

Hernieuwbare energie in Nederland tot 2020



Investeringskansen voor de energietransitie
naar een koolstofarme economie

Opdrachtgever

Jeroen Nollet

ING Lease Nederland

Auteurs

Gerben Hieminga en Stefan van Woelderen

ING Economisch Bureau 020 - 57 65 800

Redactieraad

Auke de Boer

Thérèse Brouwer

Arnaud Cohen Stuart

Marinus Dominicus

Ronald Dorlas

Peter-Paul Ekelschot

Jackline Emerencia

Stirling Habbitts

Marc van Heeswijk

Jacqueline Hogervorst

Ray van Kesteren

André Kramer

Rosemin Lanting

Jeroen Nollet

Cecile van der Paauw

Davide Parisse

Marcel Peek

Lex Rol

Leonie Schreve

Michiel Steeman

Dirk Jan van Swaay

Chris de Waard

Roderik Wuite

ING Groenfinancieringen

ING Structured Finance

ING Corporate Responsibility

ING Corporate Investments

ING Structured Finance

ING Investment Banking

ING Leasing and Factoring

ING Structured Finance

ING Business Banking Marketing

ING Domestic Bank Nederland

ING Corporate Clients Nederland

ING Commercial Banking

ING Financial Markets

ING Lease Nederland

ING Lease Nederland

ING Corporate Credit Risk Management

ING Economisch Bureau

ING Leasing and Factoring, Risk Management

ING Environmental & Social Risk

ING Leasing and Factoring

ING Corporate Clients Nederland

ING Lease Nederland

ING Lease Nederland

Voorwoord

Het belang van duurzame energie is voor ING onomstreden. Onze agenda voor verantwoord ondernemen is een onlosmakelijk onderdeel van onze strategie. Hierin combineren wij onze waarden en overtuigingen, onze zakelijke ambities en onze visie op de toekomst, met als doel het op een duurzame manier realiseren van economische groei. Maar hoe ziet de markt voor duurzame energie er in Nederland uit? Met welke assets kunnen we de transitie van grijze naar groene energie bewerkstelligen? Welke kansen en marktbelemmeringen komen we in de praktijk tegen en hoe groot is de financieringsopgave in Nederland? Deze vragen vormden de aanleiding voor het uitvoeren van deze studie.

De Nederlandse overheid heeft hoge ambities en wil in 2020 voldoen aan de Europese doelstellingen. In de dagelijkse praktijk zien wij echter nog veel onzekerheden. Er is een spanning tussen wat politiek en maatschappelijk gewenst is en de praktische realisatie. Die spanning leidde bij ons en onze klanten tot de behoefte om meer zicht te krijgen op de kansrijkheid van technologieën voor de middellange en lange termijn. Behalve die spanning zien wij via de weg van financiële en technische innovatie ook prima mogelijkheden om de gezamenlijke investeringen van bedrijven, consumenten, investeerders en financiers op een hoger plan te krijgen.

Met deze studie laten wij ons licht schijnen op de ontwikkelingen die bepalend zijn voor de energietransitie naar een koolstofarme economie. Dit met het doel een beeld te schetsen van de kansen en uitdagingen tot 2020. Voor onszelf is het een middel om het commerciële- en risicobeleid voor de financiering van groene assets aan te scherpen. En door onze ervaringen met u te delen, willen wij de discussie voeden en draagvlak creëren voor maatregelen die de Nederlandse economie en het milieu verder helpen.

ING kiest voor een sectorbenadering. Met specialisatie naar type en omvang van de assets willen wij dichtbij partijen in de sector staan. Voor ons heeft dit onderzoek bijgedragen aan een verdere verdieping van onze kennis en extra inzichten opgeleverd om onze dienstverlening zo goed mogelijk aan te kunnen laten sluiten op de wensen van onze klanten. Zo geeft ING invulling aan haar ambitie om de strategische partner voor klanten te zijn.

Dit document is een initiatief van ING, maar kon niet worden geschreven zonder de samenwerking met en input van een groot aantal bedrijven en instellingen uit de sector. Wij danken iedereen die heeft meegewerkt aan interviews, ronde tafel bijeenkomsten of op andere wijze een bijdrage heeft geleverd.



Hans van der Noordaa
Lid Bestuur ING Bank



Jeroen Nollet
Lid directie ING Lease Nederland

Samenvatting en conclusies

Vraag & aanbod

NL heeft relatieve achterstand in de productie van hernieuwbare energie...

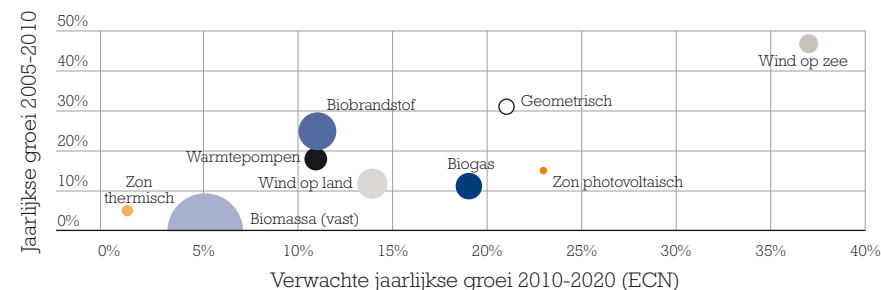
- Dit rapport geeft inzicht in de markt voor groene assets in NL. Een asset is als groen gedefinieerd als het door haar eigenschappen bijdraagt aan de realisering van de Europese doelstellingen van 20% hogere energie-efficiëntie, 20% CO₂-reductie en 14% hernieuwbare energie in 2020.
- Het aandeel hernieuwbare energie in de totale energievraag bedraagt voor NL in 2010 3,8%. Hiermee heeft NL een relatieve achterstand t.o.v. het EU-gemiddelde van 11,5%. Het beleid van NL is erop gericht om te voldoen aan de doelstelling van 14% in 2020.
- De volgende motieven – naast het halen van de Europese doelstelling – dragen bij aan de ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen: beperken van de uitstoot van broeikasgassen, benutten van nieuwe energiebronnen om te voldoen aan de stijgende energievraag, diversifiëren van de energiemix en vergroten van de energiezuikerheid op lange termijn, vinden van een antwoord op de uitputbaarheid van conventionele energiebronnen, beperken van de invloed van prijsschommelingen van conventionele energiebronnen op de energievoorziening in NL, inspelen op maatschappelijke trends en consumentenbehoeften, bevorderen van innovatie en vergroten van technologische kennis, creëren van kennisintensieve 'groene banen' en van een exportproduct (hernieuwbare energie en de machines en installaties om deze op te wekken).
- De belangrijkste bronnen van hernieuwbare energie in NL zijn windenergie, (het meestoken van) biomassa in centrales en sinds 2007 ook het verbruik van biobrandstoffen in het wegverkeer. Samen zijn zij verantwoordelijk voor 70% van de Nederlandse productie van hernieuwbare energie. Om de doelstellingen te halen moet hernieuwbare energie in NL in de periode 2010-2020 gemiddeld 13% per jaar groeien. De verwachte groei op wereldschaal (7,8%) en Europees niveau (6,0%) ligt lager (IEA, 2010).
- Vaste biomassa heeft de grootste bijdrage en groeit 5% per jaar.
- Biobrandstoffen, biogas, wind op land en warmtepompen leveren een

...maar de groei is hoger dan gemiddeld in de wereld en Europa.

significante bijdrage in de productie van hernieuwbare energie en groeien 10% tot 20% per jaar.

- Zonne-energie vervult momenteel nog een marginale bijdrage in de totale productie van hernieuwbare energie. Maar zonnestroom groeit – i.t.t. zonnewarmte - wel hard (ruim 20%).
- Wind op zee groeit volgens ECN naar verwachting het hardst met 37% per jaar in de periode 2010-2020. ING Economisch Bureau onderschrijft de potentie van windenergie voor NL maar ziet in de praktijk nog teveel praktische bezwaren om de door ECN geprognosticeerde groei van 37% per jaar te realiseren. De business case is moeilijk financieerbaar door de hoge risico's en de bezwaren van de visserij en scheepvaart. Daardoor is de groeiraming voor wind op zee met grote onzekerheid omgeven.

Productie (ktoe) en groei hernieuwbare energie in NL



NB: - omvang bolletje geeft productieomvang in 2010 weer (in ktoe)
- WKO is doorgaans een combinatie van geothermie en warmtepompen.

Bron: ECN & EEA (2011), zie bijlage voor datatabel

Samenvatting en conclusies

Prijs & subsidies

Hernieuwbare energie is gemiddeld genomen duurder dan conventionele energie...

...en is daarmee sterk afhankelijk van overheidsbeleid...

...waarbij continuïteit, voorspelbaarheid en betrouwbaarheid van beleid nodig is.

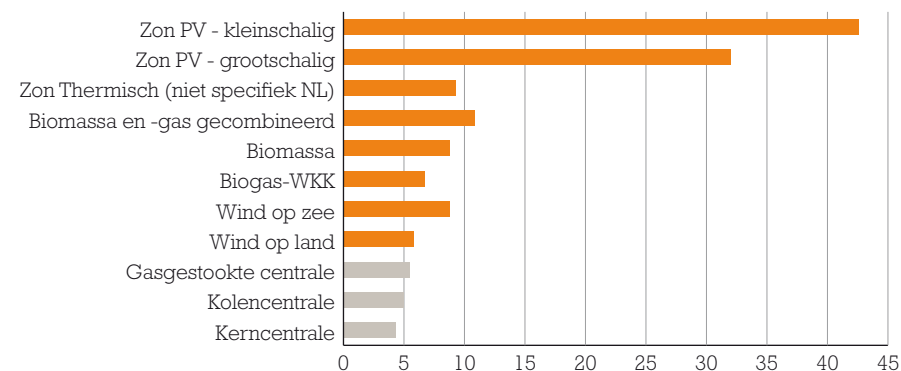
Prijs

- Prijs is één van de belangrijkste bepalende factoren voor de groei van groene assets. Prijsbepalend zijn de technologische ontwikkelingen om energie uit de natuurlijke hulpbronnen te halen, de schaalgrootte (kostenvoordelen aan de productiekant) en overheidsinterventie (kostprijsverlagende subsidies of afnameverplichtingen). Hernieuwbare energie is momenteel gemiddeld genomen nog altijd duurder dan conventionele energievormen maar de kostprijs daalt gemiddeld met circa 10% als de productiecapaciteit verdubbelt.

Overheidsbeleid en subsidies

- Doordat hernieuwbare energie gemiddeld genomen nog niet op prijs kan concurreren met conventionele energievormen, blijft zij sterk afhankelijk van overheidsbeleid. Om investeringen aantrekkelijk te maken zijn adequate stimuleringsmaatregelen essentieel (als bijlage is een overzicht van de subsidieregelingen opgenomen). De belangrijkste regeling, Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE), is gewijzigd in de SDE+ regeling. Waar de SDE zich in het verleden op twee doelen richtte, uitrol en innovatie, richt de SDE+ zich alleen op uitrol om zo de Europese doelstelling van 14% hernieuwbare energie in 2020 tegen zo laag mogelijke kosten te realiseren. ING Economisch Bureau onderschrijft het belang van kostenefficiënte aanwending van belastingmiddelen maar ziet het gevaar van een te eenzijdige benadering. De nadruk ligt sterk op de korte termijn waardoor in potentie kansrijke maar nog dure technologieën zoals zonne-energie relatief weinig subsidie krijgen en NL de ontwikkeling hiervan voor een groot deel uit handen geeft aan buitenlandse partijen. Ook worden energiebesparende technologieën zoals WKK en technieken om gebouwen te verduurzamen onderbelicht terwijl juist in de energiebesparing veel winst te behalen valt. Naar verwachting zullen biomassa en windenergie van de wijzigingen profiteren.

Integrale kostenvergelijking energiebronnen NL (eurocent kWh)



Bedragen hebben betrekking op 2008. Gehanteerde wisselkoers: 1\$=0.68€
Bron: IEA (2010)

- Opvallend is dat de eerste subsidieronde van de SDE+ met een subsidiebedrag van 4 eurocent per kWh ook veel aanvragen van zonne-energie betreft. De prijsdaling van zonnepanelen uit China heeft dit mogelijk gemaakt. Vraag is wat er met zonne-energie gebeurt als de prijzen stijgen.
- Omdat investeringen in hernieuwbare energie een langetermijnkarakter hebben, zijn continuïteit, voorspelbaarheid en betrouwbaarheid van het overheidsbeleid van cruciaal belang voor marktpartijen om deel te nemen in de energietransitie. Op dit punt creëert de overheid onnodige onzekerheid. De wijzigingen in de financiering van de Regeling Groenprojecten is hiervan een sprekend en onnodig voorbeeld. Anderzijds worden er goede stappen gezet. De financiering van de SDE+ via een opslag op de energierekening en een kolen- en gasbelasting i.p.v. financiering uit de algemene middelen, maakt de regeling robuuster maar biedt investeerders en financiers nog geen garantie voor continuïteit.

Samenvatting en conclusies

Technologie

Grote verscheidenheid in technologieën die vaak nog volop in ontwikkeling zijn.

- Bij het opkomen van een nieuwe technologie en het daaruit ontstaan van een nieuwe industrie is het altijd de vraag of die opkomst bestendig zal zijn en zo ja hoe snel die zal verlopen. In het geval van de 'groene industrie' is het antwoord op de eerste vraag volgens ING Economisch Bureau absoluut ja. Afhankelijk van de technologie en toepassing is de economische impact groot dan wel gering en verloopt de opkomst al dan niet snel. In nevenstaande matrix worden de groene assets in relatieve zin ten opzichte van elkaar gerangschikt.
- Hydrokracht o.b.v. hoogteverschillen en technologieën voor "groene gebouwen" zijn wereldwijd volwassen technologieën. Hydro is in Nederland nauwelijks toepasbaar en heeft derhalve een lage economische impact. Maar isolatie, dubbelglas en HR-installaties zijn niet meer weg te denken en zeer belangrijk omdat in NL energie voor 55% wordt toegepast voor verwarmingsdoeleinden.
- Wind op land en biomassa zijn volwassen technologieën hoewel er binnen de laatstgenoemde technologie ook steeds veranderingen optreden (verschil 1^e, 2^e, en 3^e generatie biobrandstoffen). De markt voor biomassa heeft een grote economische impact gemeten in marktomvang.
- Wind op zee gaat nog gepaard met technologische ontwikkelingen op het gebied van funderingstechnieken en onderhoudsgevoeligheid van de windturbines, maar de marktimpact is zeer groot als de investeringen van de grond komen.
- De technologie van zonne-energie is volop in ontwikkeling maar gaat nog gepaard met relatief hoge energiekosten en een beperkte toepassing in NL. NL draagt bij aan de ontwikkeling maar is vanwege de beperkte zonintensiteit vooral exporteur van zonneceltechnologie.
- WKO, WKK en warmtepompen bevinden zich qua technologische ontwikkeling in een middenpositie waarbij NL sterk is aan de productiekant van micro-WKK.

Structurele voordelen NL gunstig voor offshore wind en micro-wkk.

Relatie technologievolwassenheid en marktomvang

Volwassenheid huidige technologie	Hoog	• Hydrokracht	• Wind op land	• Biomassa • Technologie voor verduurzamen van gebouwen
	Middel	• Concentrated Solar Power • Zon thermisch	• WKO en WKK • Warmtepompen • Zon fotovoltaïsch • Micro-WKK	• Wind op zee
	Laag		• Accu	
		Laag	Middel	Hoog

Economische impact NL (marktomvang in 2020 en marktgroei tot 2020)

Bewerking ING Economisch Bureau, naar ideeën van Roland Berger (2010), SEO (2010) en WEF (2010).

- De technologie van accu's als energieopslagmiddel is nog volop in ontwikkeling. Het is momenteel het cruciale element in de ontwikkeling van het elektrische voertuig. Onduidelijk is nog welke accutechnologieën in de toekomst de standaard zullen vormen.

Samenvatting en conclusies

Risico's

Diverse risico's zorgen ervoor dat de business case van hernieuwbare energie in veel gevallen nog niet solide is.

Risico's

- De financiële business case van investeringen in groene assets is nog lang niet altijd solide. Het risico-rendementsprofiel is in veel gevallen niet marktconform door te hoge marktrisico's (afzet- en prijsrisico), constructierisico's, operationele risico's in de exploitatiefase, politieke risico's en overige risico's.
- Windenergie kampt met de onzekerheid over het aantal effectieve winduren in het algemeen en wind op zee in het bijzonder met hoge constructie- en operationele risico's (hoge onderhoudskosten). Vergunnings- en bezwaarprocedures vormen ook een risico. Gezien de lange investeringshorizon is het politieke risico t.a.v. met name het subsidiebeleid reëel.
- Zonne-energie kampt met de onzekerheid over het aantal effectieve zonuren en verhaalsrisico's (zijn zonnepanelen op vastgoed bijvoorbeeld roerende of onroerende zaken en wat gebeurt er als een gebouweigenaar failliet gaat?). Gezien de afhankelijkheid van subsidies is het politieke risico groot.
- Onzekerheid over de ontwikkeling van technologieën, standaarden en de prestaties en waarde na een gebruikperiode zijn belangrijke risico's bij accu's.
- Biomassa is gevoelig voor fluctuaties van de grondstofprijzen en kent operationele risico's.
- De risico's bij warmte koude opslag (WKO) en warmtekrachtkoppeling (WKK) zijn in relatie tot bovenstaande risico's klein en veelal beheersbaar.

Wel is het zo dat institutionele beleggers of financiers pas geïnteresseerd zijn vanaf een bepaalde schaalgrootte om de hoge kosten van juridische, fiscale en technische due diligence te dekken. Relatief kleine investeringen in WKO en micro-WKK moeten daarom eerst gebundeld worden tot portefeuilles met meerdere installaties, willen ze interessant zijn voor de institutionele markt.

Duurzaamheid: milieu & sociale risico's

- Ondanks het feit dat de energiebronnen een hernieuwbaar karakter hebben en ze doorgaans CO₂-neutraal zijn, zijn ze niet onomstreden. De productie van biomassa kan leiden tot ontbossing, bodemerosie, een afname van biodiversiteit en stijgende voedselprijzen indien biomassa de voedselproductie verdringt (food-energy trade off). Voor de productie is ook veel water nodig dat in sommige delen van de wereld kan leiden tot schaarste aan zoet water. Windenergie kan leiden tot maatschappelijke weerstand (horizonvervuiling, lawaaioverlast en "not in my backyard" maar dit geldt ook voor conventionele energiecentrales). Bij zonne-energie en accu's zijn er bijvoorbeeld issues rond uitputbaarheid van grondstoffen, omgang met gevaarlijke stoffen en recycling van afval. Het is van belang dat de sector zelf initiatieven ontplooit ter verduurzaming van de waardeketen en milieu & sociale issues effectief adresseert teneinde haar duurzame imago te versterken.

Samenvatting en conclusies

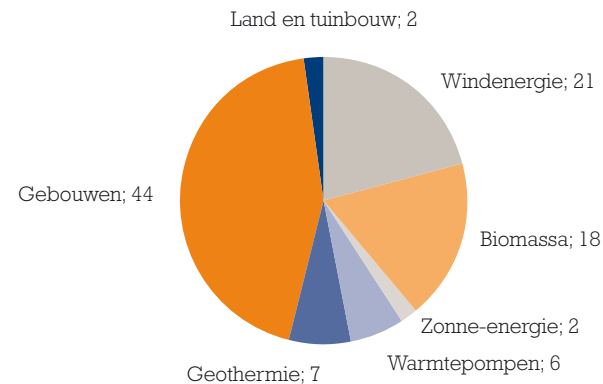
Financiering (1/2)

Energietransitie gaat gepaard met omvangrijke financieringsopgave van circa € 100 mld...

- De transitie in NL van grijze naar groene energieopwekking vergt een investeringsvolume van circa € 100 mld in de periode 2010-2020 om de Europese doelstellingen te halen. Het zwaartepunt van deze investeringen ligt in de periode 2015-2020 maar gemiddeld is circa € 10 mld per jaar nodig.
- Deze investeringen slaan vooral neer in gebouwen (energiebesparende maatregelen), windturbines op zee en biomassa-installaties.
- Het jaarlijkse investeringsniveau ligt in NL momenteel op ongeveer € 2 mld. Er is dus een investerings- en financieringsgat van circa € 8 mld per jaar (Ecofys, 2010).
- De ongekende omvang van de investeringen blijkt wanneer we het investeringsvolume van € 10 mld per jaar in perspectief plaatsen. De totale investeringen in de Deltawerken bedroegen 10 mld gulden over een periode van 50 jaar. Een investeringsniveau van € 10 mld per jaar komt neer op het opleveren van 10 kolencentrales van elk 600 MW per jaar, de oplevering van 2 nieuwe kerncentrales type Borssele met elk een vermogen van 2500 MW per jaar, of het gedurende de periode tot 2020 gelijktijdig in uitvoering hebben van 22 Noord-Zuidlijnprojecten zoals in Amsterdam! Tot slot bedroegen de kosten van de Betuwelijn in totaal € 4,7 mld (Energieraad 2011 en Ecofys 2010).
- Conventionele financieringsstructuren zoals (een combinatie van) subsidies, on-balance sheet financiering door nutsbedrijven, projectfinanciering door banken en venture capital zijn onvoldoende om het investeringsvolume van € 10 mld per jaar te financieren.

...die vooral in het verduurzamen van de gebouwde omgeving neerslaat.

Investeringen per toepassing (totaal tot 2020 in € mld)



Bron: Ecofys, 2010



Samenvatting en conclusies

Financiering (2/2)

- NL heeft een relatieve achterstand in Europa in het gebruik van hernieuwbare energie. Als de Nederlandse regering wil vasthouden aan de Europese doelstellingen dan moet er dus zeer fors geïnvesteerd worden.
- De transitie naar een low carbon economie vraagt daarom niet alleen om technische maar ook financiële innovatie die via de volgende tijdslijnen kan lopen.

Korte termijn (2011-2012)

- Bieden van lange termijn commitment van overheid en private partijen. Zekerheid bieden rondom subsidiebeleid. Continuïteit en voorspelbaarheid zijn hierbij van belang. Leren van succesvolle en mislukte projecten en identificeren van best practises.

Middellange termijn (2012-2020)

- Maatregelen gericht op het opschalen van het investeringsvolume van de huidige € 2 mld naar minimaal € 10 mld per jaar. Eén van de belangrijkste instrumenten om groene assets te stimuleren is het garanderen van een goede toegang tot de kapitaalmarkt. De focus moet gericht zijn op (1) het wegnemen van marktbelemmeringen, (2) efficiënte allocatie van kapitaal tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten en (3) verbetering van het rendement-risicoprofiel van groene assets zodat investeerders op deze assets hetzelfde risicogewogen rendement behalen als op conventionele energiebronnen. Ingezet moet worden op de voor NL meest kansrijke technologieën. In deze fase dienen overheid en bedrijfsleven intensief samen te werken en de totale overheidsbijdrage zal omstreeks 2020 maximaal zijn. Groene assets worden mainstream en de financiële business case van investeringen in hernieuwbare energie is solide.

Dichten van het investeringsgat en bijbehorende financieringsgat vraagt om een “Deltaplan groene assets”.

Lange termijn (vanaf 2020)

- Standaardisatie van groene assets en financieringsmogelijkheden. Door schaalgrootte en technologische volwassenheid zijn groene assets concurrerend met traditionele energiebronnen en ‘business as usual’. De overheid trekt zich stap voor stap terug.
- Deze opgave is geen sinecure. In feite is de opgave zo groot en complex dat NL een ‘Deltaplan groene assets’ nodig heeft. De technologie is er maar er moet geïnvesteerd worden. Zonder een integrale aanpak is het niet waarschijnlijk dat er tot 2020 € 100 mld geïnvesteerd wordt en de doelstellingen gehaald worden. Als het rendement-risicoprofiel niet wordt verbeterd, bijvoorbeeld via (een combinatie van) subsidies, feed in tariffs, garanties en risicodeling, komt de energietransitie niet van de grond.
- Doortastendheid en haast zijn hierbij geboden. Elk jaar van uitstel zorgt ervoor dat het financieringsgat toeneemt en de € 100 mld in een kortere periode geïnvesteerd moet worden.

Samenvatting en conclusies

Eindconclusies per groene asset

Groene assets geven de energietransitie naar een koolstofarme economie vleugels.

- De grootste groene impact en potentiële businesskansen – gemeten in omvang – vallen tot 2020 in NL te verwachten van technologieën om de gebouwde omgeving te verduurzamen, biomassaïnstallaties en windturbines. Via het bij- en meestoken van biomassa in kolencentrales zijn quick wins te behalen omdat door beperkte aanpassingen op grote schaal energie uit biomassa opgewekt kan worden. Windparken daarentegen moeten van de grond af opgebouwd worden.
- Verduurzamen van de gebouwde omgeving wordt steeds meer business as usual. Er zijn veel bewezen technologieën om dit te realiseren en ze hebben doorgaans een positieve economische terugverdientijd.
- Vooral windenergie op zee biedt NL volop kansen. De gunstige geografische ligging met veel kust en havens draagt bij aan de ontwikkeling van offshore windenergie. NL is hierbij vooral sterk in de funderings- en installatietechnologie en minder in de ontwikkeling van de windturbines. Punt van zorg is of alle betrokkenen voortvarend genoeg zijn om die kansen te benutten en om de zeer hoge ambities van NL t.a.v. windenergie op zee te realiseren. Denk hierbij allereerst aan het succesvol afronden van vergunningtrajecten en het oplossen van conflicten met bijvoorbeeld de scheepvaart. Ten tweede dienen er solide business cases gebouwd te worden om de financierbaarheid te vergroten. Uitdagingen liggen dan vooral in het beheersbaar maken van constructie- en onderhoudsrisico's en het afdekken van marktrisico's in termen van prijs en hoeveelheid.
- Zonne-energie biedt op lange termijn overweldigende kansen, maar het potentieel op korte termijn is beperkt vooral voor zonthermische toepassingen. Zon fotovoltaïsch vormt op korte termijn een kleine snel groeiende markt die sterk inspeelt op kleinschalige toepassingen voor decentrale energieopwekking. De wijzigingen in de SDE+ systematiek dragen niet bij aan een versnelde ontwikkeling van de markt voor zonne-energie. De ontwikkeling zal vooral uit het buitenland komen waarbij China een doorslaggevende rol speelt.
- De vooruitzichten voor Warmte Koude Opslag (WKO) zijn zeer goed. NL heeft veel kennis van deze technologie, investeringen verdienen zich terug en er is weinig weerstand. Wel verloopt de vergunningverlening nog niet optimaal en is er sprake van marktfalen. Momenteel worden WKO's namelijk vaak per gebouw ontworpen en gegund. Omdat WKO's om technische redenen vaak op enige afstand van elkaar geplaatst moeten worden, kan het voorkomen dat een vergunning niet verleend kan worden als de burens reeds een WKO-installatie hebben. Gebiedsgerichte afstemming van Ruimtelijk Ordening procedures is een vereiste om het potentieel van deze technologie maximaal in te zetten.
- Accu's komen in het Europese en Nederlandse energie- en milieubeleid veel minder expliciet aan de orde. In onze visie ten onrechte omdat ze een onmisbaar element zullen zijn van de toekomstige koolstofarme economie. Gezien de snelle groei van elektrisch en hybride vervoer is het een interessante assetcategorie.
- Installaties voor warmtekrachtkoppeling (WKK) worden steeds breder toepasbaar in bijvoorbeeld industriële processen en micro-WKK toepassingen in gebouwen. De potentie van WKK is met name groot in de energie-intensieve sectoren als raffinage, chemie, voedselindustrie, glastuinbouw en de bebouwde omgeving. Het uitgebreide gas- en elektriciteitsnetwerk met een hoge aansluitdichtheid in ons dichtbevolkte land draagt bij aan de sterke positie van NL bij de ontwikkeling van micro-WKK.
- Concluderend zijn wij van mening dat er in alle bovenstaande groene assets muziek zit. Het is niet zo dat één type asset het niet zal redden. Wel zijn er verschillen in mate van kansrijkheid. Kortom, alle in deze studie behandelde groene assets kunnen de energietransitie naar een koolstofarme economie in NL vleugels geven. Met een "Deltaplan groene assets" is het mogelijk.

Inhoudsopgave

- 1 Inleiding 12**
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16**
- 3 Energieopwekking 26**
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 Energieopslag 37**
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41**
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44**
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51**
- 8 Bijlagen 57**

1 Inleiding

- 1 Inleiding 12**
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16**
- 3 Energieopwekking 26**
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 Energieopslag 37**
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41**
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44**
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51**
- 8 Bijlagen 57**

Onderzoek naar hernieuwbare energiebronnen en haar toepassingen in groene assets om een bijdrage te leveren aan het zoeken naar oplossingen

Inzicht krijgen in de kansrijkheid van groene assets...

Doelstellingen van dit rapport

Dit rapport gaat over groene assets in Nederland. ING levert hiermee een bijdrage aan de discussie over hernieuwbare energiebronnen. De doelstellingen van dit rapport zijn vierledig.

1. Beter begrip krijgen van de kansrijkheid van groene assets vanuit economisch perspectief.
2. Onderzoeken wat de kosten, verwachte groei, marktomvang (in termen van energieproductie en investeringen) en issues op het gebied van Corporate Responsibility zijn van groene assets.
3. Op hoofdlijnen in kaart brengen van de financieringsbehoefte voor groene assets in NL.
4. Daar zowel binnen als buiten de organisatie over communiceren.
5. Een basis zijn voor een Europese studie over Green Assets. Daarin zullen ook groene assets aan de orde komen die in de Nederlandse context tot 2020 niet, maar in de Europese context wel heel relevant zijn zoals Concentrated Solar Power en Hydrokrachtcentrales.

...vanuit economisch perspectief...

Het begrip **kansrijk**: In deze studie staat de vraag centraal welke groene assets kansrijk in Nederland zijn vanuit economisch perspectief. Centraal staat hierbij de verwachte marktgroei in de periode tot 2020. Deze is op haar beurt weer afhankelijk van de concurrentiekracht ten opzichte van fossiele, maar ook andere hernieuwbare energievormen. Die concurrentiekracht is onder andere afhankelijk van de te verwachten investeringsvolumes in de groene asset, de (potentiële) CO₂-impact, de (verwachte) relatieve kostprijs per energie-eenheid (bijvoorbeeld kWh met en zonder subsidies) en technische, sociaal-ethische en ecologische aspecten van het gebruik van hernieuwbare energie.

...binnen een periode van 10 jaar.

De **tijdshorizon** ligt bij de bepaling van de kansrijkheid van groene assets op de periode tot 2020



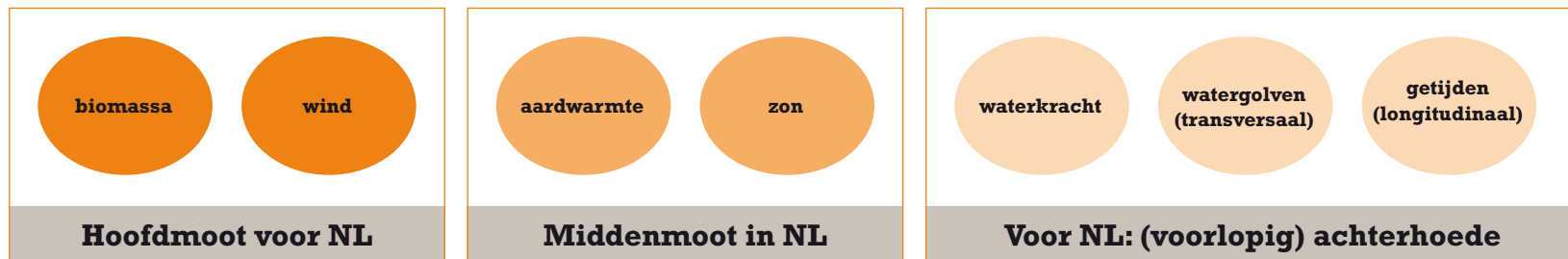
Definitie groene assets en aansluiting bij Europese regelgeving

Europees beleid.

- De verduurzaming van het energiebeleid van de EU als geheel en Nederland in het bijzonder is gebaseerd op drie pijlers.
 1. CO₂-reductie met 20% in de periode 1990-2020.
 2. Aandeel hernieuwbare energie naar 20% in 2020 (voor Nederland geldt 14% conform Directive 2009/28/EC).
 3. Opvoeren van de energie-efficiëntie met 20% in 2020 ten opzichte van 1990.
- Deze doelstellingen staan bekend als de 20-20-20 doelstelling voor de EU en 20-14-20 voor Nederland.

Definitie hernieuwbare energie.

- De Europese Commissie heeft in 2001 hernieuwbare energie (renewable energy) gedefinieerd als energie uit niet-fossiele brandstoffen (RL 2001/77/EC).
- Fossiele brandstoffen zijn ontstaan uit versteende organismen en kunnen in drie hoofdgroepen ingedeeld worden, te weten (1) olie, (2) kolen en (3) aardgas.
- Hernieuwbare energie komt uit natuurlijke bronnen zoals zonlicht, wind, regen, getijden of aardwarmte en wordt door de aarde op natuurlijke wijze aangevuld. Concreet gaat het om de volgende bronnen (gerangschikt o.b.v. productieomvang).



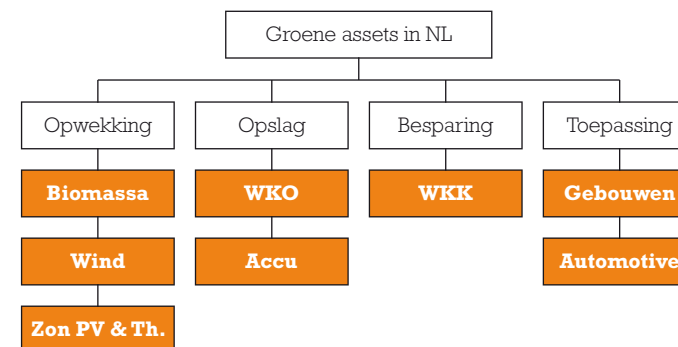
- In dit rapport is een asset als groen gedefinieerd als het door haar eigenschappen bijdraagt aan de realisering van de Europese (en dus ook Nederlandse) doelstellingen op het gebied van energie-efficiëntie, een hoger aandeel hernieuwbare energie en CO₂-reductie.
- Uit oogpunt van meetbaarheid en objectiviteit is ervoor gekozen om de definitie **GROEN** smal te houden en niet te verbreden naar het begrip duurzaam of de ecologische footprint.

Afbakening van het rapport: een overzicht van de groene assets die worden behandeld

Definities hernieuwbare energiebronnen voor opwekking, opslag en besparing van energie.

- Biomassa is het verbranden, vergisten, vergassen of opwaarderen van plantaardig of dierlijk materiaal in een biomassa-installatie voor de opwekking van energie (meestal in de vorm van warmte en/of elektriciteit en al dan niet via de productie van biogas).
- Windenergie betreft de omzetting van windenergie in elektriciteit middels een turbine op land of op zee.
- Zonne-energie betreft de omzetting van zonlicht in elektriciteit (zon fotovoltaïsch) of warmte (zon-thermisch) middels zonnepanelen.
- Warmtekuideopslag is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem.
- Een accu is een opslagmedium voor energie.
- Warmtekrachtkoppeling is een methode die de bij opwekking van elektriciteit vrijgekomen warmte benut.
- Er wordt niet ingegaan op hydrokrachtcentrales en Collected Solar Power installaties omdat de betekenis en het potentieel voor de productie van hernieuwbare energie in NL niet groot worden geacht. Mondiaal gezien is dat volstrekt anders. Van alle hernieuwbare energiebronnen leveren zij wereldwijd de grootste bijdrage aan de energievoorziening. Europees zijn ook hydrokrachtcentrales van belang. In het later dit jaar te verschijnen Europese ING-rapport over Green Assets zullen ze wel aan bod komen.
- Technologieën als CO₂-afvang en -opslag worden niet in dit rapport behandeld.
- Kernenergie wordt wel als "schoon" gezien omdat het geen CO₂ uitstoot. Maar de rampen in Tsjernobyl en Fukushima tonen aan dat kernenergie grote schade kan toebrengen aan mens en milieu. De kans op negatieve externaliteiten is weliswaar heel klein maar de gevolgen en kosten kunnen heel groot zijn als de kans materialiseert. Kernenergie wordt in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

Uitsluitingen in dit rapport.



2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen

- 1 Inleiding 12
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16**
- 3 Energieopwekking 26
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 Energieopslag 37
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51
- 8 Bijlagen 57

Krachtige argumenten voor hernieuwbare energie...

De volgende fundamentele motieven dragen nu en in de toekomst bij aan de ontwikkeling en groei van hernieuwbare energiebronnen.

- 1** Beperking van de uitstoot van broeikasgassen.
- 2** Halen van de Europese duurzaamheidsdoelstellingen.
- 3** Benutten van nieuwe energiebronnen om te voorzien in de stijgende energievraag.
- 4** Diversifiëren van de energiemix en vergroten van de energiezekerheid op lange termijn.
- 5** Een antwoord bieden op de uitputbaarheid van conventionele energiebronnen.
- 6** Beperken van de invloed van prijsschommelingen van de conventionele energiebronnen.
- 7** Inspelen op maatschappelijke trends en consumentenbehoeften.
- 8** Bevorderen van innovatie en vergroten van technologische kennis.
- 9** Creatie van kennisintensieve "groene banen".
- 10** Creëren van een exportproduct (hernieuwbare energie en de machines en installaties om deze op te wekken).

De verwachting is dan ook dat hernieuwbare energie de komende decennia een sterke groei zal doormaken als gevolg van bovenstaande motieven, overheidsbeleid om de sector te stimuleren, dalende investeringskosten en stijgende olieprijsen. Op de volgende pagina's wordt deze groei gespecificeerd.



...leiden tot een stijgend aandeel van hernieuwbare energiebronnen in de mondiale energiemix

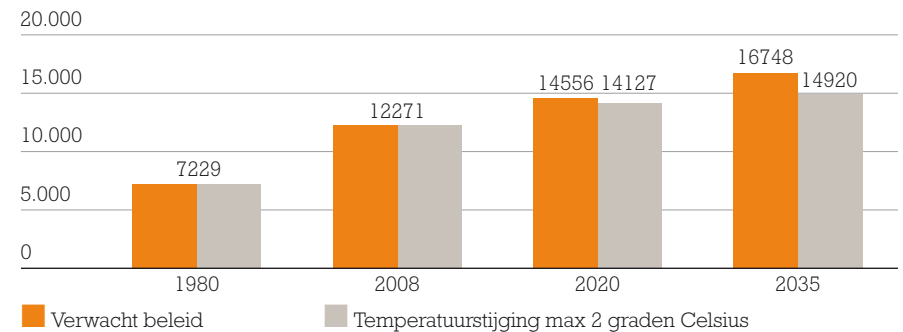
Wereldwijd stijgt de energiebehoefte...

...maar doelstelling van een maximale temperatuurstijging van 2 °C wordt niet gehaald...

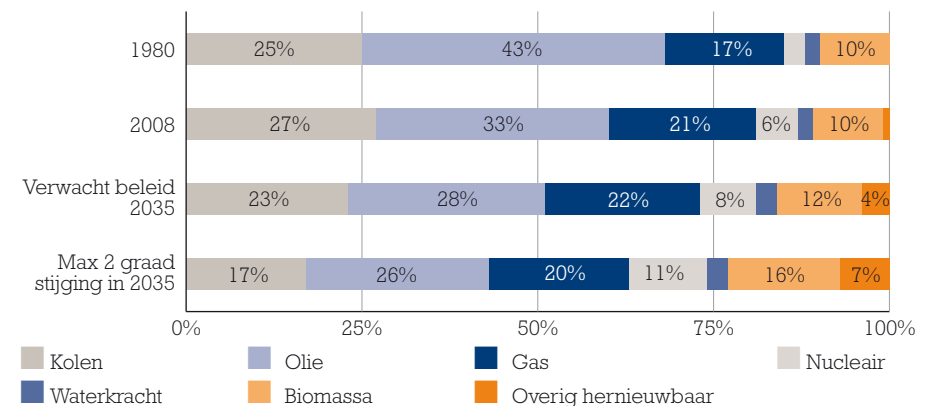
...ondanks sterke toename aandeel hernieuwbare energie-energie.

- De wereldwijde energievraag is in de periode 1980-2008 met 3% per jaar gestegen. Hoewel de groeivoet voor de periode 2008-2035 naar verwachting daalt naar 1,2% per jaar is de energievraag in 2035 nog altijd 36% hoger dan in 2008. In dit scenario is door het Internationaal Energie Agentschap rekening gehouden met het verwachte energiebeleid van overheden. De wereldwijde energiebehoefte stijgt van 12.271 Mtoe in 2008 naar 16.748 Mtoe in 2035. Ter vergelijking: de wereldbevolking groeit in de periode 2008-2035 jaarlijks met 0,9% en de reële economie met 3,2%.
- Op basis van deze energievraag zal de concentratie broeikasgassen zich stabiliseren rond 650 ppm CO₂ equivalent wat overeenkomt met een verwachte opwarming van de aarde met 3,5 °C ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. De doelstellingen die gehaald moeten worden om niet in een onomkeerbare situatie terecht te komen, gaan uit van een maximale temperatuurstijging van 2 °C. Om dit te realiseren moet de concentratie broeikasgassen stabiliseren op 450 ppm CO₂ equivalent wat overeenkomt met een maximale energievraag in 2035 van 14.920 Mtoe.
- Ondanks de indrukwekkende afname van het relatieve belang van olie in de totale energiemix sinds de oliecrisis is het met circa 33% nog steeds de belangrijkste energiebron in 2008. Op de voet volgen kolen (27%) en gas (21%). Het aandeel van hernieuwbare energiebronnen bedraagt 13% waarvan biomassa maar liefst 10% voor haar rekening neemt en windenergie, bodemenergie en zonne-energie slechts 1%. Het aandeel van nucleaire energie bedraagt in 2008 circa 6% en waterkracht 2%.
- Het aandeel van hernieuwbare energie neemt relatief het meest toe o.b.v. het verwachte overheidsbeleid, van 13% in 2008 tot 19% in 2035; een toename van 6%-punt. Echter, om de Kopenhagen-doelstelling van een maximale temperatuurstijging van 2 °C te bereiken, moet dit aandeel toenemen tot 26%; een toename van 14%-punt t.o.v. 2008. Op basis van het huidige beleid blijft het aandeel hernieuwbare energie echter steken op 19% in 2035.

Groei wereldwijde energievraag (Mtoe)



Ontwikkeling wereldwijde energiemix



NB: cijfers voor waterkracht bedragen 2% in 1980 en 2008 en 3% in 2035 (beide scenario's), nucleair bedraagt 3% in 1980. Bron: IEA, World Energy Outlook (2010)

Hernieuwbare energiebronnen hebben nog een relatief klein aandeel in de energiemix maar ze groeien veel harder dan fossiele brandstoffen

Groei energievraag geheel toe te schrijven aan niet-OECD landen.

- De toename in de wereldwijde energievraag is vrijwel geheel toe te schrijven aan niet-OECD landen. Van deze landen dragen China (36%) en India (18%) verreweg het meeste bij. De ontwikkelingen van een agrarische naar een industriële economie, verstedelijking, hogere bevolkings- en economische groei zijn hiervan de oorzaken.
- China heeft in 2009 de nummer 1 positie van Amerika overgenomen als grootste energiegebruiker ter wereld. Tevens is China leidend in de toepassing van hernieuwbare energiebronnen.
- Op wereldschaal wordt er in de periode 2008-2035 maar liefst \$33 biljoen in de energie-infrastructuur geïnvesteerd (2009 prijzen) waarvan tweederde in niet-OECD landen.

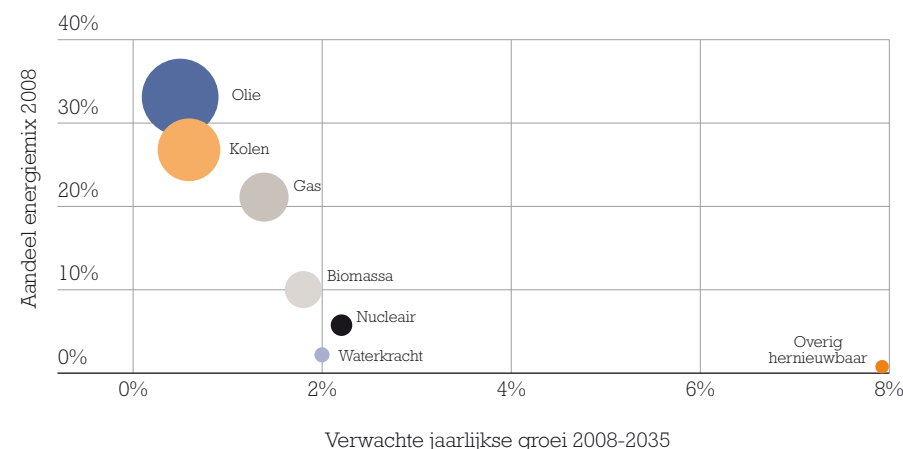
Fossiele brandstoffen blijven belangrijk...

- Olie, kolen en gas blijven de belangrijkste energiebronnen. Het olieverbruik is in 2035 met 18% toegenomen (van 84 naar 99 miljoen vaten per dag) ten opzichte van 2008. De vraag naar kolen is 20% hoger en de vraag naar gas maar liefst 44%.

...maar hernieuwbare bronnen groeien het hardst.

- Echter, er is een sterk negatief verband tussen de omvang van een energiebron in de huidige energiemix en de te verwachten groei in de komende jaren. De fossiele brandstoffen hebben een groot aandeel maar lage groei van 0,5% (olie), 0,6% (kolen) en 1,4% (gas) per jaar.
- Energiebronnen als biomassa, nucleaire energie en waterkracht groeien naar verwachting harder met circa 2% per jaar. NB: de groeiverwachting van nucleaire energie is met veel onzekerheid omgeven door de problemen in Fukushima.
- Maar de echte groei is te verwachten in de hernieuwbare energiebronnen wind-, bodem- en zonne-energie. Hoewel deze energievormen nu nog een zeer beperkt aandeel hebben in de huidige energiemix zal dit aandeel fors toenemen op basis van een verwachte groei van circa 8% per jaar.

Verband energieaandeel en verwachte groei in de wereld



Omvang van het bolletje geeft de totale energievraag weer in 2008 in Mtoe.

NB: 'overig hernieuwbaar' betreft wind-, bodem- en zonne-energie. Biomassa, waterkracht en overig hernieuwbaar vormen samen de categorie 'hernieuwbare energie'.

Bron: IEA, World Energy Outlook (2010)

Aandeel hernieuwbare energie in NL lager dan in EU

Biomassa en windenergie belangrijkste hernieuwbare energiebronnen

NL heeft achterstand op EU...

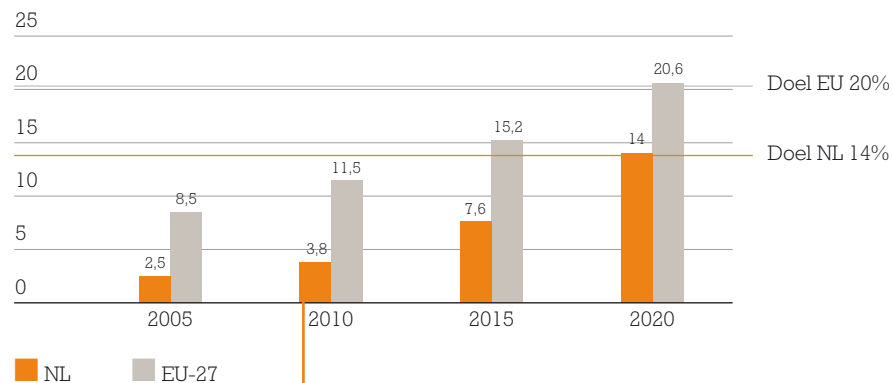
...maar de kloof tussen status quo en doel is even groot.

Biomassa en wind zijn in NL het belangrijkste...

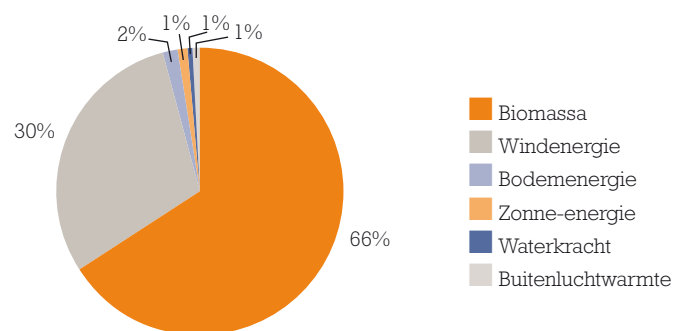
...voor realisatie van doelstellingen.

- Het aandeel van hernieuwbare energie in de totale energievraag bedraagt voor NL in 2010 3,8% en voor de EU 11,5%. Hiermee heeft NL een relatieve achterstand t.o.v. het EU-gemiddelde in het gebruik van hernieuwbare energie.
- Het beleid van NL is erop gericht om de doelstelling van 14% in 2020 te halen. Voor de EU-27 als geheel is de doelstelling 20%.
- De kloof tussen het huidige aandeel van hernieuwbare energie in 2010 en de doelstelling voor 2020 is voor NL en de EU vrijwel even groot (respectievelijk 9,3%punt voor NL en 9,1%punt voor de EU).
- In NL zijn biomassa en windenergie met een aandeel van 66% en 30% de belangrijkste bronnen van hernieuwbare energie
- In Nederland wordt energie gebruikt voor verwarming (55%), transport (25%) en elektriciteit (20%). Om de doelstelling van 20% te halen, is een significante groei van hernieuwbare energie nodig voor alle drie de segmenten.
- NL zet sterk in op hernieuwbare energie bij de elektriciteitswinning (groene stroom). ECN/EEA ramen dat deze 'sector' in de periode 2010-2020 groeit met 373%. In EU-verband is dit ook een belangrijke pijler in de realisatie van de doelstelling, maar groeit deze 'sector' minder hard (129%).

Aandeel hernieuwbare energie in bruto finale consumptie



Hernieuwbare energiebronnen in NL in 2010



Bron: ECN & EEA (2011), CBS (2011)

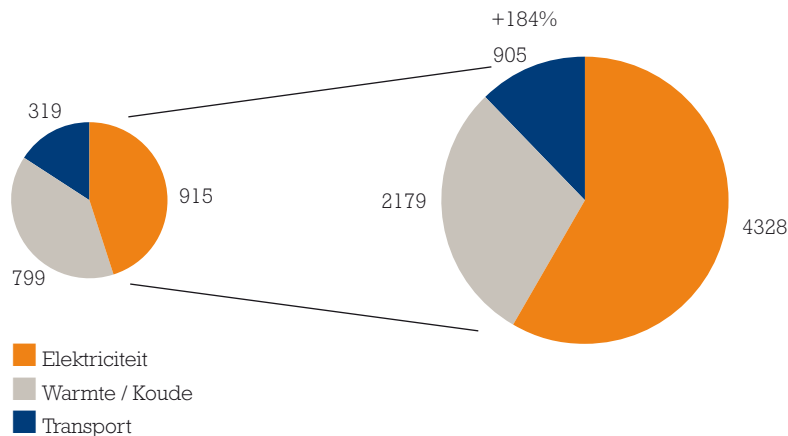
Markt voor hernieuwbare energie wordt in NL gedomineerd door biomassa, biobrandstof en windenergie

70% van de markt gedomineerd door vier hernieuwbare energiebronnen...

...groot aantal technieken heeft een bescheiden bijdrage.

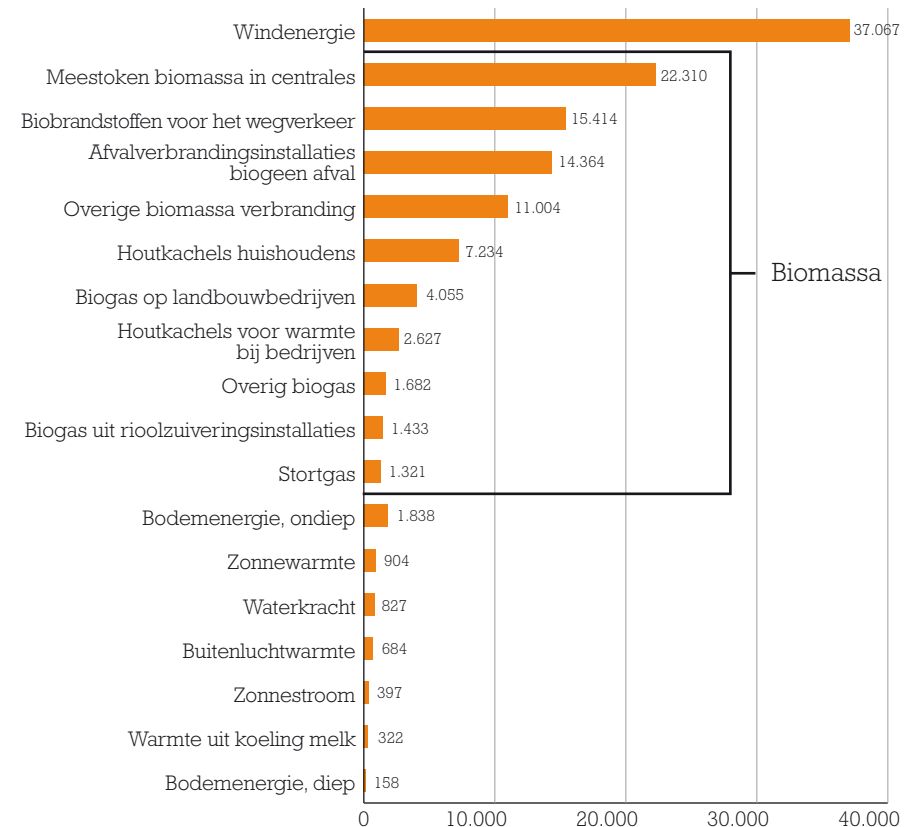
- De belangrijkste bronnen van hernieuwbare energie in NL zijn windenergie, (het meestoken van) biomassa en sinds 2007 ook het verbruik van biobrandstoffen in het wegverkeer (CBS, 2010). Samen zijn zij verantwoordelijk voor 70% van de productie van hernieuwbare energie in Nederland.
- Zonnewarmte en -stroom, bodemenergie en buitenluchtwarmte zijn technologieën met een zeer beperkte bijdrage.
- Waterkracht speelt – anders dan in de EU – een beperkte rol in NL.
- Het terugwinnen van warmte bij de koeling van melk gebeurt in NL al jaren en neemt nog steeds toe door subsidies en schaalvergroting in de melkveesector.

Productie hernieuwbare energie Nederland (ktoe)



Bron: ECN & EEA (2011)

Productie hernieuwbare energie in NL in 2010 (TJ)



Bron: CBS (2010)

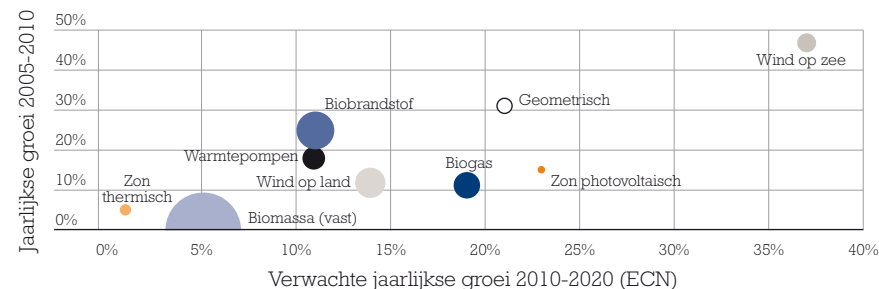
Relatieve achterstand NL vertaalt zich in hoge groei van hernieuwbare energiebronnen in de periode 2010-2020

Relatieve achterstand NL vertaalt zich in hoge groei...

- Hernieuwbare energie groeit in Nederland in de periode 2010-2020 gemiddeld 13% per jaar. Op wereldniveau (7,8%) en Europees niveau (6,0%) liggen de groeipercentages lager.
- Nederland heeft in de periode 2010-2020 een hoge inhaalgroei vanuit het huidige lage aandeel van hernieuwbare energie in de totale energievraag (3,8% in 2010).
- Hernieuwbare energie groeit het hardst bij de toepassing voor elektriciteit (17%) versus 11% bij transport en 9% bij warmte en koeling (zie bijlage voor datatabel).
- Vaste Biomassa levert de grootste bijdrage en groeit 5% per jaar. Door deze relatief lage groei in de komende jaren neemt het aandeel van vaste biomassa flink af van 47% in 2010 naar 23% in 2020.
- Biobrandstoffen en biogas leveren ook een significante bijdrage aan hernieuwbare energieproductie van respectievelijk 14% en 10% maar het aandeel van biogas zal door de hoge verwachte groei het aandeel van biobrandstof in 2020 met 6%-punt overstijgen.
- Wind op zee groeit naar verwachting het hardst. Als alle plannen volgens planning gerealiseerd worden, neemt het aandeel in de productie toe van 3% in 2010 tot 22% in 2020.
- Het aandeel van wind op land is momenteel met 15% veel groter dan wind op zee, maar de verwachte groei van wind op zee is veel hoger (37% per jaar).
- Zon fotovoltaïsch groeit naar verwachting de komende jaren hard maar het aandeel in de productie blijft verwaarloosbaar (1%). Het aandeel van zon thermisch blijft ook verwaarloosbaar klein en deze technologie heeft de laagste verwachte groei (2% per jaar).

... van vooral wind op zee en enkele technologieën die nog een geringe bijdrage leveren.

Productie (ktoe) en groei hernieuwbare energie in NL



NB: - omvang bolletje geeft productieomvang in 2010 weer (in ktoe)
 - WKO is doorgaans een combinatie van geothermie en warmtepompen

Bron: ECN & EEA (2011), zie bijlage voor datatabel

Aandeel in totaal hernieuwbare energie in NL

	2010	2020
Biomassa (vast)	47%	23%
Wind op land	15%	16%
Biobrandstof	14%	11%
Biogas	10%	17%
Warmtepompen	6%	5%
Wind op zee	3%	22%
Geothermisch	2%	3%
Zon thermisch	1%	1%
Zon fotovoltaïsch	0%	1%

Toepassing van hernieuwbare energie in NL

	2010	2020
Elektriciteit	43%	58%
Warmte en koeling	42%	29%
Transport	15%	12%

Bron: ECN & EEA (2011), zie bijlage voor datatabel

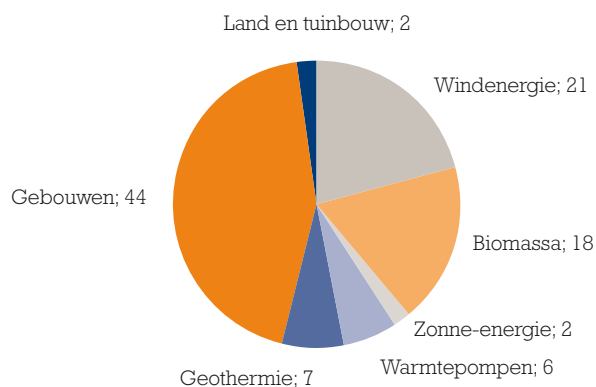
Hoge inhaalgroei vergt omvangrijke investeringen in NL

In NL is € 100 mld aan investeringen nodig om de Europese doelstellingen te halen...

...en deze slaan vooral neer in de gebouwde omgeving, windenergie en biomassa.

- De markt voor hernieuwbare energiebronnen bedroeg in NL in 2008 ruim € 2 mld. Door de hoge inhaalgroei zal dit toenemen tot jaarlijks circa € 12,5 mld in 2020.
- Om deze groei te realiseren zijn omvangrijke investeringen nodig. Ecofys raamt deze op € 70 tot € 100 mld in de periode 2010-2020 oftewel € 7 tot € 10 mld gemiddeld per jaar.
- De totale investeringen zijn echter groter omdat ook in de traditionele energiesector omvangrijke investeringen zullen worden gedaan waarvan een deel is aan te merken als duurzaam. Wij verwachten daardoor dat de investeringen eerder € 100 mld dan € 70 mld bedragen.
- Gemiddeld komen de investeringen dan uit op circa € 10 mld per jaar. Echter, gezien het lage investeringsvolume in de periode tot 2015 moeten de investeringen in de periode 2015-2020 sterk toenemen om de Europese doelstellingen te halen.

Investeringen per toepassing (totaal tot 2020 in € mld)



Bron: Ecofys, 2010

Geraamde investeringen in hernieuwbare energie in NL tot 2020 (€ mld)

	Periode 2010-2015		Periode 2015-2020		Totaal	
	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog
Investeringen hernieuwbare energie voor elektriciteit						
Wind op zee	2,9	3,2	11,2	12,0	14,1	15,2
Wind op land	2,7	3,7	1,6	2,1	4,3	5,8
Biomassa (vast)	0,4	3,6	0,1	0,1	0,5	3,8
Zon PV	0,7	0,8	1,0	1,2	1,7	2,0
Biogas (elektriciteit)	0,4	0,7	0,6	1,0	1,0	1,7
Subtotaal elektriciteit	7,1	12,0	14,5	16,4	21,6	28,5

Investeringen hernieuwbare energie voor warmte

Biomassa (vast)	1,8	3,2	2,4	4,2	4,2	7,4
Geothermie	2,5	3,1	3,3	3,8	5,8	7,0
Warmtepompen	2,5	-	2,6	2,6	5,1	5,6
Biogas (warmte)	0,9	1,8	1,3	1,6	2,2	3,4
Groen gas	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9
Zon thermisch	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Subtotaal warmte	7,9	8,5	10,2	12,9	18,1	24,5

Investeringen hernieuwbare energie voor transport

Biodiesel en bio-ethanol	0,6	1,0
--------------------------	-----	-----

Investeringen in gebouwen

Bestaande bouw	24,0	35,0
Nieuwbouw	4,5	9,0

Land- en tuinbouw

Verduurzamen circa 2,500 ha kassen	0,5	2,0
------------------------------------	-----	-----

Totale kwantificeerbare investeringsbehoefte 2010-2020 ± 70 ± 100

Bron: Ecofys, 2010

Hernieuwbare energiebronnen zijn qua productiekosten nog niet concurrerend met traditionele energiebronnen met uitzondering van windenergie op land

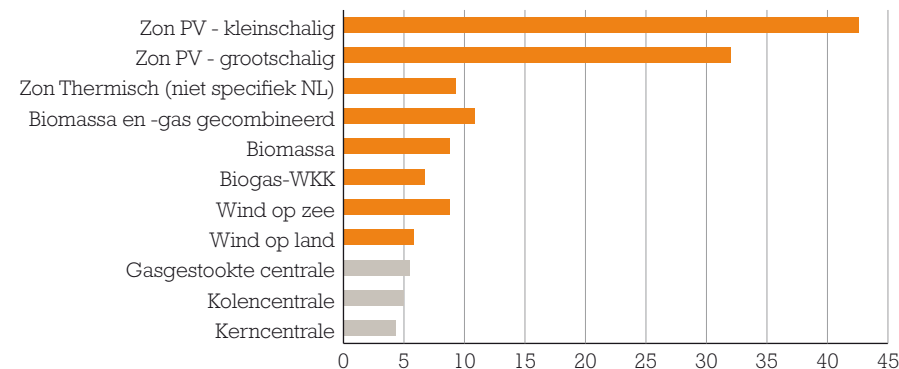
Kostprijs van windenergie is concurrerend met traditionele energieopwekking...

- De directe productiekosten van traditionele energiebronnen als kolen en gas bedragen in NL circa 5 tot 6 eurocent per kWh. Kernenergie is met 4,3 eurocent per kWh de goedkoopste vorm van energie. Overigens zijn de indirecte kosten a.g.v. gezondheidsschade, klimaatverandering en leveringszekerheid voor traditionele energiebronnen hoger: 2 eurocent voor kolen, 1,2 voor gas, 0,8 voor zon PV en slechts 0,2 voor windenergie.
- Op land opgewekte windenergie doorstaat met productiekosten van circa 6 eurocent per kWh de concurrentie met traditionele energiebronnen goed. De overige hernieuwbare energievormen zijn niet concurrerend zonder aanvullende maatregelen.
- Door zonne-energie opgewekte elektriciteit is met een gat van 25 tot 40 eurocent per kWh t.o.v. kolen en gas het duurst.
- Het feit dat de productiekosten van hernieuwbare energiebronnen (in sommige gevallen veel) hoger liggen dan die van traditionele energiebronnen maakt ze afhankelijk van overheidsbeleid zoals subsidies.

...maar de leereffecten zijn het hoogst bij de minder volwassen technologieën.

- De ontwikkeling van de productiekosten wordt bepaald door het leereffect en de schaalgrootte waarop de technologie wordt toegepast op mondiaal niveau.
- Het leereffect geeft het percentage weer waarmee de productiekosten door schaalvoordelen en technologische vooruitgang dalen als de productiecapaciteit van de hernieuwbare energiebron verdubbelt.
- De kosten van de meest volwassen technologieën als biomassa en windenergie dalen naar verwachting het langzaamst, die van zonne-energie het snelst.

Integrale kostenvergelijking energiebronnen NL (eurocent kWh)



Bedragen hebben betrekking op 2008. Gehanteerde wisselkoers: 1\$=0.68€
Bron: IEA (2010)

Leereffecten hernieuwbare energiebronnen

Hernieuwbare energiebron	Leereffect
Zon fotovoltaïsch	22%
Zon thermisch	9%
Wind op zee	9%
Wind op land	7%
Accu's	7%
Biomassa en biogas	5%

Bron: IEA, ING Economisch Bureau, McKinsey e.a. (2010)

Om aanbod te garanderen moet in geval van hernieuwbare energiebronnen ook in leveringszekerheid geïnvesteerd worden

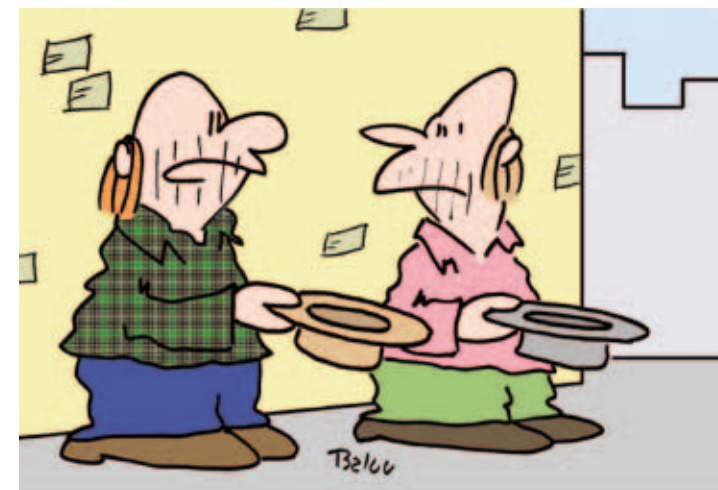
Wind- en zonne-energie hebben een discontinue energieopwekking...

...wat een additionele back-up faciliteit vereist...

...waardoor de totale systeemkosten toenemen.

Middels een 'techno-spread' kan het discontinue karakter gecompenseerd worden.

- Sommige van de hernieuwbare energiebronnen zorgen voor een niet-continu energieaanbod. Deze worden ook wel 'variable renewables' of 'intermittent renewables' of 'non-dispatchable renewables' genoemd. Hiertoe behoren zonne-energie, windenergie, golf- en getijdenenergie en waterkracht. Het betekent feitelijk dat zonnepanelen slechts energie kunnen leveren als de lichtintensiteit voldoende is en dat wind pas in energie omgezet kan worden als het voldoende waait.
- Vanwege (1) de variabiliteit van energieopwekking, (2) het feit dat elektriciteit niet kan worden opgeslagen (energie overigens wel) en (3) de behoefte aan een continue en gegarandeerde stroomopwekking is er back-up capaciteit nodig in de totale energiemix.
- De back-up capaciteit wordt doorgaans door conventionele energiebronnen of hernieuwbare energiebronnen met een continu karakter zoals biomassa-installaties geleverd. In de toekomst kunnen opslagtechnieken voor energie (bijvoorbeeld accu's) een rol als back-up faciliteit gaan vervullen.
- De totale systeemkosten van 'variable renewables' zijn vanwege deze back-up capaciteit hoger dan de stand-alone kosten van bijvoorbeeld een windturbine in geval van windenergie. Er is immers additionele capaciteit nodig om de windstille perioden waarin de windturbine dus geen stroom levert te compenseren.
- Het discontinue karakter van 'variable renewables' kan met een 'techno-spread' op twee manieren opgelost worden. Door geografisch te spreiden over een land wordt de productie minder afhankelijk van de zon- of windintensiteit op één locatie. Door energiebronnen die negatief met elkaar correleren te combineren wordt het discontinue karakter van de totale energielevering verkleind. Zo hangen wind- en zonne-energie negatief met elkaar samen. In maanden van hoge zonintensiteit is de



"This is working fine now, but we really should have a backup plan."

windintensiteit gemiddeld lager en vice versa waardoor de gezamenlijke energieopwekking gelijkmatiger wordt dan de afzonderlijke delen. Voorwaarde voor een effectieve 'techno spread' is wel dat de afzonderlijke energiebronnen ongehinderd hun energie kunnen afgeven aan het energienet.

3 Energieopwekking

- 1 Inleiding 12
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16
- 3 Energieopwekking 26**
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 Energieopslag 37
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51
- 8 Bijlagen 57

Energieopwekking

Biomassa- en biobrandstofinstallaties (1/3)



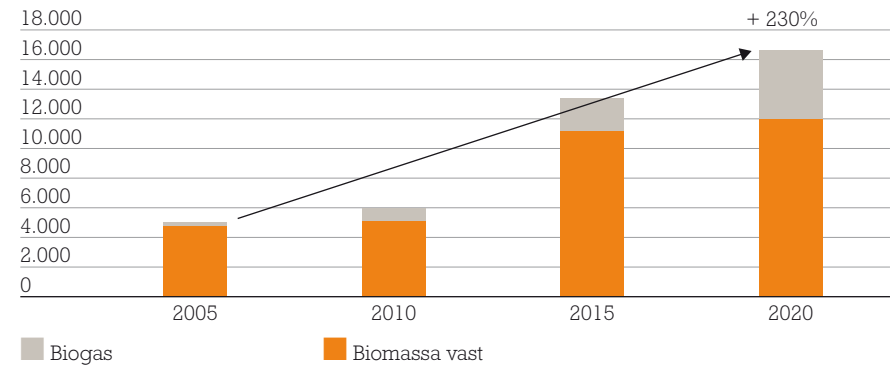
Biomassa is de enige bron die energie voor warmte, elektriciteit en transport opwekt...

- Biomassa is te omschrijven als het proces van verbranding, vergisting, vergassing, afbraak zonder zuurstof of opwaardering van plantaardig of dierlijk materiaal voor de opwekking van warmte en/of elektriciteit (al dan niet via de productie van biogas). Het is een erkende hernieuwbare energiebron omdat de groei van organisch materiaal het aanbod aanvult. In veel gevallen is het CO₂-neutraal omdat de uitstoot bij de verbranding wordt gecompenseerd door de opname tijdens de groei van biomassa. Op dit moment is het de enige hernieuwbare energiebron die zowel bij de energieopwekking van elektriciteit, warmte en transport wordt ingezet. Biomassa is qua omvang de grootste hernieuwbare energiebron en zal dat naar verwachting het komende decennium ook blijven.
- Vaste biomassa en bio-ethanol groeien naar verwachting 5% per jaar in de periode 2010-2020, biodiesel 15% en biogas groeit met 23% het hardst (ECN, 2011). Het hoge groeipercentage van biogas volgt uit de goede infrastructuur en kennis van Nederland als gasland en de ambitie om zich tot gasrotonde voor de Noordwest Europese markt te ontwikkelen. Nederland heeft bovendien als distributieland een competitief voordeel in transport en logistiek van biomassa.
- De groei in het recente verleden hangt nauw samen met het 'bijstoken' van biomassa in traditionele elektriciteitscentrales door bijplaatsing van installaties voor verbranding van afvalhout en kippenmest alsmede de wettelijk voorgeschreven bijmenging van biobrandstoffen voor het wegverkeer en –transport. Voor 'bijstoken' zijn de groeiperspectieven goed, omdat slechts kleine aanpassingen van bestaande (kolen)centrales nodig zijn teneinde ze energetisch beter te benutten.
- De huidige overcapaciteit van afvalverbrandingsinstallaties houdt in ieder geval tot 2013 aan waardoor er op korte termijn capaciteit beschikbaar is voor verdere doorgroei (zie ook het ING-rapport 'De strijd om afval; van waste naar winst').

...met hoge groei...

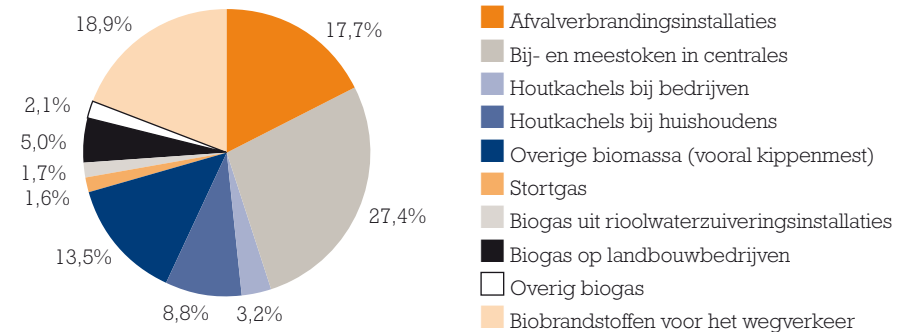
...en goede perspectieven voor toekomstige groei.

Groei Biomassa NL (GWh)



Bron: ECN & EEA (2011)

Opwekking energie uit biomassa (2009)



Bron: CBS (2010)

Energieopwekking

Biomassa- en biobrandstofinstallaties (2/3)



Efficiëntie wordt vergroot met WKK.

Biomassa omgeven met tal van issues rond Corporate Responsibility...

...maar biomassa draagt door haar omvang in belangrijke mate bij aan energie-doelstellingen.

- Het upfront investeringsbedrag voor biomassa bedraagt internationaal € 3,5 mln per MW voor een biomassacentrale, € 5,1 mln per MW voor een gecombineerde biomassa en biogascentrale en € 1,3 mln per MW voor een biogas-WKK-centrale in 2010. De jaarlijkse kosten voor onderhoud en beheer bedragen circa 75K per MW. Het bijstoken van biomassa in kolencentrales kan relatief goedkoop gerealiseerd worden.
- Kleine biomassacentrales hebben een elektriciteitsefficiëntie van 25% die kan oplopen tot 40% bij grote centrales met toepassing van warmtekrachtkoppeling (WKK).
- NL maakt zijn reputatie als handelsland ook in de biomassa waar door pellets zowel te importeren als exporteren.
- Energieproductie uit de derde generatie biobrandstoffen (zoals algen) en kennis van haar milieueffecten staan nog in de kinderschoenen.
- Ondanks het feit dat biomassa hernieuwbaar is en doorgaans CO₂-neutraal is het niet onomstreden. De productie van biomassa roept de volgende milieutechnische, sociale en ethische bezwaren op. Zij kan leiden tot ontbossing, bodemerrosie en een afname van de biodiversiteit. De CO₂ reductie is marginaal en in sommige gevallen zelfs negatief over de hele levenscyclus als alle facetten zoals het transport van biomassa (import uit VS en Canada) worden meegenomen. Voor de productie is veel water nodig wat in sommige delen van de wereld bijdraagt aan waterschaarste. Daarnaast kan het gebruik van (kunst)mest tot watervervuiling leiden. Ook is er toenemende zorg dat de productie van biomassa de voedselproductie verdringt wat kan leiden tot stijgende voedselprijzen en voedselschaarste. Gelukkig wordt er steeds meer zorg besteed aan de duurzaamheid bij de productie van biomassa middels toepassing van hogere generatie biomassa met betere energieopbrengsten per km² en minder afval.
- Deze issues hebben geleid tot wisselende steun van overheden aan de markten voor biomassa wat ook heeft geleid tot dalende winstgevendheid en het sluiten van centrales.
- Desalniettemin is de hoeveelheid vermeden CO₂-uitstoot in NL door biomassa hoog met 4,9 Mton in 2009 (aandeel van 64% in het totaal van hernieuwbare energiebronnen). Dit komt vooral ook door de omvang van biomassa (66% van de huidige duurzame energieproductie).

Energieopwekking

Biomassa- en biobrandstofinstallaties (3/3): conclusies



- 1 Biomassa is een erkende renewable en voorkomt door haar omvang de bulk van de CO₂-uitstoot.
- 2 De kostprijs van de 'goedkoopste variant', de Biogas-WKK-installatie, ligt bijna een kwart boven die van een gasgestookte centrale. De kostprijzdaling gaat in vergelijking met andere renewables vrij traag, maar dit weerspiegelt vooral de volwassenheid van de technologie. Tevens is de kostprijs van de opgewekte energie afhankelijk van de kosten van de biomassa als input. In vergelijking met wind- en zonne-energie zijn deze niet 'gratis' en variabel in de tijd wat de onzekerheid ten aanzien van het rendement vergroot.
- 3 Binnen biomassa kan op hoofdlijnen een visie op biogas, biobrandstoffen en (vaste) biomassa worden gegeven.
- 4 **Biogas** is kansrijk in een land als Nederland met een uitstekende gasinfrastructuur en hoog kennisniveau. Verdere ontwikkeling aan de productie- en handelskant past in de ambitie van Nederland als gasrotonde van Europa. Sommige experts verwachten dat biogas binnen 4 tot 6 jaar qua kostprijs kan concurreren met aardgas.
- 5 De technologie en markt voor **biobrandstoffen** is nog niet voldoende uitontwikkeld. Zorgen bij gebruik over slijtage aan motoren en milieuconsequenties leiden tot onzekerheid over regeringsbeleid (subsidies) en dus over winstgevendheid op het niveau van biobrandstofinstallaties. Daarentegen dragen bijmengverplichtingen bij aan een snelle verdere ontwikkeling.
- 6 Technologie en markt voor het bijstoken van **vaste biomassa** is voldoende uitontwikkeld. Hiervoor is slechts een kleine aanpassing van bestaande gas- of kolencentrales nodig. Er zijn dus quick wins te behalen. Wel moet de sector antwoorden vinden op de sociaal-ecologische discussies rond biomassa en de productie ervan verder verduurzamen.

Biomassa-installaties bieden goede groeikansen. Vooral biogassen en –brandstoffen zijn kansrijk in een gas- en transportland als NL. Met vaste biomassa zijn ook quick wins te behalen.

Energieopwekking

Windturbines op land en op zee (1/3)



Op papier groeit windenergie zeer hard en dan met name op zee...

...maar in de praktijk zijn er nog veel belemmeringen...

...waardoor de ramingen met grote onzekerheid zijn omgeven.

- Windenergie betreft omzetting van wind in elektriciteit middels een turbine op land of zee.
- Windenergie levert met een aandeel van 30% al een belangrijke bijdrage aan de hernieuwbare energie in NL. De impact op de CO₂ reductie is reeds groot.
- De door het ECN geprognosticeerde groei is hoog (37% per jaar op zee en 14% per jaar op land). Hiermee behoort NL tot de landen waar windenergie het hardst groeit. Factoren die bijdragen aan de groei zijn het kennisniveau van windenergie in NL, het feit dat windenergie gemakkelijk op het bestaande net is aan te sluiten en de gunstige kostenontwikkeling van windenergie. Daarnaast heeft het politieke aandacht. In de afgelopen jaren zijn verschillende windparken op land gerealiseerd en 2 op zee (108 en 120 MW). Tevens is er voor 3.250 MW aan bouwvergunningen afgegeven voor offshorewindparken. Onduidelijk is nog wanneer en in hoeverre deze worden gerealiseerd.
- Het Economisch Bureau van ING onderschrijft de potentie van windenergie voor NL maar ziet in de praktijk nog teveel praktische bezwaren om de door ECN geprognosticeerde groei tot 2020 te realiseren. De business case van wind op zee is namelijk moeilijk financierbaar door de hoge risico's (zie hoofdstuk Financieringstransitie). De visserij en scheepvaart hebben bezwaren tegen windmolenparken op de drukst bevaarde zee van de wereld doordat de kans op ongelukken toeneemt en het zicht op de radar verslechtert. Dit geldt met name voor de parken Scheveningen Buiten, Beaufort, West Rijn en Q10. Om deze redenen dreigt de daadwerkelijke realisatie van de windparken te vertragen.
- In hoeverre de geplande investeringen daadwerkelijk gerealiseerd worden voor 2020 zal afhangen van de mate waarin de procedures vertragen en de mate waarin marktpartijen en overheid gezamenlijk in staat zijn om solide business cases voor wind op zee te bouwen. Door deze factoren zijn de groeiramingen met grote onzekerheid omgeven.



Energieopwekking

Windturbines op land en op zee (2/3)



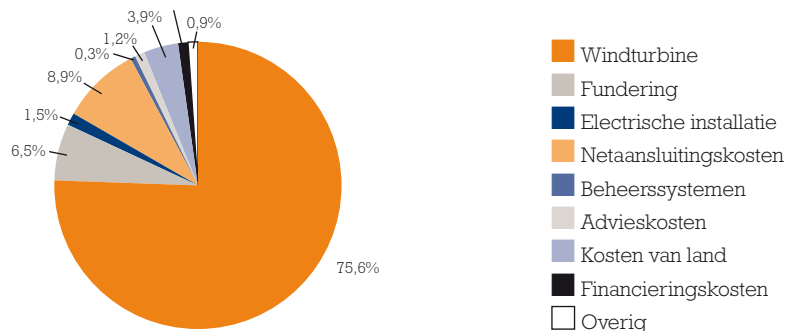
Groeiraming onzeker.

- Echter, de groeiramingen voor NL zijn met grote onzekerheid omgeven. Met een 'stand' van 228 MW waarvan 90% op land, een perspectief van 828 MW en een gebrek aan voortvarendheid bij de realisatie van nieuwe parken lijkt de ECN/EEA prognose voor 2020 erg ver weg.
- De gemiddelde windturbine op land heeft (internationaal) een vermogen van 1,6 MW. Windturbines op zee zijn doorgaans groter. De grootste kunnen thans een vermogen van 7 MW overstijgen.
- Productie geschiedt overwegend overdag en bij windsnelheden van 15 tot 90 kilometer per uur. De variabiliteit in de productie kan een probleem worden voor de stabiliteit van het energienet als het aandeel in de energieproductie de 10% nadert (thans 3,7% in NL). Het net moet dan versterkt worden en slimmer gemaakt worden (smart grid).

Wind op zee duurder.

- De integrale kosten bedragen 5,8 eurocent per kWh op land en 8,8 op zee. Enerzijds neemt de kosteneffectiviteit toe door grotere vermogens van windturbines en als gevolg van innovatie op het gebied van materiaaltechnologie (gewicht-sterkte verhouding en omzetting van wind in energie bij lage snelheden). Anderzijds neemt de kosteneffectiviteit af naarmate de windparken verder op zee worden aangelegd en dieper gefundeerd worden.
- Het upfront investeringsbedrag bedraagt internationaal € 1,4 mln per MW voor windturbines op land en € 3,9 mln per MW voor turbines op zee. De operationele kosten bedragen jaarlijks € 18K tot € 23K per MW afhankelijk van de locatie.

Kostenopbouw van een windturbine op land in NL



NB: Kosten windturbine sterk bepaald door 'blades & hub' (23%), toren (20%) en 'gear box'.

Materiaalkosten 10% van turbinekostprijs van € 1380 / kW

Bron: ECN (2009)



Energieopwekking

Windturbines op land en op zee (3/3): conclusies



- 1** NL zet sterk in op windenergie bij het behalen van de Europese doelstellingen. De uitgangspositie van NL is gunstig voor windenergie en vooral wind op zee zal in de toekomst sterk groeien. Desalniettemin zijn de geraamde groeicijfers voor de periode 2010-2020 van ECN met grote onzekerheid omgeven omdat er op korte termijn nog te veel issues zijn rond financierbaarheid, maatschappelijke weerstand, vergunningtrajecten en praktische uitvoerbaarheid om de investeringen op korte termijn te effectueren.
- 2** Bij wind op zee is de voorspelbaarheid van de windintensiteit beter dan bij wind op land. Ook is de maatschappelijke weerstand (horizonvervuiling en lawaai-overlast) lager. Dit zien we terug in het feit dat wind op zee de laagste externe maatschappelijke kosten heeft van 0,1 eurocent per kWh tegenover 3 tot 4 eurocent voor kolen en 1 tot 2 eurocent voor gas. Maar het geringere aanbod van windturbines en grotere onzekerheid met betrekking tot investeringskosten (geen EPC-contracten tegen een vaste prijs alsmede hogere onderhoudskosten) maken de business case van wind op zee complexer dan van wind op land en conventionele energiebronnen.
- 3** De variatie van windsnelheden resulteert in sterke fluctuaties in de stroomlevering. Een sterke toename van het aandeel windenergie vereist op middellange termijn (2015-2020) dan ook investeringen in energiebuffers (in de vorm van conventionele energie) en het intelligenter maken van het netwerk (smart grid) zodat de variabiliteit van windenergie opgevangen kan worden.
- 4** De kostprijs van met name wind op zee is nog hoog waarmee de business cases en de groei de komende jaren afhankelijk blijven van subsidies. Een punt van zorg is dat de overheid tot nu toe niet in staat is gebleken om de onzekerheid bij betrokkenen in voldoende mate weg te nemen. Aan de andere kant kunnen fabrikanten, investeerders, exploitanten en financiers ook meer dan tot nu toe gebeurd is samenwerken om kansen en risico's op elkaar af te stemmen en te beheersen.
- 5** De kosten van wind op land zijn concurrerend met conventionele energiebronnen maar in een dichtbevolkt land als NL roept het nogal wat maatschappelijke weerstand op a.g.v. horizonvervuiling en geluidsoverlast. Hoewel er nog wel geschikte locaties op land zijn waarvoor deze argumenten slechts zeer beperkt opgaan, lijken deze issues de groeikansen op lange termijn (na 2020) wel te beperken.
- 6** Nederland heeft bedrijven die veel kennis hebben van offshore-activiteiten zoals offshore-fundering en installatie van turbines. Hiermee kan Nederland ook internationaal een toonaangevende rol vervullen.

Windenergie biedt Nederland goede kansen maar de huidige groeiscenario's van ECN zijn te optimistisch.

Energieopwekking

Zon fotovoltaïsch (1/2)



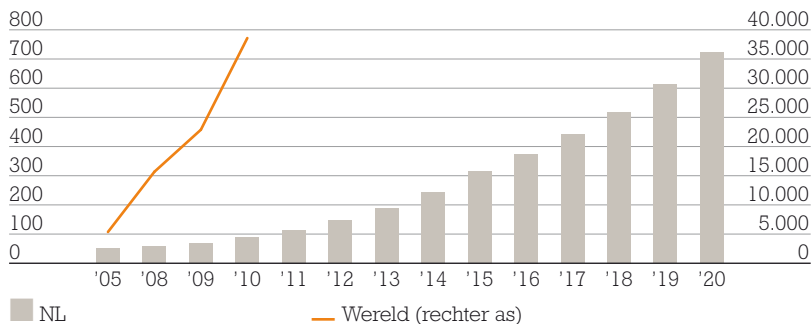
Zonne-energie is licht-energie.

- Zonne-energie betreft de omzetting van zonlicht in elektriciteit (zon fotovoltaïsch) of warmte (zon-thermisch).
- De term zonne-energie roept bij veel mensen de associatie op dat de zon ook echt moet schijnen (geen bewolking) om met behulp van een zonnecel energie op te wekken. Dit is niet juist en er zou in dit opzicht beter van licht-energie gesproken kunnen worden.
- In het geval van zon fotovoltaïsch kunnen de zonnecellen het zonlicht direct – dat wil zeggen zonder mechanische bewerking – omzetten in elektriciteit. Er zijn vele verschillende technologieën maar er zijn twee hoofdgroepen: waver based chrystalline silicon en dunne films. De eerste groep is in de markt de dominante hoofdgroep waarvan het materiaal bestaat uit siliconen (chrystalline of amorf). Hiermee zijn ze verwant aan transistoren en light-emitting diodes (LED's) en is de kostprijs ook afhankelijk van de grondstofprijzen van deze materialen.

Groei in NL is helft van groei op wereldschaal.

- Het elektrisch vermogen van zonnepanelen wordt uitgedrukt in kilowattpiek (kWp). Dit betekent dat een vermogen wordt geleverd van 1 kW per vierkante meter als er sprake is van een loodrechte zonne-inval. In andere gevallen wordt minder vermogen geleverd.
- De toepassing van zonne-elektriciteit groeit zeer hard in de wereld (circa 50% per jaar). Vooral China is hier als wereldleider verantwoordelijk voor maar ook landen als de VS en Spanje dragen veel bij vanwege de gunstige omstandigheden voor zonne-energie en grootschalige toepassing ervan via Concentrated Solar Power. In Nederland groeit de markt naar verwachting 23% per jaar.

Groei zon pv in NL en de wereld (MW)



Bron: ECN/EEA (2011), CBS (2010) en EPIA (2011)



Energieopwekking

Zon fotovoltaïsch (2/2): conclusies



Kostprijs nog niet concurrerend en blijft afhankelijk van subsidies.

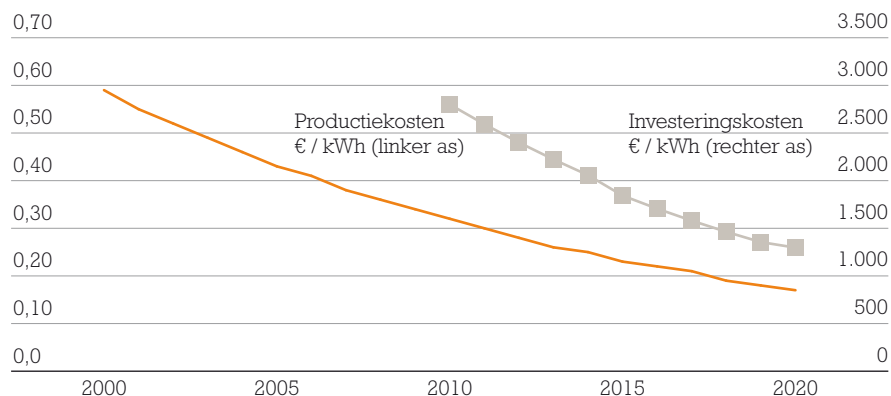
Zonne-energie geen negatieve issues op gebied van Corporate Responsibility.

- De integrale kostprijs van zonne-energie is met 43 eurocent per kWh voor grootschalige toepassingen en 32 eurocent voor kleinschalige toepassingen het hoogst van de onderzochte hernieuwbare energiebronnen. Door de hoge groei en technologische ontwikkeling op wereldschaal dalen de kosten wel snel (zonne-energie heeft de steilste leercurve). Echter, de geraamde kosten van 17 eurocent per kWh in 2020 zijn nog steeds niet concurrerend met conventionele energiebronnen. NB: kostprijs is een gemiddelde en sterk afhankelijk van toegepaste technologie.
- Groot voordeel van zonne-energie is de mogelijkheid van decentrale opwekking en de mogelijkheid om de technologie op kleine schaal toe te passen. Echter, door de hoge bevolkingsdichtheid van NL en het fijnmazige elektriciteitsnet is de vraag naar decentrale opwekking in NL minder groot.
- Door de afhankelijkheid van de zonne-intensiteit is er op macroniveau een energiebuffer nodig om een constante aanvoer te garanderen. Deze

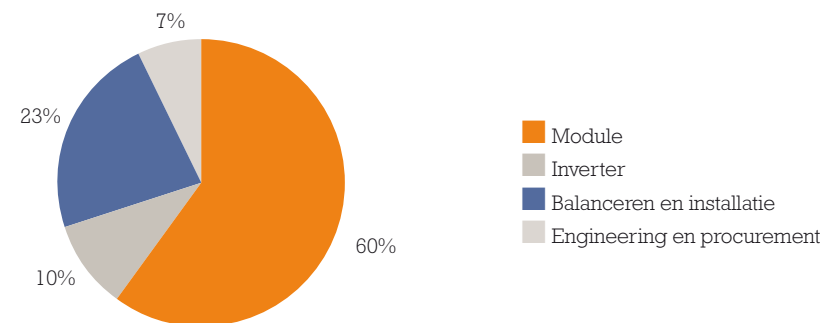
buffer is echter, door de betere voorspelbaarheid van zonne-intensiteit dan windsnelheden, kleiner dan bij windenergie.

- Maatschappelijk en politiek is het gebruik van zonne-energie weinig omstreden. Zo gaat de energie-opwekking niet gepaard met CO₂-uitstoot. Wel zijn er issues rond uitputbaarheid van grondstoffen, omgang met gevaarlijke stoffen en recycling van afval en gebruikte cellen. Tevens vraagt zonne-energie een ruimtebeslag van 2 tot 3 hectare per MWp. Het realistisch areaal voor zonnepanelen in NL wordt geschat op 600 km². Aangezien er geen geluidsissues zijn kan hiervan 400 km² op bestaande woningen en utiliteitsgebouwen geplaatst worden en 200 km² in infrastructuur.
- Internationaal bezien is de beschikbaarheid van kapitaal voor grootschalige systemen (zoals CSP) het grootste knelpunt.

Kostenontwikkeling zon pv systeem in NL



Kostenopbouw pv systeem in NL



Bron: EPIA (2011)

Energieopwekking

Zon thermisch (1/1)



Toepassing is sterk afhankelijk van warmtevraag...

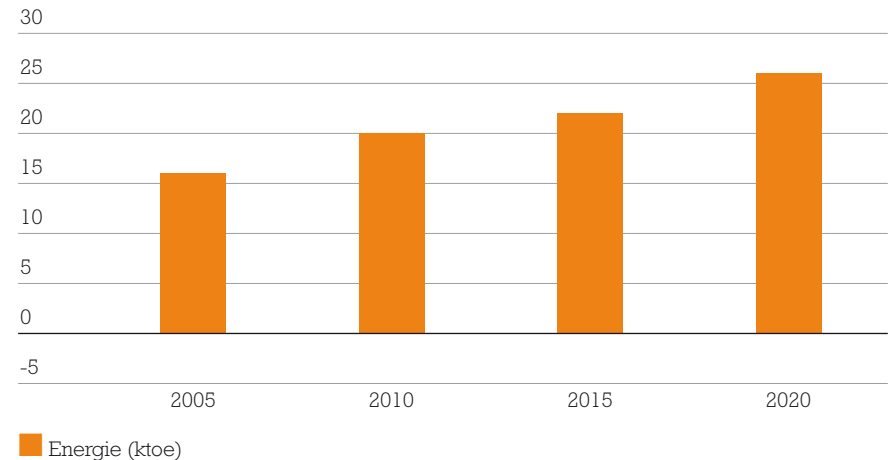
- Zon thermische collectoren produceren warmte uit direct of diffuus zonlicht door opwarming van een vloeistof die door collectoren wordt geleid.
- De warmtevraag is afhankelijk van de toepassing en de temperatuur. Verwarming van gebouwen vergt water van circa 45 °C (vloerverwarming) tot 90 °C (conventionele radiatoren) en heet kraanwater vraagt circa 60 °C. In industriële toepassingen varieert de hittevraag van 60 °C tot 400 °C. Conventionele zonnepanelen leveren warmte tot circa 80 °C en zijn daarmee zeer geschikt voor toepassingen in gebouwen en industriële processen met lage temperaturen zoals pasteurisatie, sterilisatie, bleken, koken en wassen. Concentrated Solar Power kan temperaturen van 400 °C leveren maar wordt wegens beperkingen in zonintensiteit niet toegepast in NL.
- De technologieën voor lage temperaturen (tot 250 °C) zijn volwassen. De technologie voor hogere temperaturen en voor zonthermische dakpanelen is nog in ontwikkeling.
- Toepasbaarheid in de winter is zeer beperkt in NL. Omzetting van zonne-energie in koelingenergie staat qua technologie en kosten nog in de kinderschoenen.
- In de periode 2010-2020 verwacht ECN/EEA slechts beperkte groei van 1,4% per jaar waarmee zonnewarmte tot een van de laagst groeiende hernieuwbare energiebronnen behoort.
- De investeringskosten bedragen circa € 2800 tot € 2900 voor een 'vlakkeplaatcollector' van 2,5 m² met een opslagvat van 100 liter. Een zogeheten combisysteem kan een opslagvat hebben van 3.000 liter.

...en toepasbaarheid in winter is beperkt...

...evenals groeiperspectieven in NL.

- Het terugverdientpotentieel wordt steeds groter. Thans bedraagt die circa 7 jaar (bron Holland Solar). Door de snelle technologische ontwikkelingen is het kostenreductiepotentieel groot waardoor de terugverdientijd zal afnemen.
- Het opgesteld collector oppervlak bedraagt in NL eind 2009 ruim 750.000 m². Per jaar wordt er circa 40.000 tot 75.000 m² bijgeplaatst waarmee NL tot de kleinste markten van Europa behoort.

Groeiscenario zon thermisch in NL



Ramingen ING o.b.v. ECN & EEA (2011)

Energieopwekking

Zonne-energie: conclusies



- 1 Het potentieel van zonne-energie is enorm. Het is een zeer aansprekende en logische hernieuwbare energiebron.
- 2 De kostprijs is niet concurrerend maar daalt de komende jaren relatief wel snel gezien de hoge leereffecten en de bijdrage van China aan de productie van goedkope zonnepanelen. Desalniettemin blijft zonne-energie de komende jaren sterk afhankelijk van subsidies. De verandering van het subsidiebeleid waarin kosteneffectieve technologieën voorrang krijgen boven vooralsnog duurdere technologieën werkt in het nadeel van zonne-energie.
- 3 Zonne-energie biedt een goede oplossing voor de toekomstbestendige mondiale trend van decentrale energieopwekking. Maar de uitstekende energie-infrastructuur in het dichtbevolkte NL maakt dat de behoefte aan decentrale opwekking veel lager is dan in andere landen.
- 4 NL kent enkele succesvolle en toonaangevende bedrijven op het gebied van zonne-energie vooral op het gebied van fabricage van machines voor de productie van zonnecellen alsmede de fabricage en assemblage van zonnepanelen. De samenwerking met universiteiten levert een positieve spin off.
- 5 Ondanks de hoge groei maakt zonne-energie naar verwachting slechts 1% van de hernieuwbare energiemix in 2020 uit. Gezien de beperkte binnenlandse vraag en zonne-intensiteit in NL, alsmede de goedkope zonnecellen en -panelen uit Azië is het de vraag of NL zijn positie in de mondiale productieketen kan vasthouden. Concentrated Solar Power zal tot 2020 niet geschikt zijn voor de Nederlandse markt.
- 6 Corporate Responsibility issues betreffen de uitputting van vitale grondstoffen voor zonnecellen, gezondheid- en milieurisico's t.a.v. gevaarlijke stoffen tijdens de productie van zonnecellen en het vrijkomen van schadelijke gassen bij de verbranding van zonnepanelen. Fabrikanten zijn momenteel goed bezig om afval in het productieproces en als gevolg van gebruikte zonnepanelen te beperken en te recyclen (cradle to cradle principe).

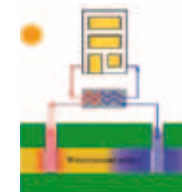
**Zonne-energie voor de opwekking van elektriciteit is in NL kansrijker dan zonne-energie voor de opwekking van warmte.
De omvang van de markt blijft tot 2020 relatief beperkt.**

4 Energieopslag

- 1 Inleiding 12
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16
- 3 Energieopwekking 26
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 **Energieopslag 37**
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51
- 8 Bijlagen 57

Energieopslag

Warmtekoudeopslag (WKO)



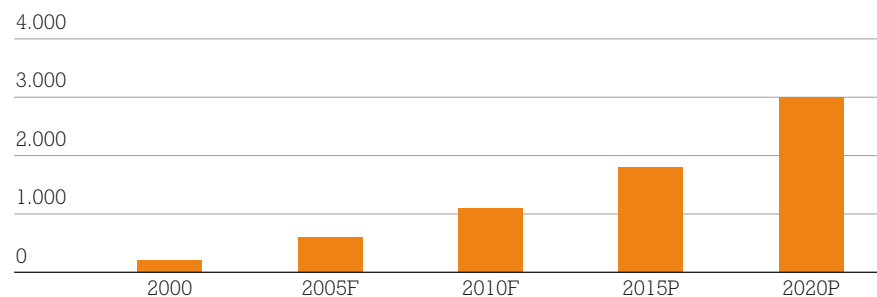
- Warmtekoudeopslag is een systeem waarbij doorgaans op 30 tot 150 meter diepte in de grond water in een poreuze zandlaag wordt opgeslagen. In de zomer wordt het koude water uit de bodem getrokken om te koelen, tegelijkertijd wordt het warme retourwater in een tweede bron onder de grond opgeslagen. In de winter gebeurt het omgekeerde: warm water wordt opgepompt (en doorgaans bijverwarmd door een warmtepomp) en het koude retourwater wordt opgeslagen in de koudebron.
- Er wordt onderscheid gemaakt in open systemen (grondwatersystemen) en gesloten systemen (bodemwarmtewisselaar). Vanaf bronnen dieper dan 500 meter is sprake van diepe geothermie.
- Nederland is qua kennis en toepassing een van de voorlopers in de wereld op het gebied van WKO met circa 1.200 systemen per begin 2011 met een gezamenlijke nieuwwaarde van circa € 300 mln. De markt groeit in aantallen circa 11% per jaar en volgens marktkenner is er in NL nog ruimte voor 10.000 systemen. De lokale bodemgeschiktheid en vergunningsprocedures (bouw- en waterwet) kunnen belemmerend zijn voor groei. De technologie is redelijk volwassen.
- Bekend voorbeeld in de utiliteitsbouw is het Kraanspoorgebouw in Amsterdam-Noord en project Hoog Dalem in Gorinchem in de woningbouw dat met 1.400 woningen het grootste WKO project in NL is.
- De ondergrens voor een bronsysteem is circa 5 m³. Hiermee kan circa 50 kW koelvermogen worden geleverd. Dit kan worden gecombineerd met een elektrisch aangedreven warmtepomp van nogmaals 50 kW verwarmingsvermogen. Dit correspondeert met een goed geïsoleerd kantoor van 1.000 m².
- WKO kan tot een CO₂-reductie in woningen leiden van 25 tot 30% en 40% in utiliteitsgebouwen. Toepassing van WKO met aanvullende koeling bijvoorbeeld via koelplafonds verbetert het rendement.

- De upfront investeringskosten voor een systeem van 10.000m² (60.000m²) bedragen circa € 500.000 tot € 600.000 (€ 2.000.000). De jaarlijkse kosten voor onderhoud en reparatie bedragen circa 2% voor de grote en circa 5% voor de kleine systemen. De economische levensduur bedraagt 20 tot 30 jaar, de terugverdientijd 3 tot 8 jaar.

NL loopt qua kennis en toepassing van WKO voorop...

...en er is nog ruimte voor verdere groei van 10.000 systemen.

Groei aantal WKO-installaties



F= schatting IF Technology

P = prognose Economisch Bureau ING

Bron: IF Technology en ING Economisch Bureau

Energieopslag

Accu's



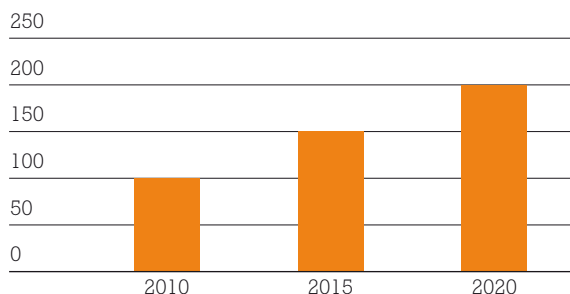
Accu heeft als energieopslag grote mogelijkheden...

- Een accu is een medium voor de opslag van energie. Naar verwachting zal energie-opslag ('storage') een steeds belangrijkere rol gaan spelen in de aansluiting van de energievraag op het aanbod.
- Volgens sommige experts komt de toekomstige concurrentie van traditionele brandstoffen niet van kolen-, gas- of kerncentrales en ook niet van de duurzame sector in de vorm van biobrandstoffen maar van de accu. "Als elektriciteitsopslag in elektrische voertuigen echt lukt dan zijn brandstoffen verloren."
- De Lithium-Ion accu is voor elektrische personenauto's naar verwachting in de komende jaren de dominante accutechnologie vanwege de energiedichtheid en gewichtseigenschappen. Voor andere transportmodaliteiten zoals vrachtauto's en bussen kunnen ook accu's met andere chemische samenstellingen in betekenisvolle, maar minder grote aantallen op de markt worden gebracht.

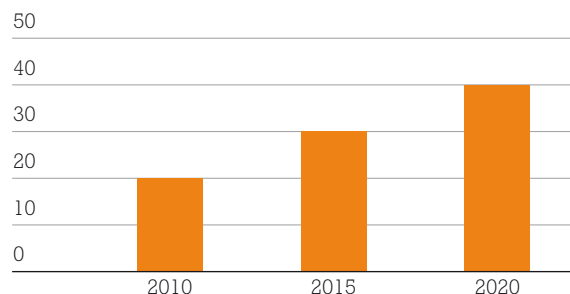
- Maatschappelijk en politiek staat de accu in de belangstelling. Corporate Responsibility issues bevatten de omgang met gevaarlijke stoffen in het productieproces en de recycling van afval en gebruikte accu's.
- Via 'intelligent charging' vindt communicatie met het netwerk plaats en kan de laadtijd afgestemd worden op de dalmomenten in het netwerk en is er de mogelijkheid tot teruglevering.
- De technologie is nog niet volwassen en moet zich nog bewijzen t.a.v. type technologie, veiligheid, infrastructuur, gebruikszekerheid en -gemak.

...maar technologie is nog volop in ontwikkeling.

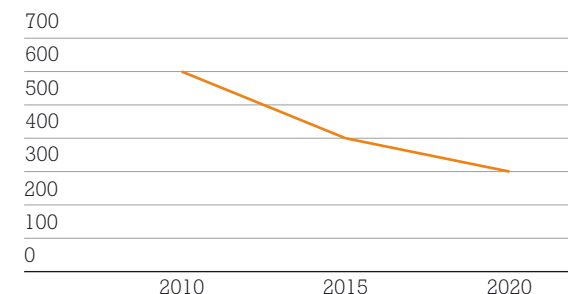
Toenemende energiedichtheid (Wattuur per kg)...



...gekoppeld aan een hogere accucapaciteit (kiloWattuur)...



...leidt tot lagere kostprijs (€ per kWh)



Bron: ING (2010)

Energieopslag

Conclusies



- 1** Veel hernieuwbare energiebronnen hebben een variabel karakter. Opslag kan een belangrijke rol spelen bij de opslag van energie om tot een meer continue levering te komen.
- 2** WKO heeft zeer goede toekomstperspectieven. Een investering verdient zichzelf economisch gezien ruim terug, de markt groeit naar verwachting qua aantal installaties tot 2020 met 11% per jaar. In Nederland is veel kennis van WKO voorhanden en maatschappelijke issues zijn er nauwelijks. De toepasbaarheid is wel afhankelijk van de bodemgeschiktheid en van de vergunningsprocedures.
- 3** Het huidige systeem van objectgerichte vergunningverlening leidt tot een onderbenutting van het potentieel van WKO. Technisch dienen systemen op bepaalde afstand van elkaar geplaatst te worden. Dit kan ertoe leiden dat het ene gebouw niet met WKO uitgevoerd kan worden als het aanpalende gebouw al een WKO-installatie heeft. Vooral in hoogstedelijke gebieden leidt dit tot onderbenutting. Vergunningen en investeringen in WKO dienen dan op gebiedsniveau afgestemd en afgegeven te worden.
- 4** Accu's hebben een onvoorstelbaar groot groeipotentieel voor de komende decennia. De ontwikkeling wordt vaak gerelateerd aan de toepassing in elektrische voertuigen. Alleen al in NL groeit deze markt van 50 voertuigen in 2010 naar een verwachte 140.000 in 2020; een groei van gemiddeld 120% per jaar! Accu's zouden dan ook meer expliciet in het Europese en Nederlandse milieubeleid aan de orde moeten komen.
- 5** Sociaal-ethisch en ecologisch zijn er weinig issues m.b.t. accu's. Zeker als de sector duurzaam inspeelt op issues rond afvalverwerking en recycling.
- 6** Ondanks de nog hoge impact van accu's op de Total Cost of Ownership van elektrische voertuigen en de onzekerheid omtrent de technische en economische eigenschappen na een bepaalde gebruiksduur van de accu, is de verwachting dat de kosten snel afnemen als gevolg van technologische ontwikkelingen, leereffecten en de snelle marktgroei wat het terugverdienenpotentieel van innovaties vergroot.

**WKO en accu's zijn de technologieën van de toekomst en zullen een hoge groei doormaken.
De technologie van WKO is hierbij meer volwassen dan die van accu's waar nog veel
onduidelijkheid bestaat over welke technologieën de standaard gaan vormen.**

5 Energiebesparing

- 1 **Inleiding** 12
- 2 **Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen** 16
- 3 **Energieopwekking** 26
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 **Energieopslag** 37
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 **Energiebesparing** 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 **Toepassingen** 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 **Financiering van groene assets** 51
- 8 **Bijlagen** 57

Energiebesparing

Warmtekrachtkoppeling (WKK)

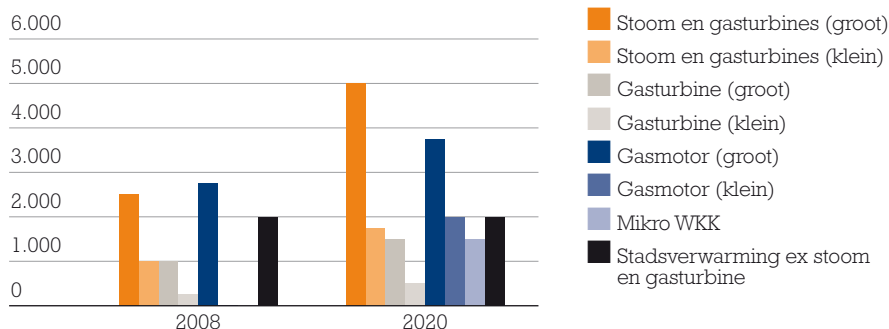


WKK heeft zeer hoog energierendement...

...en draagt daarmee sterk bij aan realisatie van doelstelling overheid.

- WKK-installaties zijn elektriciteitsproductie-installaties die de warmte, die ontstaat bij de opwekking van elektriciteit (kracht), voor nuttig gebruik kunnen afleveren. In het proces wordt dus zowel de elektriciteit als de warmte op een nuttige manier aangewend wat de energie-efficiëntie vergroot (gemiddeld tot 75 a 80% maar de modernste installaties weten meer dan 90% van de brandstof in nuttige energie om te zetten). Afgezien van hydrokracht- en golfenergie-installaties heeft WKK hiermee het hoogste energierendement. Bij kleinschalige toepassing in huishoudens wordt gesproken van micro-WKK.
- Een grote WKK-installatie bestaat doorgaans uit een gasturbine, een wisselstroomgenerator en een stoomketel. Biomassa of aardgas wordt verbrand in de gasturbine. De gassen drijven de schoepen van de turbine aan die verbonden is met de wisselstroomgenerator die elektriciteit opwekt. De uitlaatgassen hebben een hoge temperatuur en worden gebruikt voor de warmtevraag.
- Op dit moment is er ongeveer 10.000 MW vermogen opgesteld. Hiermee wordt 100 PJ aan energie en 10 Mton aan CO₂ per jaar bespaard. Als er de komende 10 jaar 4.000-5.000 MW WKK-vermogen wordt geïnstalleerd bovenop de huidige circa 10.000 MW (stand 2008) wordt de overheidsdoelstelling gehaald om in 2020 50-84 PJ extra energiebesparing te realiseren d.m.v. WKK.
- Er ligt nog een groot potentieel tot uitbreiding van WKK in de energie-intensieve raffinage, chemie, voedselindustrie, glastuinbouw en gebouwde omgeving (zowel in de utiliteitsbouw als woningbouw via micro-WKK). Echter, bij de toepassing van micro-WKK in woningen is het moeilijk om het micro-WKK systeem continu op de specifieke energiebehoefte af te stemmen als gevolg van seizoensschommelingen.

Groeiscenario WKK in NL (aantallen)



Bron: Cogen (2010)

Technische en economische kengetallen gasturbines, 2006

Gasturbines en microturbines	groot	klein
Grootte (kW)	1000-5000	30-250
Economische levensduur (jaren)	15-20	10-20
Elektrische efficiëntie	40-50%	25-30%
Totale efficiëntie	70-80%	65-70%
Installatiekosten (euro/kWe)	900-1700	1700-2300
Vaste operationele en onderhoudskosten (euro/kWe/jaar)	8-35	15-55
Variabele operationele en onderhoudskosten (euro/kWh)	0,003-0,004	0,009-0,014

Bron: OECD & IEA, 2010

O.b.v. gemiddelde koersverhouding 2006: 1\$=080 euro

Energiebesparing

Conclusies



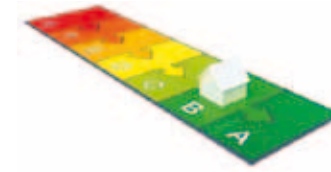
- 1 Energiebesparing is het uitvoeren van dezelfde activiteiten of vervulling van functies met een lager energieverbruik.
- 2 Bij de EU-doelstellingen ligt de nadruk op de productie van duurzame energie. De vraag is of dit wel zo doelmatig is. Energiebesparing is voor het terugdringen van CO₂-emissies net zo effectief en kan vaak tegen lagere kosten gerealiseerd worden.
- 3 Aangezien 75% van de energie wordt gebruikt voor verwarmingsdoeleinden (55%) en elektriciteit (20%) is WKK is een belangrijke energiebesparende technologie. Omdat het zowel op warmte als elektriciteit aangrijpt heeft het een zeer hoog energierendement.
- 4 WKK wordt al veelvuldig en op grote schaal toegepast in de industrie. De grootste stappen zijn te maken in de gebouwde omgeving waar de marginale opbrengsten het grootst zijn. Voor de toepassing op kleine schaal is micro-WKK een veelbelovende techniek, mede ook omdat niet alle bestaande woningen in goede mate geïsoleerd kunnen worden.
- 5 Micro-wkk, ook wel de HRe-ketel genoemd, is een cv-ketel die behalve warmte ook elektriciteit produceert. Naast het economische voordeel voor de consument van lagere energiekosten, is micro-wkk ook goed voor het milieu door een lager energiegebruik en een lagere CO₂-emissie.
- 6 De economische randvoorwaarden en daarmee samenhangende terugverdientijd zijn bepalende factoren voor de marktontwikkeling van micro-wkk. Daarnaast zullen zaken als het opleiden van installateurs, het opstarten van grootschalige productie van micro-wkk's en acceptatie van marktpartijen een belangrijke rol spelen in de snelheid waarmee micro-wkk zal doorbreken op de Nederlandse markt. De eerste jaren is er nog ondersteuning vanuit de overheid noodzakelijk om de marktomvang tot ongeveer 75.000 stuks op jaarbasis te laten groeien. Vanaf dat punt moet de micro-wkk kunnen concurreren met de zeer competitieve markt van de HR-ketel.

De huidige focus in beleid ligt op de productie van hernieuwbare energie. Naar verwachting zullen technologieën voor energiebesparing ook steeds meer aandacht krijgen. Via deze weg kan de energietransitie namelijk tegen lagere kosten gerealiseerd worden. WKK is al gemeengoed in de industrie. De utiliteitsbouw is in opkomst en in de woningbouw is nog een wereld te winnen.

6 Toepassingen

- 1 **Inleiding 12**
- 2 **Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16**
- 3 **Energieopwekking 26**
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 **Energieopslag 37**
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 **Energiebesparing 41**
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 **Toepassingen 44**
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 **Financiering van groene assets 51**
- 8 **Bijlagen 57**

Toepassingen in de gebouwde omgeving (1/3)



Vastgoed kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de Europese doelstellingen...

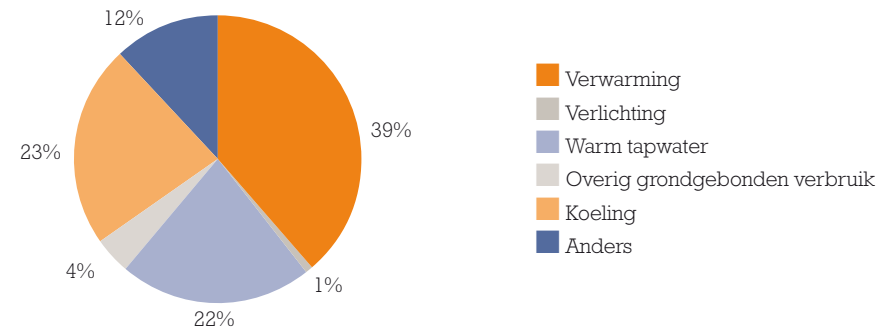
...maar dit vergt omvangrijke investeringen in met name de bestaande voorraad...

...en samenwerking in de keten.

- De impact van energiezuinige gebouwen op de totale CO₂-uitstoot is in potentie zeer groot omdat in NL meer dan 30% van de CO₂-uitstoot afkomstig is van gebouwen. Maar liefst 62% van het energieverbruik in (kantoor)gebouwen heeft betrekking op verwarming en koeling. Duurzame energietechnieken die hierop aansluiten zoals WKO, WKK en zon thermisch bieden wat dat betreft goede perspectieven.
- Ecofys verwacht dat van de € 70 - € 100 mld aan investeringen die nodig zijn om aan de Europese doelstellingen te voldoen € 25 - € 45 mld betrekking heeft op vastgoed.
- 80% van deze investeringen heeft betrekking op de bestaande voorraad. Vanuit macroperspectief zijn deze investeringen om drie redenen noodzakelijk. Ten eerste wordt per jaar 1 tot 2% via nieuwbouw aan de voorraad toegevoegd en dit is te gering om de ambitieuze doelstellingen te halen. Ten tweede staat een groot deel van de bestaande voorraad leeg (met name in de kantorenmarkt) die alleen verhuurbaar wordt als flink wordt geïnvesteerd. Door focus op renovatie wordt leegstand niet verder in de hand gewekt. Tot slot gaat bestaand vastgoed nog decennia mee waardoor de besparing groot is.

- Partijen in de vastgoedketen hebben elkaar jarenlang in de greep gehouden bij de toepassing van groene assets ('circle of blame' van de jaren '90).
 - 1) Gebruikers willen graag een duurzaam gebouw maar klagen dat ze er niet zijn.
 - 2) Bouwers kunnen duurzame gebouwen technisch realiseren maar klagen dat ze geen opdrachten krijgen van ontwikkelaars.
 - 3) Ontwikkelaars kunnen en willen duurzame gebouwen ontwikkelen maar klagen dat beleggers er niet (extra) voor willen betalen.
 - 4) Beleggers willen in duurzame gebouwen beleggen maar klagen dat dit onvoldoende rendeert door een gebrek aan koopkrachtige vraag bij gebruikers/huurders.

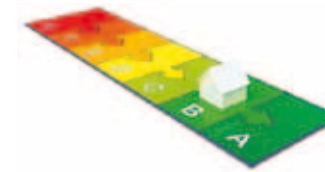
Energieverbruik in Nederlandse kantoren



Bron: IVBN (2010)

Toepassingen in de gebouwde omgeving (2/3)

Gebruik van groene assets is mainstream geworden



Circle of blame is doorbroken en de toepassing groene assets is mainstream geworden...

- Onder invloed van (1) regelgeving, (2) een grotere aandacht voor energiezuinigheid en duurzaamheid, (3) subsidies en (4) een vastgoedinvesteringshausse in de periode 2004-2008 hebben veel partijen in de vastgoedketen samengewerkt en groene assets in gebouwen toegepast. Inmiddels is de 'circle of blame' grotendeels doorbroken en zijn groene assets 'mainstream' geworden, vooral in de nieuwbouw op kwalitatief goede locaties en bij grootschalige renovaties van bestaand vastgoed.

- **Praktijkvoorbeeld: 'De Groene Toren' in Den Haag (financieel voordeel voor eigenaar en huurder)**

Een financier/vastgoedeigenaar kan baat hebben bij genoemde verduurzaming door waardevermeerdering. Een voorbeeld is 'De Groene Toren' in Den Haag. De eigenaar heeft het pand gerenoveerd van een G label naar een A label. Dat betekent dat na renovatie de totale CO₂ reductie ten opzichte van de huidige situatie 88% zal zijn volgens de EPA-U systematiek. De uitstoot van CO₂ van het kantoorgebouw wordt verlaagd tot minder dan 10kg/m². De Groene Toren wordt daarmee een energieneutraal kantoor, omdat het minimaal zoveel energie opwekt als het gebruikt. Alle benodigde energie wordt lokaal en duurzaam opgewekt. Voor de huurder (TNT Post) was het aantrekkelijk vanwege de vermindering van de huur- en energiekosten ("Total Cost of Ownership") over de huurverlengingsperiode van 10 jaar.

- **Praktijkvoorbeeld: 'De Tempel' in Den Haag (toepassing van een WKO- en warmtepompinstallatie leidt tot forse waardestijging van het vastgoed)**

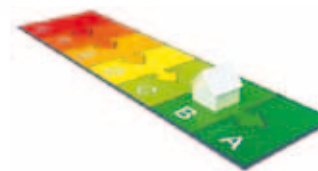
Mede door middel van een WKO- en warmtepompinstallatie is 'De Tempel' in 2010 schijnbaar het eerste Rijksmonument van Nederland geworden met een energielabel A. De aanvankelijke wens en het ambitieniveau van de huurder (Gemeente Den Haag) in 2005 was een energielabel C. Zomers wordt het warmteoverschot opgeslagen, 's winters wordt het gebouw warm gehouden met de opgevangen warmte. De ondergronds stromende Haagsche Beek is de bron hiervoor. In combinatie met een gevel- en vloerverwarmingnet geeft dit de bijzondere omstandigheid dat de binnenschil van het gebouw 365 dagen per jaar circa 18 graden is. Er wordt gebruik gemaakt van een warmtepomp/warmtewisselaar die water van 14 graden oppompt en uitwisselt. In de zomer wordt dit direct ingezet ter afkoeling van het gebouw. In de winter wordt het water met een warmtepomp opgewarmd tot circa 23 graden. Dit minimale temperatuurverschil is mede bepalend voor de grote energiebesparing. Al met al wordt ten opzichte van de Ausgangssituation in 2005 65 tot 70% op de energiekosten bespaard. Door de kwaliteitsslag bedraagt volgens vastgoedontwikkelaar 'Local' de waardestijging van het vastgoed meer dan 20%. De Gemeente was bereid om tegen een geringe stijging van huisvestingslasten meer kantoorruimte kwaliteit te krijgen.

...wat leidt tot tal van innovatieve voorbeeldprojecten.



Toepassingen in de gebouwde omgeving (3/3)

Conclusies



1 Groene assets zijn inmiddels mainstream geworden en dit zal ook zo blijven door de maatschappelijke belangstelling, stijgende energieprijzen, schaarste aan materialen en grondstoffen en de toenemende vraag bij opdrachtgevers.

2 Het beleid van de Rijksoverheid om alleen nog maar gebouwen te kopen of te huren met een energielabel C of hoger (A of B) heeft de potentie om een revolutie op de vastgoedmarkt teweeg te brengen die vergelijkbaar is met de markt voor leaseauto's. In een tijdsbestek van amper drie jaar is deze markt enorm verduurzaamd doordat medewerkers alleen nog auto's met label C of hoger mochten leasen. Als institutionele beleggers het overheidsbeleid volgen, kan dit een aardverschuiving op de vastgoedmarkt teweeg brengen. Van de kantorenvoorraad met een energielabel, heeft 30% van de objecten een label C of lager. De werkelijkheid ziet er nog slechter uit aangezien een eigenaar van een kwalitatief hoogwaardig pand eerder geneigd is het pand te laten labelen. Volgens experts heeft meer dan 75% van de kantoorgebouwen in NL een energielabel van D of lager.

3 Toepassing van groene assets wordt financieel een stuk aantrekkelijker nu vastgoedeigenaren steeds vaker zelf verantwoordelijk worden voor het energieverbruik en de CO₂-uitstoot. In de VS zijn energielasten al langer standaard inbegrepen in de huurprijs en deze trend krijgt ook vorm in NL. Nieuwe manieren van aanbesteden en innovatieve contractvormen in de nieuwbouw waarbij de aannemer ook verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud stimuleert ook de toepassing van groene assets.

4 De energiezuinigheid van groene assets in gebouwen wordt nog eens extra vergroot door de toepassing binnen een intelligent netwerk in zogenaamde 'smart buildings'. Investerings in groene assets gaan steeds vaker gepaard met investeringen in ICT-toepassingen en slimme energiedistributienetwerken ('smart grids').

5 Energie- en CO₂-prestaties van gebouwen worden – naast de traditionele factoren als kwaliteit van de locatie en huurder(s) – steeds meer bepalend voor de courantheid en daarmee de marktwaarde van het vastgoed. Onderzoek toont aan dat de huren van groene gebouwen in NL minstens 5,8% hoger liggen, de leegstand minstens 2,7% lager ligt en de verkoopwaarde maar liefst 16,5% hoger is ten opzichte van gebouwen zonder groene assets (Brounen, 2010). Groene assets zijn hiermee geëvolueerd van een ideologisch statement naar een vorm van weloverwogen eigen belang.

Groene assets voor de gebouwde omgeving zoals WKK, micro-WKK, WKO-installaties, warmtepompen, zonnepanelen en in iets mindere mate zonnethermisch zijn zeer kansrijk tot 2020. Wie nu niet investeert in duurzaamheid heeft straks een serieus probleem.

Toepassingen

Automotive (1/3)



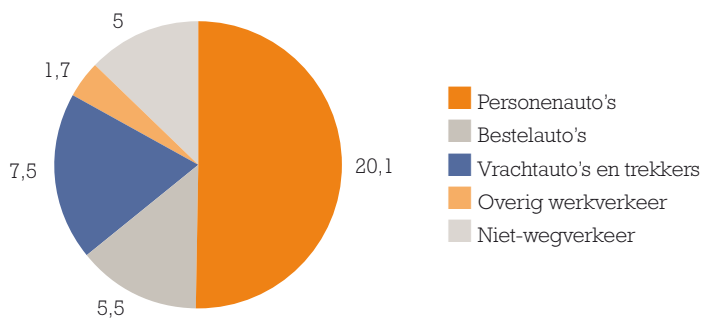
Korte beschrijving.

- Automotive bestaat hoofdzakelijk uit de categorieën personenauto's, bestelauto's, vrachtauto's en bussen. Gemeten in aantallen, economische omvang, energieverbruik en CO₂-impact is dit (ook) in Nederland de bulk van de categorie verkeer en vervoer.

CO₂-beleid en -impact.

- Automotive stoot 87% ofwel 35,4 Mton van de totale 40 Mton aan CO₂-emissies van verkeer en vervoer uit in 2008.
- Om zeer ongewenste effecten van klimaatverandering te voorkomen moet de CO₂-uitstoot van Automotive in de EU met liefst 95% afnemen in de periode 1990-2050. O.a. in Nederland is hier nog niets van terecht gekomen: de CO₂-uitstoot steeg met meer dan 30% in de periode 1990 tot 2008.
- Door het deel van het Schoon en Zuinig-beleid dat voor okt. 2009 werd vastgesteld, wordt vermindering voorzien tot aan 2020 (niet 35,4 maar 31,9 Mton) en daarna stabilisatie op circa 32 Mton CO₂-emissies in de periode 2020-2030. Als het parlement daarnaast ook nog akkoord gaat met extra vastgestelde en voorgenomen S&Z-beleidsmaatregelen, dan kan er nog eens 3,6 Mton van af tot 28,3 Mton in 2020.
- CO₂-uitstootvermindering kan door middel van elektrische aandrijving, efficiëntieverbeteringen (zuinig) en biobrandstoffen.

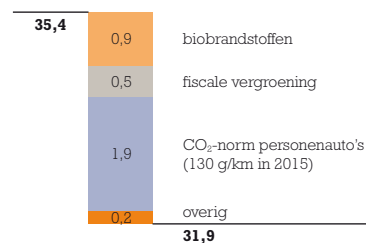
CO₂-emissies in Megaton = miljard kilogram (2008)



NB: overig wegverkeer = bussen, speciale voertuigen, motor- en bromfietsen

Bron: ECN & PBL (2010)

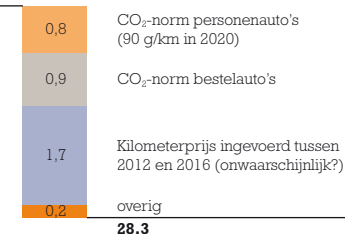
Effect van vastgesteld en voorgenomen beleid op CO₂-uitstoot Automotive (Mton, 2008-2020)



Effecten van vastgesteld beleid t/m okt. 2009 = 3,5 Mton CO₂-reductie in de periode 2008-2020

Bron: ECN & PBL (2010), bewerkt ING

Effecten van voorgenomen beleid = een extra 3,6 ton CO₂-reductie in 2008-2020



28,3

Toepassingen

Automotive (2/3)



Onzekerheden t.a.v. Nederlandse CO₂-reductie- maatregelen.

- Brandstofverbruik en daaraan gerelateerde CO₂-uitstoot van personenauto's kan in de praktijk met name bij zuinige auto's tot 40% hoger liggen dan in de Europese typegoedkeuringstest voor nieuwe auto's. Dit kan per 2020 tot een tegenvaller leiden van 0,4 tot 1,0 Mton CO₂, zowel ten opzichte van vastgesteld als voorgenomen beleid.
- Invoering van de kilometerprijs ergens tussen 2012 en 2016 is (hoogst) onwaarschijnlijk. Een waarschijnlijke tegenvaller van 1,7 Mton per 2020 ten opzichte van het voorgenomen beleid (extra maatregelen).
- Recente inzichten van ECN/TNO gaan uit van een efficiëntieslag voor vrachtauto's van slechts 4% in de periode 2011-2020 en niet de 7,5% waar in de effecten van beleid mee is gewerkt. Minder brandstofverbruik per eenheid motorvermogen wordt deels gecompenseerd door een toename van het motorvermogen. De tegenvaller kan hierdoor 0,2 Mton bedragen per 2020, zowel ten opzichte van vastgesteld als voorgenomen beleid.
- Al met al kunnen door bovenstaande onzekerheden de tegenvallers gezamenlijk maximaal 2,9 Mton t.o.v. voorgenomen beleid bedragen (31,2 Mton in 2020) en gezamenlijk maximaal 1,2 Mton zijn t.o.v. vastgesteld beleid (33,1 Mton in 2020). Dit zijn nog altijd betere uitkomsten dan wanneer er geen Schoon en Zuinig-beleid zou worden gevoerd (35,4 Mton in 2020).

Regelgeving als krachtige CO₂- reductiebooster.

- De groei van zuinige auto's wordt in de hand gewerkt door een drietal zaken: 1) Ook het Nederlandse autobelastingregime zoekt aansluiting bij Europees beleid en regelgeving. 2) Tussen 2012-2015 moet het aandeel nieuwe auto's met een uitstoot van maximaal 120 gram CO₂ per kilometer toenemen van 65% naar 100%. Autofabrikanten die hier niet aan voldoen, worden hier voor tientallen euro's per auto per gram teveel voor beboet. 3) Gevolg: steeds meer auto's komen beschikbaar die onder de genoemde grenzen blijven. Die vinden gretig aftrek, maar 25% voor Europa (EU-27) (2009) blijft nog sterk achter bij de doelstelling van 65% voor 2012. Of dat niveau in 2012 gehaald wordt, is zeer de vraag. Wel is gebleken dat door regelgeving snel vooruitgang kan worden geboekt.

Visie op CO₂- reductie bij automotive*.

- Elektrificatie is voor de komende 20 tot 40 jaar de meest kansrijke weg om CO₂-doelstellingen te bereiken. Tot aan 2020 zal het aandeel elektrisch aangedreven personenauto's in het personenwagenpark volgens ING-ramingen nog geen 2% zijn. Het aandeel in de verkopen krijgt dan al wel momentum: 7% en stijgend.
- Efficiëntie maatregelen kunnen o.a. betrekking hebben op de motor, gebruik van lichter materiaal en nog betere aerodynamica. Efficiëntieverbeteringen en de switch naar biofuels helpen flink, maar alleen zullen zij niet voldoende zijn om de CO₂-reductiedoelen te realiseren.

* NB: Dit is te onderbouwen door beschikbare ramingen van het IEA (2010) en ING-publicaties.

Toepassingen

Automotive (3/3): conclusies



- 1 Nederland is er in de periode 1990-2008 nog niet in geslaagd de absolute stijging van de CO₂-emissie te keren.
- 2 CO₂-uitstootvermindering kan worden gerealiseerd door middel van elektrische aandrijving, efficiëntieverbeteringen en biobrandstoffen.
- 3 Ondanks onzekerheden in beleid en omgevingsfactoren tot aan 2020 zorgt het eind 2007 ingezette Schoon & Zuinig-beleid in Nederland voor een ommekeer in CO₂-uitstoot. Een sterke impuls gaat daarbij uit van Europese regelgeving (CO₂-normering).
- 4 Elektrificatie is voor de komende 20 tot 40 jaar de meest kansrijke weg voor de automotive en transport sector om de CO₂-doelstellingen te bereiken. Tot aan 2020 zal het aandeel elektrisch aangedreven personenauto's in het personenwagenpark volgens ING-ramingen echter nog geen 2% zijn. Het aandeel in de verkopen krijgt dan al wel momentum: 7% en stijgend. Efficiëntie maatregelen en de switch naar biobrandstoffen helpen flink, maar alleen zullen zij niet voldoende zijn om de CO₂-reductiedoelen te realiseren.

**Europese regels dragen er in belangrijke mate aan bij dat de CO₂-uitstoot van de automotive sector vermindert.
Ze vormen bovendien een aanknopingspunt voor CO₂-beleid van zakelijke autokopers (bedrijfsleven).
Elektrificatie lijkt de belangrijkste trend voor de lange termijn.**

7 Financiering van groene assets

- 1 Inleiding 12
- 2 Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen 16
- 3 Energieopwekking 26
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 Energieopslag 37
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 Energiebesparing 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 Toepassingen 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 Financiering van groene assets 51**
- 8 Bijlagen 57

De energietransitie vraagt naast technische ook financiële innovatie om het investeringsgat te financieren

Benodigde investeringen van € 10 mld per jaar komen bovenop huidige investeringen in conventionele energie.

Het huidige investeringsniveau bedraagt € 2 mld per jaar waardoor het financieringsgat circa € 8 mld bedraagt.

Financiering van dit gat vraagt ook om financiële innovatie.

- In het hoofdstuk Vraag & Aanbod is uiteengezet dat de transitie van grijze naar groene energieopwekking een investering vergt van circa € 100 mld in de periode 2010-2020. Het zwaartepunt van deze investeringen ligt in de periode 2015-2020 maar gemiddeld is dus circa € 10 mld per jaar nodig om de energietransitie te realiseren.
- Deze € 10 mld komt bovenop de reguliere kapitaalvraag van het Nederlandse bedrijfsleven. Tegenover de stijgende investeringsbehoefte om de energietransitie te financieren staat namelijk geen gelijksoortige afname van de investeringen in conventionele energieopwekking.
- Deze € 100 mld moet niet alleen als kostenpost worden gezien voor de economie, maar meer als investering waarvan het rendement zich naast financieel rendement ook uit in lagere afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en hun prijsfluctuaties, meer innovatie en kennisintensieve banen, vergroting van de concurrentiekracht en focus op de toekomst.
- De ongekende omvang van de investeringen blijkt wanneer we het investeringsvolume van € 10 mld per jaar in perspectief plaatsen. De totale investeringen in de Deltawerken bedroegen 10 mld gulden over een periode van 50 jaar (€ 4,5 mld in 50 jaar). Een investeringsniveau van € 10 mld per jaar komt neer op het opleveren van 10 kolencentrales van elk 600 MW per jaar, de oplevering van 2 nieuwe kerncentrales type Borssele met elk een vermogen van 2500 MW per jaar, of het gedurende de periode tot 2020 gelijktijdig in uitvoering hebben van 22 Noord-Zuidlijnprojecten zoals in Amsterdam! Tot slot bedroegen de kosten van de Betuwelijn in totaal 4,7 mld euro (Energieraad 2011 en Ecofys 2010).
- Het jaarlijkse investeringsniveau lijkt in NL momenteel op ongeveer € 2 mld te liggen; € 1,6 mld in duurzame energieopwekking en € 250 mln in energie-efficiëntie van sociale woningbouw. Er is niet precies bekend hoeveel er jaarlijks in NL in de overige toepassingen wordt geïnvesteerd, maar het lijkt niet aannemelijk dat met deze investeringen het totaalbedrag veel groter zal zijn dan € 2 mld per jaar (BCG 2010).
- Er is dus een investerings- en financieringsgat van circa € 8 mld per jaar!
- Conventionele financieringsstructuren zoals (een combinatie van) subsidies, on-balance sheet financiering door nutsbedrijven, projectfinanciering door banken en venture capital zijn onvoldoende om het investeringsvolume van € 10 mld per jaar te financieren.
- Zo bedraagt de zakelijke kredietverlening in NL € 70 mld bruto per jaar en de hypotheekverstrekking € 50 mld. Als het financieringsgat volledig bancair gefinancierd zou moeten worden, zou de zakelijke kredietverlening alleen al uit hoofde van groene assets met meer dan 10% per jaar moeten groeien. Dit is niet realistisch
- De transitie naar een koolstofarme economie vraagt daarom niet alleen technische maar ook financiële innovatie. Dit innovatieproces vereist een duidelijke toekomstvisie en een daarmee samenhangend consistent en stabiel beleid over meerdere jaren. Op de volgende pagina's worden de contouren van dit beleid geschetst.

Groene assets en hun producenten kunnen in hun levensfase op verschillende manieren en door meerdere partijen gefinancierd worden

Al naar gelang de levensfase zijn verschillende vormen van financiering geschikt die door verschillende partijen worden aangeboden.



Financiering van groene assets vergt solide financiële business case

Om marktpartijen op de gewenste schaal bij de financiering van groene assets te betrekken moet de financiële business case solide zijn en risico's beheersbaar...

...waarbij elke investering case by case beoordeeld wordt.

- De in dit rapport behandelde groene assets hebben allemaal toekomst-potentieel. Dat wil echter geenszins zeggen dat elke groene asset of elk project ook financierbaar is!
- Marktpartijen investeren vooral als het verwachte rendement in overeenstemming is met het te lopen risico in vergelijking met de beschikbare alternatieven. Los van de maatschappelijke voordelen komen investeringen in groene assets dus alleen op de gewenste schaal van de grond als er aantoonbaar een marktconform rendement wordt verwacht tegen aanvaardbare en beheersbare risico's. De zakelijke afweging om een groene asset te financieren wordt in een business case beschreven waarin de baten en kosten tegen elkaar worden afgewogen.
- Of de business case van een groene asset al dan niet solide is, wordt bepaald door de volgende risico's.
 - **Verhaalsrechtelijke risico's** zoals financiering op bedrijfs- of objectniveau.
 - **Politieke en juridische risico's** zoals de kwaliteit en stabiliteit van het rechtssysteem en het commitment van de overheid aan toegekende vergunningen, subsidies, garanties, energiebeleid, etc.
 - **Marktrisico's** zoals de verwachte volatiliteit van de kasstromen en daarmee de financiële ratio's en de mate van concurrentie in de markt (is de markt vrij toegankelijk, zijn er toetredingsbarrières of heeft de onderneming een groot competitief voordeel).
 - **Structuurrisico's** vloeien voort uit de manier waarop het project gestructureerd is zoals soliditeit en ervaring van de partners, de mogelijkheden om tussentijds dividend uit te keren, de hoogte van de onderhoudsvoorziening en de financieringskenmerken van het project in relatie tot de looptijd.
- **Operationele risico's** bevatten kenmerken die van invloed zijn op het vermogen om de onzekere en verwachte kasstromen in de exploitatiefase van de groene asset ook daadwerkelijk te realiseren. De kwaliteit en het track record van de O&M operator alsmede de contractvorm en de verzekerde exploitatierisico's spelen hierbij een grote rol.
- **Constructie risico's** verbonden aan de constructiefase als de business case ook de bouw van een groene asset bevat (zoals de fundering van een windmolenpark op zee of de diepteboringen bij een WKO).
- **Financiële risico's** zoals de cash flow die beschikbaar is voor de rente en aflossing (DSCR-ratio), het aandeel eigen vermogen in de totale investering (solvabiliteit), de mate waarin financiële risico's zijn afgedekt (verzekeren en hedgen), de hoogte van de marge (EBITDA-marge) en de gevoeligheid van deze parameters voor modelaannames (robuustheid van de gevoeligheidsanalyse).
- Gezien de grote diversiteit van type assets, verschillen in volwassenheid van technologieën en locatiespecifieke kenmerken zal voor elke investering case by case bekeken moeten worden of en hoe het project financierbaar is.

Financiële innovatie moet in de tijd een verschillende focus krijgen

Focus op:

- De financieringsopgave en het huidige marktfalen zijn van dermate grote omvang dat innovatieve oplossingen buiten de bestaande kaders nodig zijn. Oplossingen dienen langs drie tijdslijnen plaats te vinden.

...identificeren best practises...

- **Korte termijn:** bieden van lange termijn commitment van overheid en private partijen. Zekerheid bieden rondom subsidiebeleid. Continuïteit en voorspelbaarheid zijn hierbij van belang. Leren van succesvolle en mislukte projecten en identificeren van best practises.

...wegnemen van marktfalen...

- **Middellange termijn:** maatregelen gericht op het opschalen van het investeringsvolume van de huidige € 2 naar minimaal € 10 mld per jaar. Eén van de belangrijkste instrumenten om groene assets te stimuleren is het garanderen van een goede toegang tot de kapitaalmarkt. De focus moet gericht zijn op (1) het wegnemen van marktbelemmeringen, (2) efficiënte allocatie van kapitaal tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten en (3) verbetering van het rendement-risicoprofiel van groene assets zodat investeerders op deze assets hetzelfde risicogewogen rendement behalen als op traditionele energiebronnen. Ingezet moet worden op de voor NL meest kansrijke technologieën. In deze fase dienen overheid en bedrijfsleven intensief samen te werken en de totale overheidsbijdrage zal omstreeks 2020 maximaal zijn. Groene assets worden mainstream.

...en standaardisering.

- **Lange termijn:** standaardisatie van groene assets en financieringsmogelijkheden. Door schaalgrootte en technologische volwassenheid zijn groene assets concurrerend met traditionele energiebronnen en 'business as usual'. De overheid trekt zich stap voor stap terug.

Stappenplan financiële transitie

LT commitment en Identificeren van best practises

2011-2012

Opschalen investeringsvolume

2012-2020

Standaardisering

vanaf 2020

Naar idee van Green Investment Bank Commission (2010), bewerking Economisch Bureau ING

8 Bijlagen

- 1 **Inleiding** 12
- 2 **Vraag en aanbod hernieuwbare energiebronnen** 16
- 3 **Energieopwekking** 26
 - Biomassa
 - Windenergie
 - Zonne-energie
- 4 **Energieopslag** 37
 - Warmte Koude Opslag (WKO)
 - Accu's
- 5 **Energiebesparing** 41
 - Warmtekrachtkoppeling (WKK)
- 6 **Toepassingen** 44
 - Gebouwen
 - Automotive
- 7 **Financiering van groene assets** 51
- 8 **Bijlagen** 57

Bijlage 1

Datatabel ECN

Raming productie (ktoe) en groei hernieuwbare energie in NL

	2010	2015	2020	Jaarlijkse groei 2010-2020
Productie hernieuwbaar voor elektriciteit				
Wind op zee	69	357	1637	37%
Zon fotovoltaïsch	6	21	49	23%
Hydropower	11	17	61	19%
Biogas	75	186	401	18%
Wind op land	315	818	1150	14%
Biomassa (vast)	439	962	1030	9%
Geothermisch	0	0	0	0%
Concentrated Solar Power	0	0	0	0%
Getijde- en golfenergie	0	0	0	0%
Subtotaal elektriciteit	915	2361	4328	17%
Productie hernieuwbaar voor warmte en koeling				
Warmtepomp water	0,1	3	11	60%
Biogas voor grid feed-in	31	202	582	34%
Geothermisch	39	130	259	21%
Warmtepomp lucht	35	81	117	13%
Biogas	111	174	288	10%
Warmtepomp grond	90	161	242	10%
Zonnewarmte	20	22	26	3%
Biomassa (vast)	573	604	650	1%
Subtotaal warmte en koeling	899	1377	2175	10%
Productie hernieuwbaar voor transport				
Elektrisch transport	12	23	71	19%
Biodiesel	139	350	552	15%
Bioethanol	168	217	282	5%
Subtotaal transport	319	590	905	11%
Totaal hernieuwbare energie	2.133	4.323	7.405	13%
Aandeel hernieuwbaar	3,8%	7,6%	14,0%	

Toelichting op de databron:

- De Renewable Energy Directive (2009/28/EC) beschrijft verschillende richtlijnen voor EU-lidstaten met betrekking tot hernieuwbare energie, waaronder de bindende targets voor de aandelen hernieuwbare energie (voor Nederland 14% in 2020).
- Artikel 4 verplichtte elke lidstaat tot het maken van een National Renewable Energy Plan voor 30 juni 2010.
- Het Energie-onderzoek Centrum NL heeft samen met de European Environment Agency de actieplannen van landen geanalyseerd en vormt een belangrijke databron voor dit rapport.
- In de tabel is de prognoses voor NL opgenomen. De data is gerangschikt op aflopende groeiwoet in de periode 2010-2020 ongeacht de relatieve omvang van de energiebron in de energiemix.
- In de prognoses is het beleid uit het programma schoon en zuinig meegenomen evenals de verwachte wijzigingen in de SDE.
- Echter, het beleid van het kabinet Rutte is nog niet in de ramingen meegenomen. ECN zal naar verwachting de ramingen eind 2011 aanpassen.

Bijlage 2

Overzicht Nederlands subsidiebeleid (1/2)

Beschrijving subsidiestelsel Nederland

- Stimulering Duurzame Energieproductie Plus (SDE+, 2011) is de belangrijkste subsidieregeling en werd voorafgegaan door SDE (2008-2010) en Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP, medio 2003-2006). Daarvoor was er geen regeling maar een Regulerende Energiebelasting (REB, 1996-medio 2003). SDE en MEP werden uit de algemene rijksmiddelen gefinancierd.
- In de praktijk blijkt achteraf slechts een deel van het beschikbare budget toegewezen en aangewend. Oorzaak is dat maar een deel van de subsidieaanvragen wordt gehonoreerd (op basis van bijvoorbeeld de beoordeelde kwaliteit). Vervolgens wordt slechts een deel van de toegewezen gelden daadwerkelijk aangewend, omdat bijvoorbeeld de business case bij nader inzien niet solide is, betreffende ondernemers er geen fiducia meer in hebben, de financiering niet rond komt of vergunningsprocedures te lang duren.
- Toezegging van SDE+, SDE en MEP is voor een periode tot wel 15 jaar. Tot nu toe werd de tariefhoogte (vergoeding voor duurzame energieleverancier) elk jaar opnieuw bepaald.
- Doel van SDE+ is (kosteneffectieve) uitrol van technologieën die daar op korte termijn klaar voor zijn. Innovatie is niet langer een doelstelling van de regeling. Financiering zal niet langer gaan vanuit de algemene rijksmiddelen, maar vanuit een opslag op de energierekening en mogelijk voor een deel door een kolen- en gasbelasting. Bedoeling is 50% op te laten brengen door burgers en 50% door bedrijven.
- Naast SDE(+) zijn verder nog van belang Energie-investeringsaftrek (EIA), Energie onderzoek subsidie (EOS) en MIA/VAMIL voor bedrijven; en o.a. Duurzame Warmte (DW) voor burgers. Voor een overzicht van subsidieregelingen voor burgers, zie www.meermetminder.nl.

Omvang van subsidies voor duurzame energie

- Het kabinet-Rutte wil de jaarlijkse uitgaven (kasstroom) maximaliseren op € 1,4 miljard vanaf 2015.
- Het SDE budget voor 2010 was € 7,4 miljard, waarvan € 5,3 miljard voor wind op zee.
- Voor SDE+ wordt per jaar slechts één subsidieplafond vastgesteld voor alle categorieën, in plaats van verschillende subsidieplafonds per technologie, zoals in de (gewone) SDE gebruikelijk is. De SDE+ wordt jaarlijks, gefaseerd opengesteld in 4 fases. In de eerste fase zal het subsidiebedrag per kWh lager zijn dan in de opvolgende fases. Het basisbedrag zal per fase oplopen van 4 eurocent in de eerste fase tot het maximum van 15 eurocent per kWh in de laatste fase. Als er na de eerste fase nog budget is, kunnen in de tweede fase, naast de goedkoopste opties, ook iets duurdere opties aanvragen. Zo wordt de SDE+ in fases voor steeds duurdere opties opgesteld. Dit leidt ertoe dat het beschikbare budget jaarlijks op de meest kosteneffectieve manier wordt inzet. Alle vormen van duurzame energie concurreren zo met elkaar. Partijen die hun subsidie laat indienen kunnen zo meer subsidie krijgen. Maar zij lopen ook het risico achter het net te vissen als de subsidiepot in een vroeg stadium leeg is.
- Het budget voor de EIA is € 151 mio. (obv. Energielijst), MIA € 101 mio., VAMIL € 24 mio. (beide obv. Milieulijst), EOS en DW van enkele tientallen miljoenen euro's (zonneboilers, warmtepompen en micro-WKK) samen.
- Met "ruim een miljard" aan Rijkssubsidies kan pakweg 1.000 MW aan duurzaam vermogen per jaar worden bekostigd. Dit moet ertoe leiden dat z.s.m. schaalgrootte wordt gerealiseerd en NL haar Europese afspraken nakomt (20-20-14 regel). Door uitrol in de praktijk wordt meer groene kennis en kunde opgebouwd en wordt een verdere kostprijsverlaging door schaalvergroting in de hand gewerkt.

Bijlage 2

Overzicht Nederlands subsidiebeleid (2/2)

Duiding en impact

- Het subsidiebeleid in Nederland wordt gekenmerkt door enige discontinuïteit, vooral bij overgangen van Kabinetsperiodes. Discontinuïteit uit zich in budgettaire hoogtes en samenstelling/focus. De wijzigingen t.a.v. de GroenRegeling zijn een recent voorbeeld. Ondanks dat de GroenRegeling op papier blijft bestaan is door de versobering van het fiscale voordeel op de funding de regeling praktisch niet meer uitvoerbaar. Marktpartijen bekijken nu of en hoe ze de regeling kunnen blijven uitvoeren.
- In NL wordt gesaldeerd in het kader van duurzame energieleverantie. Dit betekent dat de levering van duurzame energie aan het net door de energie-opwekker kan worden afgetrokken van zijn energieverbruik (tot een bepaald maximum).
- NL kent en kende geen feed-in tariffs (FiT) – waarbij energieleveranciers en nutsbedrijven verplicht zijn om elektriciteit uit duurzame bronnen in te kopen tegen (de groene) opwekkingskosten. Er kan daarbij een differentiatie bestaan tussen opwekkingswijzen. Aan de FiT-structuren in landen als Duitsland, Spanje en Denemarken- en dan vooral aan de langjarige prijsgaranties - wordt de zeer snelle groei van groene assets aldaar toegeschreven.
- Subsidies vervullen in NL een rol om de toepassing van een technologie op gang te brengen door de financiële haalbaarheid te vergroten voor bedrijfsleven en burgers. Bovendien wordt ook innovatie gestimuleerd, hoewel dat geen doel is van SDE+.

Bijlage 3

Overzicht gesprekspartners

B. (Bas) Ambachtsheer	Cofely Energy Solutions B.V.
A. (Arie) van Beek	Provincie Flevoland
H. (Hans) Copier	ING (Real Estate Investment Management)
Y.S.Y. (Yvette) Go	SET Venture Partners B.V.
W. (Willem) van Grootheest	Agentschap NL
A.A. (Ariane) Kaper	Ballast Nedam (Sustainability Services)
N. (Nanouk) Leeflang	ING (Real Estate Finance)
J. (Jan) Langedijk	Siemens Nederland N.V.
J.A. (Koos) Lichtendonk	Siemens Nederland N.V.
S. (Stefan) Maas	Scholt Energy Control
D. (David-Pieter) Molenaar	Siemens Nederland N.V.
M. (Michel) Muurmans	(voormalig) VolkerWessels DEC B.V.
R. (René) Savelsberg	SET Venture Partners B.V.
J. (Jan) Scholt	Scholt Energy Control
J.C. (Jan) Schouw	Provincie Flevoland
S. (Sanne) Scholt	Scholt Energy Control
A. (Arthur) van Wylick	JBR Management Consultants

Bijlage 4

Literatuuroverzicht (1/2)

- Agentschap NL**, TWA Special Clean Energy, oktober 2010.
- Agentschap NL**, Groen Beleggen – Jaarbericht 2010 met jaarcijfers 2009, 2010.
- Boston Consulting Group**, Groen licht voor groene stroom, 2010.
- Boston Consulting Group**, Verkenning Groene InvesteringsMaatschappij – accelerating the transition towards a sustainable future, 2011.
- CBS**, Hernieuwbare energie in Nederland 2009, 2010.
- Cogen Projects, ECN, Ecofys en TNO**, Energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-wkk in Nederland 2010-2030, 2008.
- Consumentenbond, Geldgids Oktober / november 2010, 2010.**
- Desertec Foundation**, Clean power from deserts, 2007.
- Diverse bedrijven, methodologisch ondersteund door McKinsey & Company**, A portfolio of powertrains for Europe: a fact-based analysis, 2010.
- Ecofys**, De Groene InvesteringsMaatschappij (GIM) – Financing a sustainable future, 2010.
- Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en Planbureau voor de Leefomgeving**, Referentieraming energie en emissies 2010-2020, 2010.
- Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)**, Kernenergie en brandstofmix, 2010.
- Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en European Environment Agency**, Renewable energy projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States, 2011.
- Energieraad**, Brief aan de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie – briefadvies beleidsinstrumenten hernieuwbare elektriciteit, 6 april 2011.
- EPIA**, Solar Generation 6, 2011.
- Ernst & Young**, Capitalising the Green Investment Bank – Key issues and next steps, 2010.
- Ernst & Young**, Renewable energy country attractiveness indices, 2010 en 2011.
- Euroserv'er**, Diverse barometers, 2010 en 2011.

Bijlage 4

Literatuuroverzicht (2/2)

- Garrad Hassan**, Wind Energy vs Photovoltaic Energy, onbekend.
- Green Investment Bank Commission**, Unlocking investment to deliver Britain's low carbon future, 2010.
- GWEC**, Global Wind Energy Outlook 2010, 2010.
- GWEC**, Global Wind Statistics 2010, 2011.
- ING**, Third Industrial Revolution, 2011.
- ING**, Invloed elektrische auto op autobranche tot 2020 beperkt, 2010.
- International Energy Agency**, World Energy Outlook, 2010.
- International Energy Agency**, Energy Technology Perspectives 2010 – Scenarios & Strategies to 2050, 2010.
- International Energy Agency**, Projected Costs of Generating Electricity - 2010 Edition, 2010.
- IVBN**, Visie op duurzaam vastgoed, 2009.
- Klaas de Jong**, Warmte in Nederland. Warmte en koudenetten in de praktijk, 2010.
- McKinsey&Company**, Pathways to a low-carbon economy, 2009.
- Ministerie van Economische Zaken**, Landbouw en Innovatie, Brief aan (de voorzitter van) de Tweede Kamer over SDE+, 30 november 2010 en 22 april 2011.
- Netherlands Environment Assessment Agency & RIVM**, Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2008, National Inventory Report, 2010.
- Official Journal of the European Union**, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 (Energy from Renewable Sources), 2009.
- Roland Berger Strategy Consultants**, Stimulering van de economische potentie van duurzame energie voor Nederland, 2010.
- SBR**, Green Office 2015: een duurzaam concept voor binnenstedelijke beleving en de integratie van buitenwijken, 2009.
- SEO**, Financing the transition to sustainable energy, 2010.
- Vaughn Nelson**, Wind Energy - Renewable Energy and the Environment, 2009.
- World Economic Forum (WEF)**, Green investing 2010: policy mechanisms to bridge the financial gap, 2010.

Bijlage 5

Omreken tabel energie-eenheden

Naam	Afkorting	Getal
kilo	k	1.000
mega	M	1.000.000
giga	G	1,E+09
tera	T	1,E+12
peta	P	1,E+15
exa	E	1,E+18

1 kilowattuur (kWh) = 3,6 Megajoule (MJ)
 1 PJ = 2,8 x 10⁸ kWh = 2,8 x 10⁵ MWh = tweehonderdtachtigduizend megawattuur
 conversiefactor van 1 kWh naar J = 3,6 x 1,E+06
 conversiefactor van 1 J naar kWh = 2,7778 x 1,E-07

1 ktoe = 1 kilo tonnes of oil equivalent = 11,63 GWh

Disclaimer

De informatie in deze publicatie geeft de persoonlijke mening weer van de analist(en) en geen enkel deel van de beloning van de analist(en) was, is, of zal direct of indirect gerelateerd zijn aan het opnemen van specifieke aanbevelingen van meningen in deze publicatie. Deze publicatie is opgesteld namens ING Lease (Nederland) B.V., statutair gevestigd te Amsterdam en ingeschreven in het Handelsregister van de Kamer van Koophandel te Amsterdam onder nummer 33151871, en slechts bedoeld ter informatie van haar cliënten. ING Lease (Nederland) B.V. is onderdeel van ING Groep N.V. Deze publicatie is geen beleggingsaanbeveling noch een aanbieding of uitnodiging tot koop of verkoop van enig financieel instrument. ING Lease (Nederland) B.V. betreft haar informatie van betrouwbaar geachte bronnen en heeft alle mogelijke zorg betracht om er voor te zorgen dat ten tijde van de publicatie de informatie waarop zij haar visie in dit rapport heeft gebaseerd niet onjuist of misleidend is. ING Lease (Nederland) B.V. geeft geen garantie dat de door haar gebruikte informatie accuraat of compleet is. De informatie in dit rapport kan gewijzigd worden zonder enige vorm van aankondiging. ING Lease (Nederland) B.V. noch één of meer van haar Directeuren of werknemers aanvaardt enige aansprakelijkheid voor enig direct of indirect verlies of schade voortkomend uit het gebruik van (de inhoud van) deze publicatie alsmede voor druk- en zetfouten in deze publicatie. Auteursrecht en rechten ter bescherming van gegevensbestanden zijn van toepassing op deze publicatie. Overneming van gegevens uit deze publicatie is toegestaan, mits de bron wordt vermeld.

De tekst is afgesloten op 14 september 2011.

