

STAPPENPLAN VOOR DUURZAME ENERGIEPRODUCTIE

hoofdstuk 5, conceptversie 7 juli 2015

Maarten de Groot
Kees van Gelder
PvdA Duurzaam, themagroep Energie

5 Energiescenario's Nederland in 2050

5.1 Inleiding

Op 15 november 2012 en 21 april 2013 verschenen conceptversies van de eerste drie hoofdstukken”, respectievelijk het vierde hoofdstuk van het “Stappenplan voor Duurzame energieproductie:

- 1 Doel en opzet
- 2 Aandeel van duurzame energie; huidige situatie
- 3 Groeipotentieel van de verschillende vormen van energie-opwekking
- 4 Toekomstige ontwikkeling van den energiebehoefte

Genoemde hoofdstukken werden voor een belangrijk deel geschreven door Thijl Ankersmit. Dit 5^e hoofdstuk bouwt voort op de eerste 4, maar heeft een wat afwijkende opzet. De opzet is globaler. Er zijn minder kwantitatieve onderbouwingen gepresenteerd.

In de huidige versie van dit hoofdstuk worden de samenvattingen gepresenteerd van vijf scenario's. De meeste aandacht gaat uit naar drie scenario's geschreven door twee ingenieurs. Het is de bedoeling in een volgende versie nog wat meer scenario's samen te vatten. De scenario's gelden alleen voor Nederland. De samenvattingen beperken zich tot een schets van de situatie waarbij Nederland voor 80%, respectievelijk 100% gebruik maakt van hernieuwbare energie. Die situatie is geprojecteerd op het jaar 2050, in de verwachting dat de vereiste ontwikkelingen in dat jaar gehaald moeten kunnen worden. De stappen die genomen moeten worden om die situatie te bereiken zijn echter niet beschreven. In zoverre is het (nog) geen “stappenplan”.

5.2 Waarom en hoe van scenario's

Kennis van scenario's is nuttig voor de themagroep met het oog op:

- de fysische en technische grenzen van de verschillende opties
- de keuze van de oplossingsrichting(en) waarin het best geïnvesteerd kan worden
- het tegengaan van “trekken aan dood paard” en “focus op populair detail”

Scenario's dienen geschreven te worden op basis van:

1. Technieken. Mogelijkheden en beperkingen met onderscheid tussen:
 - 1.1. Bewezen technieken
 - 1.2. Technieken in de pijplijn
 - 1.3. Futuristische technieken
2. Per techniek: kosten, tijd nodig voor ontwikkeling, schaal, negatieve effecten, maatschappelijke inpassing
3. Algemene ontwikkelingen (bevolkingsgroei, groei BNP).

Bij sommige scenario's ligt de nadruk vooral op 1; bij andere meer op 2 of 3. Hier zal de focus vooral op 1 liggen. Binnen dit type scenario's kan weer meer of minder de nadruk liggen op 1.1, 1.2 of 1.3. De hier besproken scenario's beperken zich tot 1.1 en 1.2. Het gaat zodoende vooral om de vraag wat mogelijk is vanuit het oogpunt van fysica en techniek. Daarbij wordt wel rekening gehouden met de kosten, maar nauwelijks met de maatschappelijke wenselijkheid, laat staan met de politieke haalbaarheid.

5.3 Beschrijving situatie 2011

Deze paragraaf geeft een samenvatting van hoofdstuk 2, voor zover relevant bij het beschouwen van de scenario's, aangevuld met gegevens uit hoofdstuk 4 en Hellinga 2010.

Tabel 5.1 ENERGIEDRAGERS in 2011	PJ/jaar
Zon en wind	18 ¹⁾
Overig Duurzaam	6 ¹⁾
Bio	69 ¹⁾
Nucleair	32 ²⁾
Fossiel	3932
TOTAAL	4057 ³⁾

¹⁾ Tabel 2.1

²⁾ Tabel 4.3 gecorrigeerd voor 20% conversieverlies

³⁾ Tabel 5.2

Tabel 5.2 EINDVERBRUIKSECTOREN in 2011	PJ/jaar	Tabel 5.3 GEVRAAGDE ENERGIEFUNCTIES in 2011	PJ/jaar
Bebouwde omgeving	888 ⁴⁾	Apparatenvoeding	306 ⁷⁾
Industrie	575 ⁴⁾	Warmte lage temperatuur	829 ⁷⁾
Agrarische sector	152 ⁴⁾	Warmte hoge temperatuur	480 ⁷⁾
Transport in NL	497 ⁵⁾	Brandstof transport in NL	497 ⁵⁾
TOTAAL finaal energiegebruik in NL	2112 ⁵⁾	TOTAAL in NL	2112 ⁵⁾
Internationaal transport	811 ⁶⁾	Brandstof internat. transp.	811
Grondstoffen	664 ⁵⁾	Grondstoffen	664
Conversie verlies	470 ⁵⁾	Conversie verlies	470
TOTAAL	4057	TOTAAL	4057

⁴⁾ De verhouding tussen deze getallen is gelijk aan die in Hellinga, fig. 3

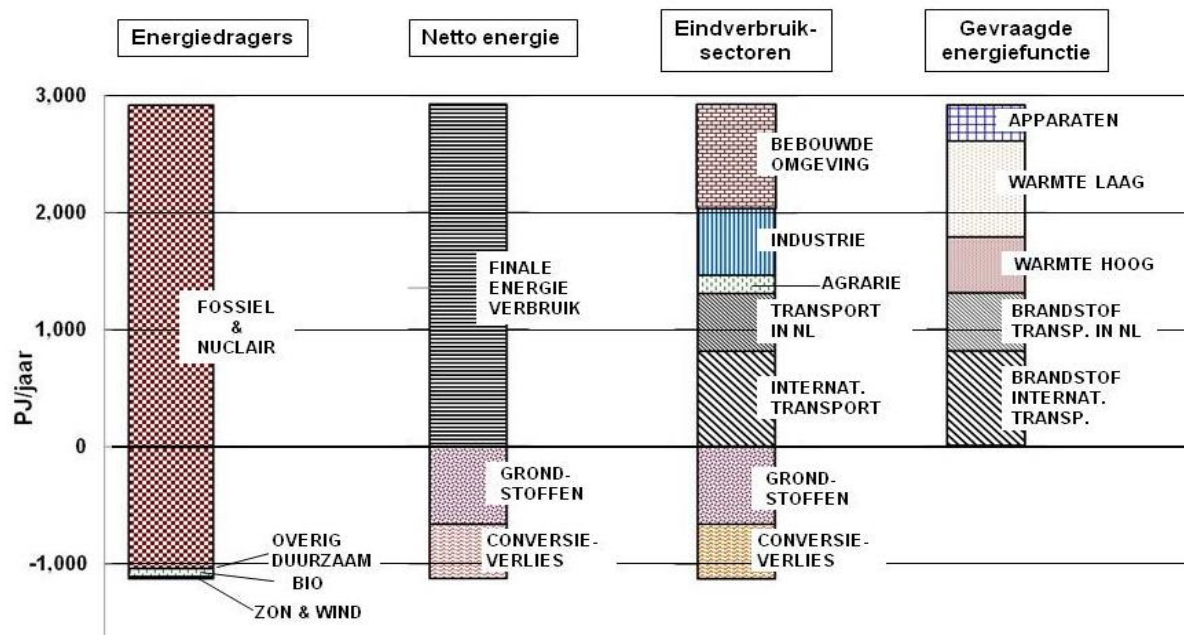
⁵⁾ Tabel 4.1

⁶⁾ Hellinga, fig. 2

⁷⁾ De verhouding tussen deze getallen is gelijk aan die in Hellinga, fig. 10

Overeenkomstig paragraaf 2.1, zal hier de nadruk liggen op de methode "bruto eindverbruiker" ofwel "finaal energieverbruik in Nederland". Dat energieverbruik vormt slechts een deel van de energiedragers die Nederland in 2011 bereikte. Daarvan wordt 664 gebruikt voor de fabricage van grondstoffen. De rest wordt voor energie gebruikt, waarbij er 470 "verloren gaan" bij opwekking van elektriciteit en bij raffinage. Zodoende is het "finale energieverbruik" $4057 - 664 - 470 = 2923$ PJ/jaar. Maar daarvan wordt 811 gebruikt voor internationaal transport (scheepvaart en luchtvaart), zodat het finale energieverbruik in Nederland 2112 PJ/jaar bedraagt. Dat verbruik wordt op twee manieren opgedeeld, te weten naar vier eindverbruikersectoren (tabel 5.2) en naar vier gevraagde energiefuncties (tabel 5.3; zie Hellinga 2010, paragraaf I.6).

Al deze getallen zijn in één figuur weer te geven:



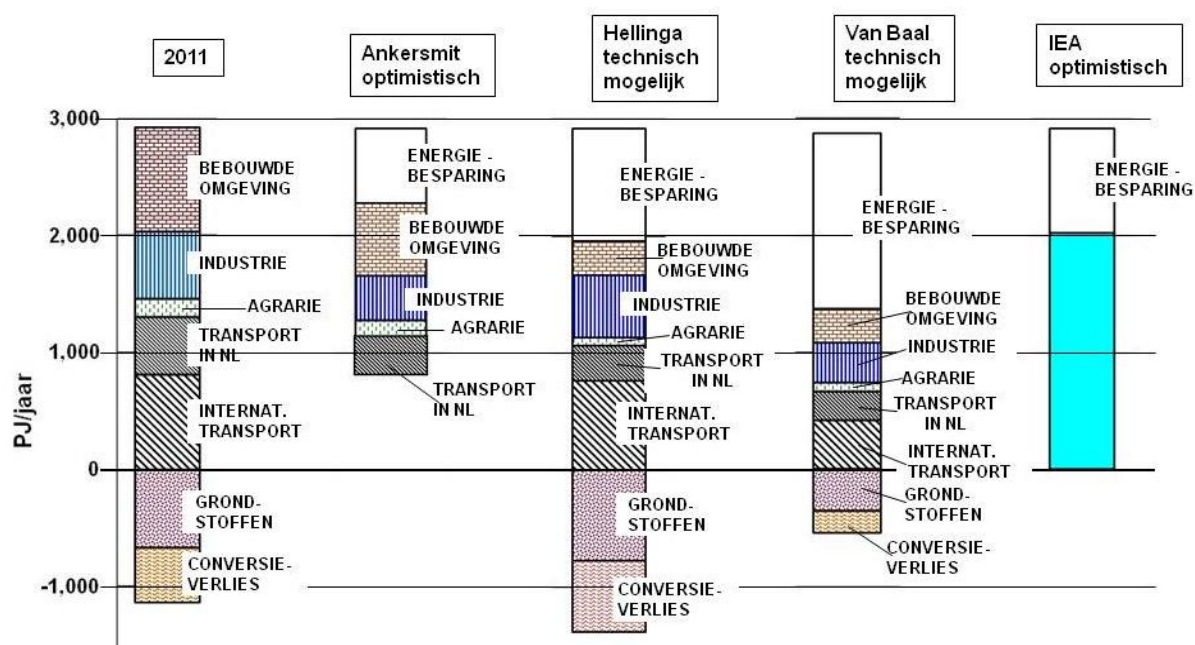
Figuur 5.1 Situatie in 2011

5.4 Mogelijke besparing in 2050

In deze paragraaf wordt een aanvulling gepresenteerd op hoofdstuk 4. Er worden vier scenario's samengevat van de toekomstige ontwikkeling van de energiebehoefte ofwel van de mogelijke energiebesparing (tabel 5.4 en figuur 5.2):

- “Optimistisch Ankersmit”. Dit scenario heeft alleen betrekking op het finaal energiegebruik in Nederland. Het is gepresenteerd in paragraaf 4.4 en heet daar “lage variant”. Het is afgeleid uit beschouwingen over de ontwikkelingen per jaar van elk van de vier verbruikerssectoren. Opgemerkt wordt dat de in paragraaf 4.4 gepresenteerde sectoren niet identiek zijn in de hier gepresenteerde: de sector “Energie” hoort niet thuis bij de “bruto eindverbruikers”. De sector “Huishoudens” bevat slechts een deel van de sector “Bebouwde omgeving”. Kantoren en nutsgebouwen worden gerekend tot “Nijverheid”.
- “Hellinga technisch mogelijk” is beschreven in Hellinga 2010, figuren 16, 18,19 en 21.
- “van Baal technisch mogelijk” is beschreven in van Baal 2014.
- “IEA optimistisch” is ontleend aan een figuur van het Internationale Energie Agentschap waarin aangegeven wordt enerzijds hoeveel energie er in de wereld in 2012 gebruikt werd, uitgesplitst naar energiedragers, anderzijds hoe die hoeveelheden in 2050 zijn volgens een scenario dat bij voldoende politieke wil haalbaar moet zijn en dat juist voldoende is om de gemiddelde temperatuurstijging tot 2° C te beperken. Het hier gepresenteerde getal is berekend alsof Nederland in dat scenario naar rato zou moeten besparen. Vermoedelijk zal het IEA uitgaan van een veel grotere besparing voor de West-Europese landen, omdat bevolkingsgroei en welvaartsgroei daar relatief klein zullen zijn, terwijl de potentie voor energiebesparing relatief groot is.

TABEL 5.4 BESPARIINGS-SCENARIO'S 2050 MET EINDVERBRUIKSECTOREN alle eenheden in PJ/jaar	Ankersmit optimistisch	Hellinga technisch mogelijk	van Baal (2014) technisch mogelijk	IEA optimistisch
Bebouwde omgeving	622	290	260	
Industrie	385	510	310	
Agrarische sector	135	60	70	
Transport in NL	333	300	250	
TOTAAL finaal energiegebruik in NL	1475	1160	890	1470
Internationaal transport		760	420	
Grondstoffen		760	350	
Conversie verlies		760	190	
TOTAAL		3440	1850	2820



Figuur 5.2 Mogelijke besparing in 2050

5.5 Bijdrage hernieuwbare energie in 2050 volgens Hellinga en van Baal

Hier aandacht voor twee scenario's: het in de vorige paragraaf genoemde scenario van Hellinga en een tweede scenario van Mark van Baal, dat hij in 2011 schreef en waarbij hij nog geen rekening hield met energiebesparing, zoals hij dat 3 jaar later wel deed. Vandaar dat het totaal van de energiedragers bij hem voor 2050 gelijk is aan dat van 2011 (waarvoor hij een totaal van 4000 PJ heeft aangenomen).

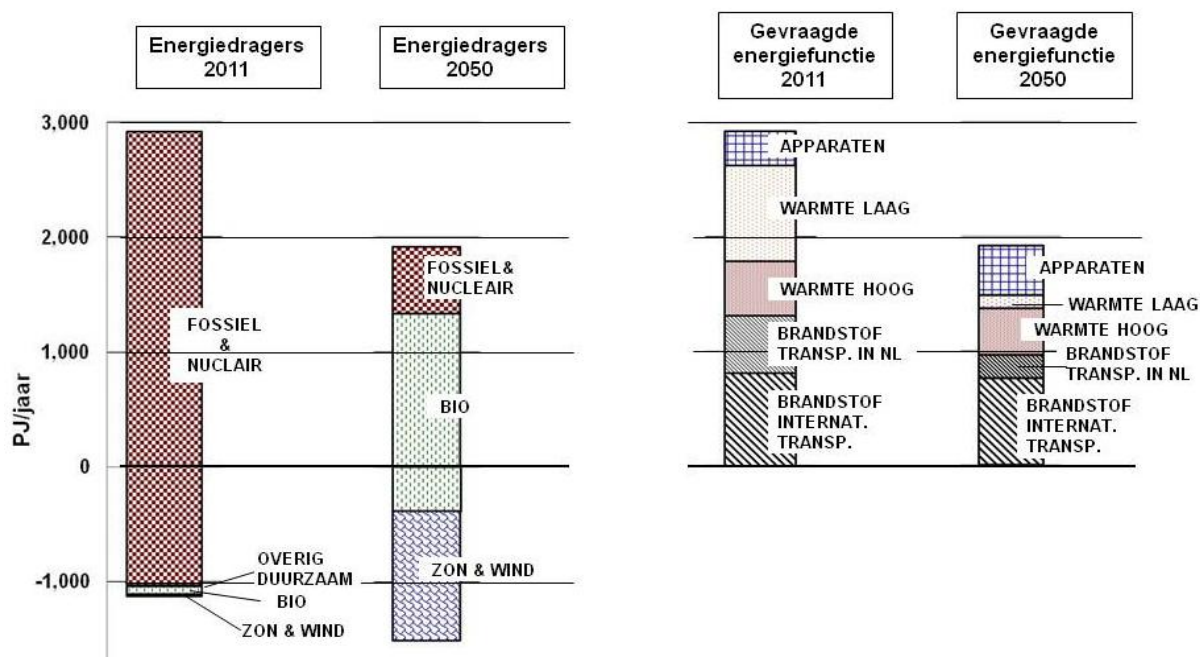
Tabel 5.5 ENERGIEDRAGERS (alle eenheden in PJ/jaar)	IN 2011	IN 2050	
		Hellinga	van Baal (2011)
Zon en wind	18	1135	3228
Overig Duurzaam	6		245
Bio	69	1720	527
Fossiel en nucleair	3964	585	
TOTAAL	4057	3440	4000

Hellinga heeft in zijn figuur 13 weergegeven welke energiedragers voor zijn scenario gebruikt zullen worden. Hij onderbouwt zijn scenario mede door een uiteenzetting van de verschuiving in energiefuncties die hij mogelijk acht (tabel 5.6). Zijn schatting van het gebruik van fossiele brandstoffen is gebaseerd op de veronderstelling dat die gebruikt zullen worden om het "tekort" aan energie uit zon in de wintermaanden te dekken. Hij verwacht geen grootschalige opslag gedurende een half jaar van een overschot aan energie uit zon in de zomer.

Hellinga gaat er verder van uit dat voor producten en internationaal transport vooral biomassa gebruikt zal worden. Vandaar dat het aandeel biomassa groter is dan dat van zon en wind. Voor de zekerheid neemt hij aan dat de conversie van biomassa met grotere verliezen gepaard zal gaan dan die van fossiele energiedragers. De conversieverliezen nemen ook toe bij de fossiele brandstoffen als daar CCS wordt toegepast.

De sterke afname van het gebruik van energiedragers voor warmte met lage temperatuur is zijns inziens mogelijk dank zij enerzijds isolatie van gebouwen, anderzijds de inzet van warmtepompen. Die inzet zorgt wel voor een toename van het elektriciteitsgebruik in apparaten.

Tabel 5.6 GEVRAAGDE ENERGIEFUNCTIES (alle eenheden in PJ/jaar)	IN 2011	IN 2050
		Hellinga
Apparatenvoeding (+ elektrisch vervoer)	306	440
Warmte lage temperatuur	829	110
Warmte hoge temperatuur	480	410
Brandstof transport in NL	497	200
TOTAAL in NL	2112	1160
Brandstof internationaal transport	811	760
Grondstoffen	664	760
Conversie verlies	470	760
TOTAAL	4057	3440



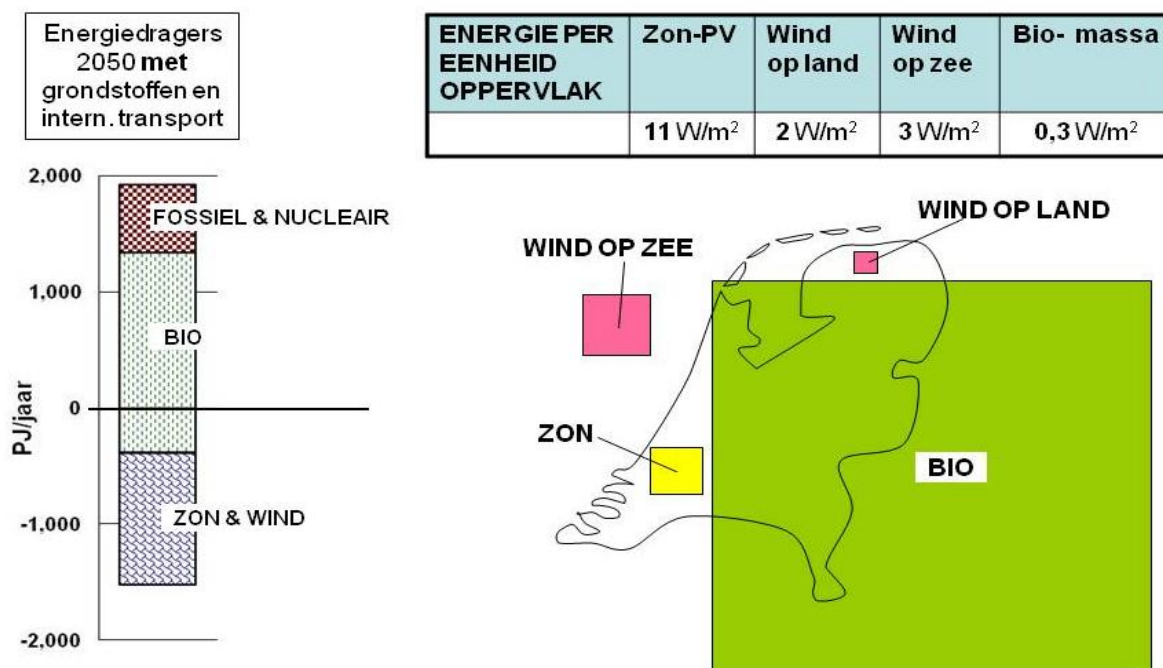
Figuur 5.3 Scenario 2050 van Hellinga voor energieverbruik in Nederland

5.7 Oppervlak nodig in 2050 volgens Hellinga en volgens van Baal

Chris Hellinga en Mark van Baal hebben berekend welk oppervlak nodig is voor elk van de energiedragers. Zij hebben dat gedaan op basis van de in de volgende tabel weergegeven veronderstellingen omtrent het gemiddelde vermogen (energie per tijdseenheid) dat geproduceerd kan worden per eenheid van aard- of zeeoppervlak voor 4 vormen van energieproductie (zijn figuur 14). De betreffende oppervlakken zijn ook in die tabel weergegeven.

Tabel 5.8 BENODIGD OPPERVLAK IN 2050	Hellinga			van Baal	
	Vermogen per opp.		Benodigd opp. km ²	Vermogen per opp. W/m ²	Benodigd opp.
	W/m ²	kWh/ m ² /jaar			
Zon	11	94	2.190	27	1.716
Wind op land	2	17	500	3,5	4.142
Wind op zee	3	26	3.318	7	5.610
Bio massa	0,3	3	109.000	0,7	17.028

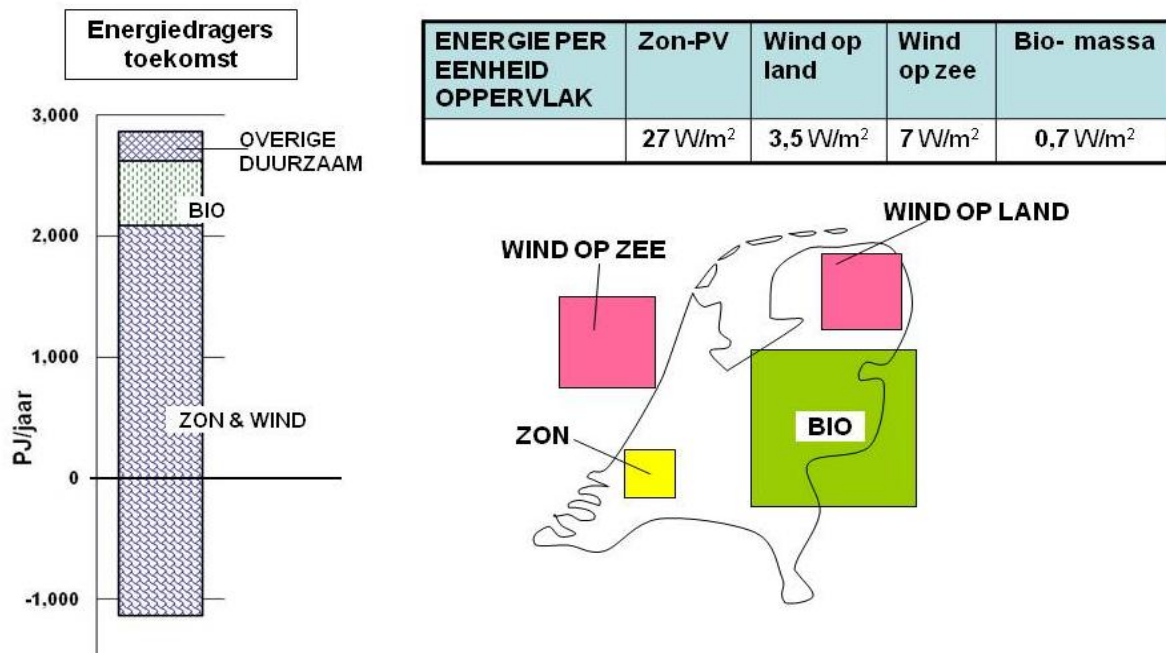
Een en ander wordt geïllustreerd in de figuren 5.4 en 5.5.



Figuur 5.4 Scenario 2050 van Chris Hellinga voor totaal energiedragers

Het verschil tussen beide scenario's wordt deels veroorzaakt door het verschil in percentage dat toegekend wordt aan de verschillende energiedragers, deels aan van Baals optimistischere veronderstellingen omtrent het vermogen per eenheid van oppervlak en deels aan het feit dat van Baal geen besparing veronderstelt.

Opvallend is het grote oppervlak dat in beide scenario's nodig is voor bio. Bij van Baal gaat het om praktisch alle landbouwgrond in Nederland. Bij Hellinga is nog veel meer oppervlak nodig: de meeste biomassa moet geïmporteerd worden.



Figuur 5.5 Scenario 2050 van Mark van Baal voor totaal energiedragers

Opgemerkt dient te worden dat het landoppervlak dat voor wind op land nodig is, ook nog voor veel andere doeleinden benut kan worden, terwijl dat niet geldt voor de productie van biomassa. Het aardoppervlak bij zon PV kan niet meer voor landbouw gebruikt worden, maar wel voor bebouwing, eventueel ook voor bepaalde vormen van infrastructuur (wegen, overdekt door zonnepanelen).

5.8 Conclusies

1. Bijna 100 % duurzaam/hernieuwbaar is mogelijk
2. Hiervoor zijn wel zeer ingrijpende veranderingen nodig
3. Besparing is en blijft belangrijk
4. Zon, wind en bio verreweg het belangrijkste: *geothermie, waterkracht, getij, golf, blue energy kunnen slechts een secundaire rol vervullen*
5. Bio eist veel meer oppervlak dan zon & wind.

5.9 Referenties

van Baal 2011

Mark van Baal, 2011. "Kunnen we (kan Nederland) overschakelen op duurzame energie?". Serie van 15 artikelen in het Technisch Weekblad, jaargang 42, nrs 11 (12?) tot en met nr 44 (conclusies).

van Baal 2014

Mark van Baal, 2014. "Hoeveel energie kan Nederland besparen?". Serie van 15 artikelen in het Technisch Weekblad, jaargang 45, vooral nr 51 (conclusies), 7, 11, 21, 30/31 en 45.

Hellinga 2010

Chris Hellinga, 2010. "De energievoorziening van Nederland Vandaag (en morgen?)", TU Delft Energy Initiative, Stuurgroep Energie KIVI NIRIA.

IEA 2015

Figuur uit "Energy Technologies Perspectives 2015" van het Internationale Energie Agentschap, overgenomen onder de kop "Opwarming beperken tot 2° C" in De Ingenieur, 2015 – 6 (juni), blz 8.