014 melkveehouderijen, met gemiddeld 91 koeien. Rond de afschaffing van de melkquotering per 1 april 2015 zijn de bedrijven flink gegroeid. Met de invoer van het fosfaatreductieplan zal de veestapel in 2017 weer krimpen. De andere diersoorten zijn - op slachtkuikens na - tussen 2000 en 2016 niet noemenswaardig in aantal toegenomen.¹⁶

Trends en ontwikkelingen¹⁷

- wereldwijd stijgt de vraag naar voedsel, vooral gezond en duurzaam voedsel;
- de schaalvergroting zet door;
- de beschikbaarheid van grond is beperkt;
- de productie stijgt wel per hectare;
- de sector verduurzaamt, mede door inzet van inzet van ICT en GPS die precisielandbouw mogelijk maakt;
- door klimaatverandering is er sprake van grotere fluctuaties in het weer. Dit zorgt voor fluctuaties in opbrengsten en prijzen;
- de wereldwijde vraag naar zuivel blijft licht stijgen (2 à 3 procent per jaar);
- wet- en regelgeving met betrekking tot fosfaat, ammoniak kan de landbouw onder druk zetten.

Volume

Op basis van trends en ontwikkelingen nemen we aan dat de omvang van de sector in hectare gelijk blijft. Mede als gevolg van automatisering zal de productiviteit toenemen. Eventuele toename in energieverbruik als gevolg van groei in volume valt naar verwachting weg tegen de energie-efficiënte maatregelen die in de sector genomen zullen worden.

Energie-efficiëntie

Hoewel de aandacht in de agrarische sector vaak uitgaat naar energieopwekking, gezien de mogelijkheden die agrariërs hebben op hun land en gebouwen, is energie-efficiëntie ook zeer belangrijk. De kosten van energiebesparende maatregelen liggen namelijk over het algemeen lager dan die van energieproductie.¹⁸ Wel dalen de kosten van energieproductie snel.

Het elektriciteitsverbruik is mede afhankelijk van de kwaliteit van apparatuur, de wijze van gebruik en onderhoud en de wijze waarop het is aangelegd, ingeregeld en afgestemd op andere apparatuur. Ook de dimensionering is van belang (overcapaciteit leidt meestal tot hoger energieverbruik).¹⁹ RVO.nl heeft in

¹⁶ Agrimatie, informatie over de landbouwsector, WUR 2016:

zie <http://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2518§orID=7230&themaID=2286&indicatorID=2911>

¹⁷ <https://www.rabobankcijfersentrends.nl/index.cfm?action=branche&branche=Akkerbouw>

¹⁸ Verkenning mogelijkheden voor verlagen van energiegebruik in de melkveehouderij, RVO juli 2014

¹⁹ Verkenning, RVO juli 2014

2014 onderzocht in hoeverre het energieverbruik teruggebracht kan worden in de melkveehouderij, uitgaande van bestaande energiebesparende technieken.²⁰ Hieruit bleek dat bij nieuwe melkstallen zo'n 40 tot 50 procent aan energie bespaard kan worden. Opvallende conclusie van RVO.nl is overigens dat het blijkbaar jaren duurt voordat bekende en bewezen energiebesparende technieken standaard opgenomen zijn in de bedrijfsvoering. Binnen de sector is echter inmiddels instrumentarium ontwikkeld om deze besparingsopties onder de aandacht te brengen. Verder bleek dat een aantal activiteiten die nu met diesel uitgevoerd worden, zoals mestmixen, ook heel goed met elektriciteit uitgevoerd kunnen worden.

Resterende energiebehoefte

De resterende behoefte aan energie zal dan worden ingevuld door duurzaam opgewekte elektriciteit, eventueel op eigen grond en gebouwen. Voor de (melk)veehouderij is mestvergisting (al dan niet in combinatie met een WKK) ook een optie. Gebruik van biogas en biomassa van buiten de eigen sector is naar verwachting niet aan de orde. Dit is immers schaars en ook nodig voor andere sectoren, zoals transport en industrie. Houtketels en biogasinstallaties kunnen wel transitieel, dus tijdens de energietransitie, worden ingezet.

Speelveld

De benodigde besparingsmaatregelen zullen door de agrariërs zelf genomen moeten worden. Hiertoe is in 2008 het convenant 'Schone en Zuinige agrosectoren' afgesloten tussen de overheid en landbouwsector. Het doel is jaarlijks 2 procent energiebesparing en minstens een derde aan duurzaam opgewekte energie door de sector in 2020.

Het Rijk kan verduurzaming stimuleren door fiscale maatregelen, subsidies en wetgeving, zoals de recente uitbreiding van de Wet milieubeheer naar de sector Land- en tuinbouw (met uitzondering van de glastuinbouw) en bijvoorbeeld de Regeling Groenprojecten en Borgstelling Landbouw. De regering heeft in het regeerakkoord aangegeven dat, ten opzichte van het emissiepad bij ongewijzigd beleid, de broeikasgasemissies uit de landbouw in 2030 met 3,5 megaton moeten afnemen. Daarbij hebben technische maatregelen (mestverwerking, voedselmix, etc.) de voorkeur boven volumebeperkende maatregelen.

De provincie zal slechts een beperkte rol kunnen spelen, bijvoorbeeld in het aanjagen van maatregelen door subsidies, het stimuleren van innovatie en onderzoek, het verspreiden van kennis en het aanbieden van energiescans. Zo is de Energiewijzer bijvoorbeeld met 50 procent subsidie door de provincie ontwikkeld. Zie ook de bijlage 'Stimuleringsbeleid voor de sector land- en tuinbouw in het kader van de energietransitie'.

Wel staat de provincie aan de lat voor de handhaving van de Wet milieubeheer, waarmee landbouwers verplicht kunnen worden tot het nemen van besparingsmaatregelen met een terugverdientijd van maximaal vijf jaar.



HANDELINGSPERSPECTIEF PROVINCIE NOORD-HOLLAND

De provincie heeft- zoals onder de paragraaf 'Speelveld' al geschetst - een rol in de verduurzaming van de glastuinbouw en de overige subsectoren binnen de sector Land- en tuinbouw. Het handelingsperspectief van de provincie wordt hieronder samengevat, waarna een overzicht wordt gegeven van de belangrijkste (politieke) keuzemomenten voor de provincie op de route naar een energieneutraal Noord-Holland.

Stimulering concentratie glastuinbouw

Lagere overheden spelen een belangrijke rol bij de verdere concentratie van de glastuinbouw. Dit maakt collectieve verduurzaming mogelijk en zorgt voor betere businesscases. Het is dan ook van belang de grootste energie- en warmtevragers, die nog niet geconcentreerd zijn, het snelst naar concentratiegebieden te verplaatsen. Dit gaat alleen lukken als de infrastructuur voor warmte en CO₂ aanwezig is.

Uiteraard zijn in nieuwe, grootschalige glastuinbouwgebieden, zoals PrimA4a, duurzaamheidsconcepten gemakkelijker te implementeren. Deze gebieden leveren ook de schuifruimte die nodig is om bestaande gebieden te herstructureren.

Doelstelling	Wat kan PNH doen?	Huidige inzet PNH
Clustervorming stimuleren	Reserveren extra ruimte voor clustervorming. Compenserende regelingen instellen voor het opruimen van oud glas in ruil voor nieuw glas. Beperken van uitbreidingsmogelijkheden van verspreid glas. Bij stimuleren van duurzaamheidsinvesteringen verspreid glas uitsluiten. Niet-glastuinbouwbedrijven die bijdragen aan verduurzaming van het cluster, toelaten in het cluster. Subsidie voor verplaatsing koppelen aan verduurzamingsmaatregelen.	Bestaande gebieden kleiner dan 100 ha zijn vaak te klein om over te gaan op grootschalige voorzieningen voor duurzaamheid. Nog niet alle relevante bedrijven zijn geconcentreerd en volledige concentratie betekent dat er 100 ha extra gereserveerd moet worden tot 2050.
Aanjagen verduurzaming warmtevoorziening	In kaart brengen huidige en toekomstige warmtebronnen. Kansrijkheid netten en mogelijke tracés onderzoeken. De kansrijkheid van geothermie en restwarmtenetten laten onderzoeken, hieraan bijdragen, of hier bij het Rijk op aandringen. Meerdere aanbieders en meerdere afnemers van restwarmte bij elkaar brengen. Ruimtelijk beleid voeren op de vestiging van datacenters, die restwarmte aan kassen kunnen leveren.	Hier is al mee gestart (Grand Design MRA, warmtebronnenregister PNH). Zowel aanbieders als afnemers willen niet afhankelijk zijn van één tegenpartij, maar zeker zijn van respectievelijk afname en aanbod. Te grote sturing kan datacenters doen uitwijken naar andere landen. Het is daarom van belang vooral de wortel, en niet zozeer de stok in te zetten.
Aanjagen verzwaring elektriciteitsnet (zie ook deelstudie 'Energie-infrastructuur')	Aangezien de glastuinbouw elektrificeert, moet het elektriciteitsnet vaak verwaard worden. Hiervoor is de netbeheerder aan zet.	De provincie kan als aandeelhouder meebeslissen over de strategie van Alliander/Liander, maar niet tot in detail.
Stimuleren aanvoer zuivere CO ₂	De kansrijkheid van CO ₂ -leidingen laten onderzoeken, hieraan bijdragen, of hier bij het rijk op aandringen. De onrendabele top bij aanleg van CO ₂ -leidingen, CO ₂ -afvang of CO ₂ -zuivering mede-financieren. Aanbieders en afnemers van CO ₂ bij elkaar brengen.	De provincie neemt momenteel al een rol, zie bijlage. Zowel aanbieders als afnemers zullen niet afhankelijk willen zijn van één tegenpartij.
Overige mogelijkheden	Coördineren en afstemmen van regionale pilotprojecten met andere provincies. Innovatie aanjagen door subsidies te verstrekken en proeftuinen te creëren. Best practices zichtbaar maken en belonen.	Hierdoor kunnen inzet en bevindingen breder gedeeld worden.

Impact en consequenties

Bovengenoemde maatregelen helpen vooral om de energietransitie in de sector Land- en tuinbouw te versnellen en soepeler te laten verlopen. Het verder concentreren van de glastuinbouw kan de economische structuur versterken en de ruimtelijke kwaliteit verbeteren. Het is daarbij dan van belang om activiteiten die niet aan glastuinbouw gerelateerd zijn, maar het cluster op het gebied van duurzaamheid kunnen versterken, toe te staan om zich bij het cluster te vestigen.

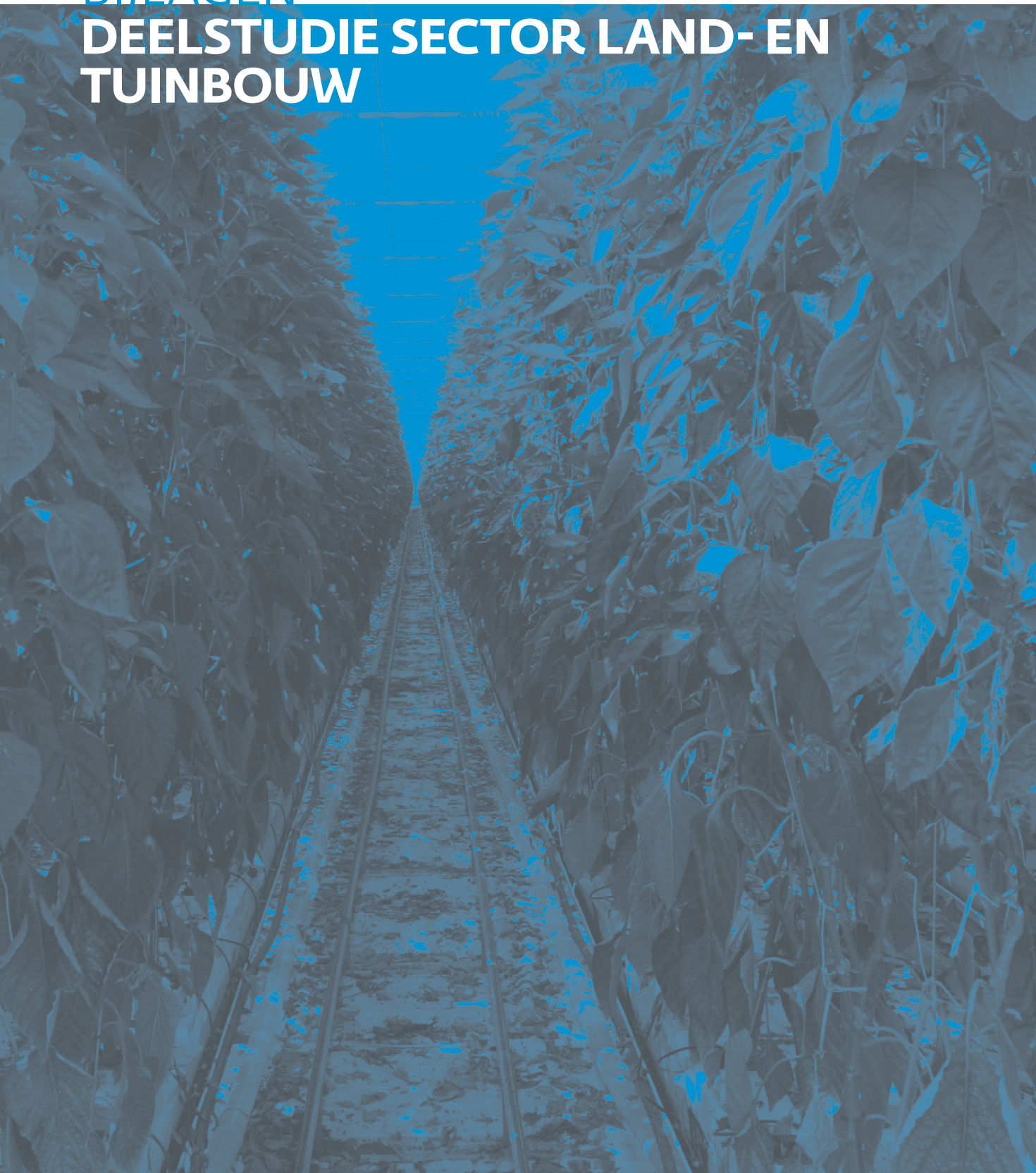
Tijdspad en keuzemomenten van de provincie

De grote opgaven in de glastuinbouw betreffen het afstand doen van de WKK's en de overstap naar alternatieve warmtevoorziening. Voldoende elektriciteit en CO₂ is daarbij randvoorwaardelijk. Om de doelstelling van 2050 te halen, is het van belang dat de energie-efficiëntie van de kassen in 2035 geoptimaliseerd is en dat de kassen die daartoe in aanmerking komen, rond 2030-2035 geconcentreerd zijn. Hier zal het beleid rekening mee moeten houden.

Op korte termijn (komende 2 à 3 jaar) is het van belang beleid te ontwikkelen omtrent de vestiging van datacenters, om de restwarmtekansen te benutten. Ook is het zinvol om de potentie van geothermie in de MRA snel in kaart te brengen. Tegelijkertijd kan het provincie bij het Rijk aandringen op aanpassingen in de elektriciteitsvoorziening, om concurrentie tussen datacenters en kassen te verminderen.

BIJLAGEN

DEELSTUDIE SECTOR LAND- EN TUINBOUW



BIJLAGE

STAND VAN ZAKEN CO₂-LEVERING IN DE GLASTUINBOUW

Glasdriehoek (Agriport A7, het Grootslag en Alton)

Op Agriport A7 heeft ECW²¹ een lokaal leidingnetwerk aangelegd voor CO₂-transport. De CO₂ wordt nu nog geleverd per vrachtwagen. CO₂-leverancier OCAP werkt aan een businesscase voor een lokaal CO₂-netwerk op Het Grootslag en Alton, waarbij de CO₂ eveneens per vrachtwagen geleverd zou worden. De onrendabele top is € 2 à 3 miljoen op een totale investering van € 20 miljoen. Er wordt gezocht naar financiering.

Een consortium van bedrijven en overheden²² heeft een voorlopige businesscase opgesteld voor het afvangen, vloeibaar maken en distribueren van CO₂ van afvalcentrale HVC ten behoeve van de gehele Glasdriehoek. De onrendabele top van dit project ligt rond de € 13 miljoen. Subsidiemogelijkheden worden onderzocht. Voor de totale CO₂-vraag van de Glasdriehoek zullen er overigens nog meer CO₂-bronnen gevonden moeten worden.

Binnenduinrand Heemskerk

Als gevolg van het type teelt (koude- en vollegrondsteelt) is de totale vraag naar CO₂ in Heemskerk relatief klein. Wel is bedrijf Floricultura in 2016-2017 begonnen met het toevoegen van CO₂ in zijn kassen op de hoofdlocatie in Heemskerk.

Greenport Aalsmeer

Er ligt momenteel al een CO₂-leiding tussen de Rotterdamse haven en Amsterdam-West, de zogenoemde 'OCAP-leiding'. Deze wordt gevoed door de bedrijven Shell Pernis en Alco en loopt voor een groot deel langs de A4 en daarmee relatief dicht langs Aalsmeer en PrimA4a (Rijsenhout). In 2018 zal PrimA4a aangesloten worden op deze OCAP-leiding. Dit project kende een hoge onrendabele top, omdat er alvast rekening wordt gehouden met een volgende fase, te weten uitrol richting De Kwakel (Uithoorn) en Schinkelpolder (Amstelveen). Hiervoor zijn er bij PrimA4a al leidingen met grotere diameters nodig. Deze onrendabele top (€ 4 miljoen) is gefinancierd vanuit het Fonds Economische Structuurversterking (FES). De uitrol naar De Kwakel en Schinkelpolder betekent dat de transportleiding onder de Westeinderplassen doorgetrokken moet worden naar Kudelstaart. Hier liggen twee belemmeringen. Ten eerste is ook hier sprake van een onrendabele top (circa €4 miljoen op een totale investering van ca. € 12 miljoen). In 2018 wordt een mogelijk bijdrage vanuit de provinciale TWIN-H middelen onderzocht. Ten tweede moet de OCAP over voldoende aanbod van CO₂ kunnen beschikken. Het is daarom van belang dat er een of meer extra bronnen bij komen, plus een seizoensbuffer voor de leveringszekerheid. Een mogelijke extra bron is bijvoorbeeld het afvalbedrijf AEB in Amsterdam, die bovendien deels 'groene CO₂' (uit biomassa) kan leveren. Om voldoende zuivere CO₂ te kunnen leveren, is echter filtering bij AEB nodig. Deze businesscase heeft een onrendabele top van meer dan € 50 miljoen. Hiervoor is het ministerie van Economische Zaken en Klimaat om financiële ondersteuning gevraagd.

Mocht bovengenoemde opzet slagen, zal de hele Greenport Aalsmeer in haar CO₂-behoefte zijn voorzien.

21 Energie Corporatie Wieringermeer. Dit is de particuliere netbeheerder voor gas, elektra en warmte productie en transport op Agriport A7

22 Dit consortium bestaat uit: HVC, ECW (Energie Combinatie Wieringenmeer), Linde Gas/OCAP, het Ontwikkelingsbedrijf Noord-Holland Noord (ONHN), LTO Glaskracht en Greenport Noord-Holland Noord

BIJLAGE

TOELICHTING OP DIVERSE TECHNIEKEN IN DE GLASTUINBOUW

Assimilatiebelichting

Aanvullend op het zonlicht wordt bij bepaalde gewassen kunstverlichting (assimilatie-belichting) ingezet ter verbetering van de kwaliteit. Dit gebeurt vooral 's nachts (80 procent).

Zo'n 80 procent van het huidige elektriciteitsverbruik van een tuinder wordt ingezet voor belichting.

Ledverlichting

De afgelopen jaren is bij bepaalde gewassen een grote slag gemaakt door ledverlichting in te zetten. Ledverlichting verbruikt minder energie en gaat langer mee. Led maakt het ook mogelijk om in meerdere lagen te kweken, waardoor de ruimte optimaal benut wordt. Er wordt onderzocht in hoeverre led ook relevant is bij andere gewassen.

Led bespaart meer dan 30 procent aan elektriciteit ten opzichte van tot nu toe gebruikte SON-T²³ belichting. Ook is de levensduur van de lamp vijf keer zo lang. Ledverlichting kan nog duurzamer worden uitgevoerd in gelijkspanning (zie onder). De verwachting is dat het gebruik van led in de komende vijf à tien jaar een schaa sprong gaat maken.

Gelijksstroom versus wisselstroom

De inzet van gelijkspanning (DC) in plaats van wisselspanning (AC) zorgt voor minder energieverliezen door conversie, de meningen verschillen echter over de mate van besparing. Bijkomend voordeel van DC is dat apparatuur op DC langer meegaat. Er is vroeger desondanks gekozen voor wisselspanning voor het elektriciteitsnet in plaats van gelijkspanning omdat gelijkspanning toen niet efficiënt over grote afstand te transporteren was. In de loop der jaren is de techniek echter verbeterd. DC is nu – via goedkopere kabels – over langere afstanden te transporteren dan AC. Kolencentrales leveren nog AC, maar duurzame opwekking levert DC. Ook accu's (opslag) en steeds meer huishoudelijke apparaten werken op DC. Momenteel worden steeds omvormers ingezet om DC naar AC om te zetten en omgekeerd, wat echter weer met energieverlies gepaard gaat.

Het is nog te complex om het hele elektriciteitsnet naar DC om te zetten. Decentrale netten in woonwijken, op bedrijventerreinen en in kassengebieden kunnen echter wel op DC werken. Bijkomend voordeel is dat DC traploos en per apparaat regelbaar is. Omdat er geen AC omgezet wordt, kan de levensduur van apparaten ook langer zijn. Dit alles zorgt voor minder kosten.

Alliander heeft een aantal proeftuinen waarin dit concept verder onderzocht wordt op haalbaarheid.

Voor kassen geldt dat DC sowieso rendabel is bij verlichting in nieuwe kassen en de verwachting is dan ook dat DC standaard wordt in nieuwbouw. Bij bestaande kassen is de aanleg van DC duurder omdat de bestaande infrastructuur moet worden aangepast. Mogelijk wordt DC de komende vijf jaar als gevolg van een schaa sprong rendabel in vervangingssituaties. Een mogelijke ontwikkeling die de toepassing van DC assimilatiebelichting kan versnellen zijn leaseconstructies, waarbij telers DC-armaturen kunnen leasen en dus minder risico lopen.

23 Hogedruk natriumlampen

Warmtekrachtkoppeling (WKK)

Veel glastuinbouwtuinders gebruiken tegenwoordig WKK's, waarmee op efficiënte wijze zowel warmte, elektriciteit als CO₂ wordt opgewekt. Bijkomend (financieel) voordeel is dat tuinders de overtollige elektriciteit aan het net terug kunnen leveren.

Met een WKK wordt kracht en warmte opgewekt uit aardgas, biogas of biomassa. De kracht wordt gebruikt om een generator aan te drijven die elektriciteit opwekt. De bij dit proces vrijkomende CO₂ wordt veelal in de eigen kas benut. Bij een WKK wordt 95 tot 98 procent van de energie nuttig besteed.

Rond 2009-2010 was de glastuinbouw door inzet van WKK's verantwoordelijk voor circa 10 procent van de nationale elektriciteitsproductie. De economische rendabiliteit van WKK staat momenteel echter onder druk door de ongunstige verhouding tussen de gasprijs en de elektriciteitsprijs, de spark spread. Die verhouding bepaalt of het economisch interessant is om ook stroom aan het net te leveren naast de dekking van het eigen verbruik (voornamelijk voor belichting).

Het huidige WKK-park in de glastuinbouw voorziet in heel Nederland ruim 7.000 ha kassen (70 procent) van warmte en elektriciteit.

Warmtekoudeopslag (WKO)

Dit is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem en naar boven te halen als gebouwen verwarmd of gekoeld moeten worden. Bij een open systeem wordt grondwater opgehaald en langs een warmtewisselaar geleid om daar warmte (of kou) af te geven. Bij een gesloten systeem wordt geen grondwater rondgepompt, maar water met antivriesmiddel (door een gesloten buizensysteem). Dit onttrekt vervolgens warmte (of juist kou) aan de ondergrond. De energiebesparing die hiermee gemoeid is, is afhankelijk van de lokale ondergrond. Het verschil met geothermie is de diepte, en het feit dat bij geothermie gebruikt gemaakt wordt van de van nature in de grond aanwezige warmte..

De inzet van WKO maakt het ook mogelijk om de kas 'te sluiten': door de zomerse koeling door de afvoer van warmte is het niet meer nodig om de kas te ventileren, waardoor er geen CO₂ meer verloren gaat.

Omdat een WKO momenteel wettelijk beperkt is tot opslag tot 25°C, wordt vaak een extra warmtepomp ingezet om de warmte naar een hoger niveau te brengen. Mocht de restrictie tot 25°C in de toekomst verdwijnen, dan is er misschien geen warmtepomp meer nodig, wat de business case van WKO kan veranderen.²⁴

Warmtepomp

De warmtepomp brengt lage-temperatuurwarmte uit de bodem of de lucht naar een hogere temperatuur, zodat deze geschikt is voor bijvoorbeeld ruimteverwarming. Weliswaar gebruikt de warmtepomp hiervoor elektriciteit, maar het gasverbruik vermindert hierdoor aanzienlijk. Per saldo resulteert de warmtepomp dan ook in een energiebesparing. De warmtepomp wordt vaak ingezet bij WKO en gebruik van restwarmte. Bij geothermie wordt de warmtepomp vaak juist gebruikt om het retourwater dieper af te koelen.

Geothermie

Bij geothermie wordt heet water van grote diepte uit de aarde opgepompt uit zgn. 'watervoerende lagen'. Dit is direct inzetbaar voor de verwarming van bijvoorbeeld kassen, industrie of gebouwen. Zie voor een uitgebreidere toelichting de factsheet Geothermie.

²⁴ De provincie is de vergunningverlener voor open bodemenergiesystemen als WKO, maar gaat daarbij uiteraard uit van de landelijke regels en richtlijnen.

VOOR- EN NADELEN VAN DE BELANGRIJKSTE WARMTEOPTIES

Opties 2050 voor warmte	Beschrijving	Voordelen	Nadelen
Warmtekracht-koppeling	Zeer efficiënte omzetting van (bio)gas in warmte en elektriciteit.	- Hoge efficiëntie - Makkelijk inpasbaar. - Vrijkomende CO2 beschikbaar voor teelt.	- Beperkte beschikbaarheid biogas (concurrentie door andere sectoren). - Vereist continuïteit gasnetwerk. - Economische rendement sterk afhankelijk van prijsverhouding gas-elektriciteit. - Lokale emissies. - Er is een backup-systeem nodig bij uitval en onderhoud, bijv. een hr-ketel
Houtpellet-kachel etc. (Biomassa)	Warmteopwekking op basis van biomassa.	- Makkelijk inpasbaar. - Vrijkomende CO2 beschikbaar voor teelt.	- Schaarste biomassa (concurrentie sectoren). - Zonder afvang hebben lokale emissies van o.a. stikstofoxiden hebben negatieve impact op lokale/ regionale luchtkwaliteit.
Warmte-Koude Opslag (Elektriciteit)	Opslag van de zomerse warmte uit de kas in lokaal grondwater, zodat dit 's winters gebruikt kan worden. De pomp werkt op elektriciteit, dus wordt de warmtevraag geëlektrificeerd.	- Geen lokale emissies. - Werkt op duurzaam opgewekte elektriciteit. - Inpasbaar bij vervanging.	- Koeling en verwarming moet in balans blijven. - In winter aanvullende bijstook nodig (andere optie). - Lastig inpasbaar buiten natuurlijke vervangmomenten. - Er komt geen CO2 vrij: extra aanvoer CO2 nodig voor de teelt. - Maakt sluiten van de kas mogelijk.
Geothermie (eigen voorziening van telers)	Aardwarmte voor ruimteverwarming, eventueel met een warmtepomp, en soms gecombineerd met een lokaal warmtenet naar andere gebruikers in directe omgeving.	- Geen lokale emissies. - Hernieuwbaar. - Inpasbaar bij vervanging. - Economisch rendabel.	- Niet alle gebieden hebben potentieel. - Aanzienlijke investering. - Financieel risico bij misboring. - Putten moeten 'herladen' worden na langdurig gebruik. - Vereist extra voorziening voor piekvraag. - Er komt geen CO2 vrij: extra aanvoer CO2 nodig voor de teelt.
Restwarmte / Warmtenet	Aanleg warmtenet maakt gebruik restwarmte mogelijk.	- Geen lokale emissies. - Inpasbaar bij vervanging. - Aantrekkelijke combinatie met restwarmte van datacenters.	- Hoge kosten aanleg, bij voldoende schaalgrootte kan het economisch uit. - Lastig inpasbaar buiten natuurlijke vervangmomenten. - Vereist nabijheid duurzame (rest)warmtebronnen. - Geen vrijkomende CO2 beschikbaar voor teelt.

STIMULERINGSBELEID VOOR DE SECTOR LAND- EN TUINBOUW IN HET KADER VAN DE ENERGIETRANSITIE

Voorbeelden van bestaande landelijke regelingen:

- MEI-regeling (Marktintroductie Energie-innovaties)
Subsidieregeling voor het verminderen van CO₂ uitstoot door investeringen in de verduurzaming van kassen.
- EHG-Regeling (Regeling Investeren in Energie Glastuinbouw, voorheen IMM)
Subsidieregeling voor investering in milieuvriendelijke maatregelen.
- Garantiefonds geothermie / garantieregeling aardwarmte
Dit fonds zorgt voor dekking bij misboren en achterblijven werkelijk vermogen op geschat vermogen.
- De Borgstelling Landbouw (BL).
Via de regeling kan de overheid garant staan voor een deel van een banklening bij investeringen in groene maatregelen.
- SDE+
Deze subsidie compenseert het gat tussen de prijs van grijze en groene stroom. Tweemaal per jaar kan SDE worden aangevraagd. Hierbij geldt dat duurzame energieopwekking met een lage kostprijs voorrang krijgt. Dus, hoe lager de inschrijving, hoe groter de kans dat de subsidie verstrekt wordt.
- EIA (Energie Investeren Aftrek)
Fiscale regeling om energiezuinige technieken en duurzame energie te stimuleren.
- Energietransitie Financieringsfaciliteit (ETFF)
Overheidsгарantie bij investeringen in 'nog niet volwassen' deelmarkten binnen de energietransitie zoals geothermie, energiebesparing, energieopslag en biomassa.
- MIA (Milieu Investeren Aftrek) en VAMIL
Fiscale regelingen om milieu-investeringen te stimuleren.
- DEI-regeling (Demonstratie Energie Innovatie)
Subsidieregeling van de Topsector Energie van waaruit ook het project 'gelijkspanning Haarlemmermeer' is medegefinancierd.
- Regeling Hernieuwbare Energie
Subsidieregeling voor innovatieve energiebesparende projecten.
- Investeringssubsidie ISDE
Regeling voor de aanschaf van zonneboilers, warmtepompen, biomassaketels en pelletkachels en -ketels door kleinere bedrijven.
- MIT : MKB Innovatiestimulering topsectoren Tuinbouw en uitgangsmaterialen
- Groenfinanciering: regeling waarbij investeringen met een positief effect op natuur en milieu in aanmerking komen voor lagere rente.

Huidige provinciale regelingen:

- Verplaatsingsregeling Glastuinbouw Noord-Holland
- POP3: regeling van de provincie voor het stimuleren van innovaties in de agrarische sector.
- Participatiefonds PDENH

BRONNEN

Staat van de energietransitie Noord-Holland (PNH 2018)

Nationale Energie Verkenning 2016

Verkenning bollenbroeierij Noord-Holland; Ontwikkelingen tot 2030 en effecten op het landschap, Bureau Buiten, 2015

Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2015 (WUR 2015)

*De rol, het instrumentarium en de monitoringstools van de provincie Noord-Holland;
Bouwstenen voor beleid duurzame landbouw* (LEI/WUR 2016)

Ruimtelijke Visie_Greenport_Aalsmeer 2015-2025

Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energiegebruik in de melkveehouderij (RVO 2014)

Greenports en de wisselwerking met de Mainports - Tussentijdse bevindingen MIRT onderzoek

Economische kansen en bedreigingen Energietransitie. Analyse voor de Provincie Noord-Holland, (Buck Consultants 2017)

Geraadpleegde websites:

Kas als energiebron

https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/WKK/LEI_rapport_Efficiency_WKK.pdf

ANB AMRO Verzekeringen. Trends en ontwikkelingen in de glastuinbouw (2017)

www.risicosinbeeld.nl/sectoren/agrarisch/glastuinbouw_agrarisch/trends_en_ontwikkelingen_glastuinbouw/

Compendium voor de leefomgeving. <http://www.clo.nl/indicatoren/nl2123-glastuinbouw>

Rabobank Trends en ontwikkelingen. Sector economie

<https://www.rabobank.nl/bedrijven/cijfers-en-trends/tuinbouw/?intcamp=be-cijfers-en-trends&inttype=link-tuinbouw&intsource=bedrijven.cijfers-en-trends>

Energiewijzer Greenport Noord-Holland Noord

https://www.rudnhn.nl/Ondernemers/Energiebesparing/Agrarische_ondernemingen/Energiewijzer_GreenPort_Noord_Holland_Noord

Deelstudie sector Land- en tuinbouw

Routeplanner Energietransitie 2020-2050

Colofon

Uitgave

Provincie Noord-Holland
Postbus 123 | 2000 MD Haarlem
Tel.: 023 514 31 43 | Fax: 023 514 40 40
www.noord-holland.nl
post@noord-holland.nl

Eindredactie

Provincie Noord-Holland
Directie Beleid | Sector Integrale Opgaven en Transities

Fotografie

Provincie Noord-Holland

Grafische verzorging

Xeroxmediaservices

Haarlem, februari 2018