

De Marsroute voor implementatie van Bioenergie in Nederland

Kees W. Kwant, Ir.

NOVEM

Netherlands agency for Energy and the Environment

Postbox 8242, NL 3503RE Utrecht, Netherlands

TEL +31-30-2393458 k.kwant@novem.nl

Samenvatting

Bioenergie kan een belangrijke bijdrage leveren aan de duurzame energie in Nederland, onder de voorwaarde dat er een actieve klimaatvriendelijke politiek met fiscale stimulering gevoerd wordt. De beschikbare binnenlandse hoeveelheid biomassa kan dan toenemen van de huidige 116 PJ tot 235 PJ in 2020. Zowel vanuit economische gezichtspunt als vanuit energiebesparingspunt zal de realisatie in het eerste decenium met name middels mee en bijstoken in bestaande kolen of aardgasgestookte centrales plaatsvinden, om daarmee electriciteit te produceren. Daarna komt er ruimte voor nieuwe technieken, waar van uit bedrijfseconomisch oogpunt met name wervelbedverbrandingsinstallaties, en vanuit energiebesparingsoogpunt met name wervelbedvergassers en afvalpyrolyse in beeld komen. Ook kan dan de toepassing van biomassa voor vloeibare brandstoffen na demonstratie marktrijp zijn. Om de Nederlandse doelstelling van 10% duurzame energie in 2020 te realiseren zal er duurzame energie of biomassa geïmporteerd moeten worden.

Introductie

De Nederlandse regering heeft de ambitieuze doelstelling om de bijdrage van duurzame energie te verhogen van de huidige 1.4% naar 5% in 2010 en 10% in 2020. Zowel windenergie als bioenergie zullen een grote bijdrage gaan leveren. Een eerste indicatie is dat dit voor bioenergie ruim 40% kan bedragen, maar de daadwerkelijke realisatie zal plaatsvinden in een concurrerende duurzame energie markt waar de binnenlandse productie via wind, zon en biomassa concurreert met import van duurzame energie uit andere landen.

De extra kosten die de productie van duurzame energie met zich meebrengt worden gefinancierd door een uitgekiend fiscaal stelsel, waarmee via de belasting op electriciteit uit fossiele bronnen (ecotax) duurzame energie gefinancierd wordt. [1]

Bioenergie wordt in Nederland gedefinieerd als energie uit alle biogene materialen met een niet fossiele oorsprong. Ook energie uit het biogene deel van afval wordt tot duurzame energie gerekend. Recent, in juni 2001 heeft ook het Europese parlement deze definitie op Europese schaal geaccordeerd, onder de voorwaarde dat financiële stimulering van deze vorm van duurzame energie niet het hergebruik van materiaal mag frustreren. Door ook het biogene deel van het afval als duurzaam aan te merken wordt optimaal gebruik gemaakt van de bijdrage die biomassa aan een duurzame ontwikkeling kan leveren. Immers, eerst wordt de zonne-energie, vastgelegd in de biomassa benut voor producten, veevoeder of voedsel, terwijl reststromen of afvalstromen kunnen worden hergebruikt of worden ingezet voor een duurzame energie opwekking. Het volgen van deze cascade leidt tot een optimale uitnutting van de biomassa en derhalve CO₂ emissie reductie.

In Nederland komen een groot aantal biomassa stromen uit de afvalsector, agrarische sector en de bosbouwsector beschikbaar. Alle stromen hebben hun specifieke alternatieve verwerking of benutting, waarmee de huidige marktwaarde gedefinieerd wordt. Tevens zijn de stromen qua samenstelling en

karacteristiek zeer divers van aard en vereisen ieder een specifieke verwerkingstechnologie voor energieopwekking.

Derhalve heeft Novem in het kader van het programma Energie Winning uit Afval en Biomassa, dat voor het Ministerie van Economische Zaken van 1992 – 2000 werd uitgevoerd in 2000 een studie uit laten voeren door het consortium: PriceWaterhouse Coopers, ECN en TNO om marsroutes te ontwikkelen voor het realiseren van de duurzame uit biomassa met de in Nederland beschikbare stromen en technologieën. Onderhavige paper is gebaseerd op de resultaten die in de rapportage, voortvloeiend uit deze studie tot stand is gekomen.

Marsroutes

De marsroutes zijn geen voorspellingen. Doel van het opstellen van de marsroutes is:

- Om, tezamen met de bijbehorende analyse, te komen tot aanbevelingen ten aanzien van het R,D&D-beleid.
- Marktpartijen uit te nodigen tot een dialoog over prioriteiten. De marsroutes geven ‘de beste’ keuzes in een gestileerde wereld, vanuit een gestileerd perspectief.
- Aanknopingspunten te geven voor mogelijk additioneel beleid gericht op het halen van de doelstellingen voor besparing op fossiele brandstoffen door de inzet van biomassa en afval.

Een **marsroute** in deze paper beschrijft de inzet van biomassa en afval voor de opwekking van elektriciteit en warmte in de komende twintig jaar. Per periode van 5 jaar wordt aangegeven in welke technologieën geïnvesteerd wordt en welke afval- en biomassastromen in die technologieën worden omgezet.

Elke set marsroutes wordt ontwikkeld vanuit twee **perspectieven** en bij 3 scenario's:

1. In het **bedrijfseconomisch perspectief** wordt, in elke periode, voor elke afval- en biomassastroom de technologie gekozen met de hoogste score, zijnde een gewogen gemiddelde van de Netto Contante Waarde (NCW) per geïnvesteerde gulden Er wordt vanuit gegaan dat alle subsidie- en stimuleringsmaatregelen die in 2001 gelden van kracht blijven[2]. Aangenomen is dat de afdrachtkorting REB en een groene stroom vergoeding samen een kleine 5 Euroct/kWh bedragen¹. Als er, voor een bepaalde stroom, geen enkele technologie voorhanden is met een positieve score, dan blijft de stroom onbenut. Marsroutes volgens dit bedrijfseconomisch perspectief geven weer wat er waarschijnlijk gaat gebeuren

2. In het **overheidsperspectief** wordt, in elke periode, voor elke afval- en biomassastroom de technologie gekozen met de grootste besparing op fossiele brandstoffen. Randvoorwaarde daarbij is dat de investering in de betreffende technologie wel binnen 15 jaar terugverdiend moet worden. Marsroutes volgens dit overheidsperspectief geven weer wat wenselijk is vanuit de doelstelling voor duurzame energie.

Scenario's

1: Een vrije wereld

In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat er volledig vrije markten zijn voor energie, afval, biomassa en landbouw, waardoor de prijzen laag zijn. Bovendien is er slechts een zeer beperkt mondiaal klimaatbeleid, waardoor de energieprijzen blijft op het huidige niveau of mogelijk zelfs daalt. De mondiale energieconsumptie stijgt met 2% per jaar.

2: Een vrije en klimaatactieve wereld

De markten voor energie, afval, biomassa en landbouw worden niet gereguleerd door de overheid. Internationaal zijn er wel vergaande afspraken om het broeikas effect tegen te gaan. Door heffingen is de energieprijzen verhoogd met 50% ten opzichte van het huidige niveau. Technologieoverdracht vindt plaats door multinationals m.b.t. productiesystemen en door overheden m.b.t. CO₂-reductieopties. De consumenten hebben een sterk mondiaal milieubesef.

3: Een gereguleerde en klimaatactieve wereld

¹ Impliciet is daarbij aangenomen dat de geproduceerde stroom aan kleinverbruikers verkocht wordt als groene stroom, waarbij het voordeel van het niet hoeven betalen van de REB (3.5 Euro ct/kWh) ten goede komt aan de producent. Verder is aangenomen dat de vraag naar groene stroom groot genoeg is.

Vanwege de sterke aandacht voor het broeikaseffect zijn veel overheden de markten voor energie, afval en de landbouw weer sterk gaan reguleren. Dit heeft geresulteerd in de vorming van handelsblokken op continentaal niveau. Er vindt dan relatief weinig technologieoverdracht plaats. Nieuwe regelgeving leidt direct en indirect tot een verdubbeling van de prijs van fossiele energie ten opzichte van het huidige niveau. De gemiddelde consument gedraagt zich milieubewust en is bereid samen te werken bij het terugdringen van het milieuprobleem, met name om de lokale gevolgen te voorkomen. Voor de methodiek voor de bepaling van de marsroutes is besloten om scenario 2 als basispad te kiezen voor de ontwikkeling van de beschikbaarheid en marsroutes omdat dit het meest in lijn met de internationale verdragen is. Toch zijn er vragen: Enerzijds wordt de veronderstelde energieprijis (1,5 keer de huidige energieprijis) aan de hoge kant geacht. Anderzijds echter betekent het feit dat Nederland het Kyoto-protocol heeft ondertekend en aanzienlijke besparing op de CO₂-uitstoot zal moeten realiseren dat klimaatheffingen in de lijn der verwachting liggen.

Doel en Methodologie

De gehanteerde doelstelling voor energieopwekking uit afval en biomassa is weergegeven in Tabel 1 en is gebaseerd op de doelstelling van 5% duurzaam in 2010 en 10% in 2020, en een aandeel daarin van biomassa en afval van 44% (cf. de Derde Energienota)[3]. De absolute waarden zijn veel hoger dan ten tijde van de Derde Energienota (1995)[3] omdat nu wordt uitgegaan van een hoger toekomstig energiegebruik

Tabel 1 *Gehanteerde doelstelling energieopwekking uit biomassa en afval (uitgespaarde PJ's)*

	2010	2020
Het aandeel van biomassa en afval in de doelstelling voor duurzame energie	79	170
Energiewinning uit afval, waarvan 50% als biomassa telt	45	45
Totaal (eerste rij plus de helft van de tweede rij)	101	192

De hoeveelheid uitgespaarde brandstoffen wordt in principe uitgerekend volgens de methode van het Protocol Monitoring Duurzame Energie. Dat betekent dat de geproduceerde elektriciteit en warmte via referentierendementen voor warmte en elektriciteit wordt teruggerekend naar fossiele input. Voor bij/meestookopties wordt hiervan afgeweken: daar wordt berekend hoeveel kolen of gas vervangen wordt door het bij/meestoken van biomassa of afval. Het referentierendement (zijnde het gemiddelde rendement van het Nederlandse elektriciteitspark) voor elektriciteit loopt op van 46,5% in 2000 tot 51% in 2020. Het referentierendement voor warmte loopt op van 90% in 2000 naar 94% in 2020.

Een belangrijk uitgangspunt is ook het bestaande park voor electriciteitsopwekking in Nederland. Momenteel wordt ongeveer de helft van electriciteit opgewekt met kolencentrales (pulverised coal) en voor de andere helft met aardgas. In deze studie wordt aangenomen dat tussen 2010 en 2015 deze kolencentrales afgeschreven zijn en vervangen worden, waarmee ruimte voor investeringen in nieuwe technologieën ontstaat. Hetzelfde geldt voor de 11 zeer moderne en schone afvalverbrandingsinstallaties (roosteroven) die ook tussen 2010 en 2015 vervangen dienen te worden.

Beschikbaarheid van biomassa en afvalstromen

Er zijn 29 verschillende stromen geïdentificeerd welke voor energieopwekking ingezet zouden kunnen worden. De huidige productie van deze stromen bedraagt omgerekend ca. 222 PJ aan stookwaarde op natte basis, maar de werkelijke beschikbaarheid voor energieopwekking wordt beperkt tot ca. 116 PJ door functieconcurrentie, ecologische aspecten, sociaal-maatschappelijke acceptatie, organisatie, logistiek en infrastructuur en het overheidsbeleid. Momenteel wordt hiervan al ca. 65 PJ ingezet en levert 40,2 PJ aan besparing op fossiele energiedragers. Kijkend naar de toekomst zijn er een aantal ontwikkelingen mogelijk. Tabel 2.

Een uitsplitsing en analyse van de verschillende stromen laat zien dat de toename in het basispad (scenario 2) zonder technische beperkingen met name gerealiseerd wordt bij gescheiden afvalstromen en de bosbouw en landbouw stromen. Daar waar de beschikbaarheid van afval afneemt van 78 naar 50 PJ, zullen de gescheiden afvalstromen door verbeterde scheidings en opwerkingstechnieken toenemen van 10 PJ tot 64 PJ. Ook vanuit de bosbouw en landbouw kan een toename van 37 PJ naar 57 PJ verwacht worden.

Tabel 21 Beschikbaarheid van afval en biomassa voor energieopwekking in 2020 volgens scenario 2, en een maximale beschikbaarheid zonder technologische beperkingen.

	volgens scenario 2		maximaal beschikbaar	
	beschikbaar (kton nat)	aangenomen prijs (Euro/ton)	beschikbaar (kton nat)	aangenomen prijs (NLG/ton)
Bosbouwbijsproducten	550	0	1.000	20
Stro (granen)	-	100	708	150
Koolzaadstro	-	100	15	150
Hennep en vlas, vezels en kern	-	0	5	0
Hooi van graszaden	-	60	138	100
Rundermest en varkensmest	-	-11	74.000	0
Swill	146	-30	216	0
Voedings- en genotmiddelenindustrie	1.500	5	9.564	120
Gesch. ingez. GFT	-	-30	1.500	-30
Gesch. ingez. oud papier en karton	2.100	-16	3.100	-16
Gesch. ingez. kunststoffen	600	-100	1.000	-100
Gesch. ingez. textiel	100	-50	400	0
Overig	10.808		10.808	
Totaal (kton nat)	20.907		107.557	
Totaal (kton droog)	13.879		24.865	
Biomassa (PJ), excl. natte mest	87		146	
Fossiele oorsprong (kunststoffen) (PJ)	21		34	
Gemengde oorsprong (PJ)	56		55	
Totaal (PJ)	164		235	

Rol van import van biomassa cruciaal voor behalen doel

Gezien de conclusie dat de binnenlandse beschikbaarheid onvoldoende is om de gestelde doelen te halen, is het van cruciaal belang hoeveel biomassa er tegen acceptabele prijzen geïmporteerd kan worden. In de studie is uitgegaan van twee tranches. De eerste tranche heeft een omvang van 30 PJ in 2020 en kost 7,5 gld/GJ (aan de poort van de centrale). De tweede tranche heeft een omvang van 200 PJ in 2020 en kost 12 gld/GJ. Om de doelstelling te halen moet ook de tweede tranche aangesproken worden.

Import van biomassa vergt overigens een veel bredere beoordeling dan alleen vanuit de Nederlandse energie-doelstelling voor biomassa. Het gaat immers ook om de rol van biomassa in de landen van herkomst, natuurbeheer, biodiversiteit, etc.

Technologieën

Op grond van bekende lopende ontwikkelingen in Nederland en daarbuiten is een lijst opgesteld van conversietechnologieën die voor de komende twintig jaar voor praktische toepassing beschikbaar zijn of kunnen komen voor de productie van elektriciteit of warmte. Tabel 4:

De lijst omvat de volgende technologieën:

- grootschalige vergassing met behulp van een circulerend wervelbed (CFB)
- kleinschalige vergassing met behulp van een circulerend wervelbed of een vastbed-vergasser (FB);
- grootschalige verbranding in een wervelbed of een roosterinstallatie;
- kleinschalige verbranding;
- mee- of bijstoken in bestaande kolen- en gasgestookte elektriciteitscentrales (STEG)
- pyrolyse met behulp van flash pyrolyse, het Pyrovac procedé of het Gybros procedé
- Hydrothermale omzetting volgens het HTU proces

Daarnaast is er aandacht besteed aan de mogelijkheid brandstof uit afval te produceren, waardoor deze niet in de conventionele afvalverbrandingsinstallaties hoeft te worden verbrand.

Deze lijst van conversietechnologieën is uitgewerkt tot een lijst van conversiesystemen waarbij aan de technologie ook één of meerdere schaalgroottes gekoppeld is op een wijze die representatief wordt geacht voor de potentiële toepassing(en) van het betreffende proces.

Table 4: Technologies considered in the roadmap, with investment costs in 2000, expected cosprice reduction and increase in efficiency in 2020. In brackets the overall efficiency, including utilisation of waste heat.

		Beschikbaar na	Investeringskosten	Kostenontwikkeling	Rendement-ontwikkeling	
schaal			2000	2000-2020	2000	2020
CFB-vergassing - gasmotor,	3 MW _e	2005	7500 kf/MW _e	-25 %	27 % (+34%)	30 % (+31%)
CFB-vergassing-STEg	30 MW _e	2005	6000 kf/MW _e	-10 %	38 %	42 %
CFB-vergassing- STEg,	150 MW _e	2010	4300 kf/MW _e	- 10 %	43 %	46 %
BFB-vergassing-turbine met/zonder warmtelevering	10 MW _e	2005	6500 kf/MW _e	- 20 %	27 %/ 22% (+34%)	30 % 26 % (+31%)
FB-gasmotor	1 MW _e	2002	4500 kf/MW _e	- 25 %	20 % (+ 30 %)	23 % (+30%)
Verbranding, wervelbed, biomassa	25 MW _e	2000	1050 kf/MW _{th}	- 10%	30 %	30 %
Verbranding, roosteroven, afval	40 MW _e	2000	5000 kf/MW _{th}	+ 20 %	22 %	30 %
Flash pyrolyse (tbv meestoken)	20 MW _{th}	2010	750 kf/MW _{th}	- 10 %	75 %	75 %
pyrolyse-bijstook kolen schoon/vuil	100 MW _{th}	2010	2800 kf/MW _e / 4500 kf/MW _e	- 10 %	35 %/ 31 %	35 % 31 %
Pyrolyse gasmotor/ stoomturbine	8 MW _e	2005	10000 kf/MW _e	- 20 %	31 % 27 %(+28 %)	34 % 30 % (+26%)
Pyrolyse STEg	30 MW _e	2005	8000 kf/MW _e	- 15 %	36 %	39 %
HTU	130 kton ds/jaar	2010	500 f/ton ds/a	- 30 %	80-87 %	85 - 87 %
Natte vergisting (mest)	30 kW _e boerderij	2000	11.000/ kW _e	- 10%	22 kWh _e /ton	22 kWh _e /ton
Droge vergisting (GFT, ONF) Thermofiele vergisting (ONF)	40.000 ton/jaar 90.000 ton/jaar	2000	GFT: 600 f/ton/a ONF 550 f/ton/a excl. E-gedeelte	- 10 %	100 kWh _e /ton	100 kWh _e /ton
Directe meestook in kolencentrale	120 MW _e (= 20 % meestook)	2000	65 kf/MW _e	-	39,5 %	39,5 %
Indirecte meestook in kolencentrale	120 MW _e (= 20 % meestook)	2000	855 kf/MW _e	-	38 %	38,0 %
Bijstook in kolencentrale via vergasser: schoon vuil	120 MW _e (= 20 % bijstook)	2000	810 kf/MW _e 2000 kf/MW _e	- 10 % - 10 %	38 % 35 %	38 % 35 %
CFB bijstook in aardgas-STEg	30 MW _e (= 10 % bijstook)	2005	2250 kf/MW _e	- 10 %	42,5% %	45 %
Bijstook in KV/STEg	25 MW _e (= 10 % bijstook)	2005	1300 kf/MW _e	- 20 %	41 %	41 %
Directe meestook in KV/STEg	10% meestook	2000	105 kf/MW _e	-	42,5%	42,5%
Stoomzijdige integratie kolen/gas	20 MW _e (= 3,5 %)	2000	2050 kf/MW _e	-	38,5 %	38,5 %
Kleinschalige verbranding	0,5 - 1 MW _{th}	2000	1000 kf /MW _{th} (+20 % bij hogere emissie-eisen)	-10 %	80 %	80 %

De Marsroutes

Op basis van de gegevens betreffende beschikbaarheid van 22 stromen en 23 technologieën zijn er 252 relevante combinaties doorgerekend en is op basis van economische en energetische criteria de optimale te plaatsen technologie geselecteerd.

Van hieruit kijkend naar de besparing op fossiele brandstoffen als gevolg van de inzet van biomassa en afval voor elektriciteitsopwekking in 2020, varieert in de marsroutes van 42 tot 192 PJ. De ondergrens doet zich voor in de marsroute waarin verondersteld is dat er in Europa en Nederland geen actief klimaatbeleid gevoerd wordt, wat resulteert (zo is aangenomen) in een lagere beschikbaarheid van afval en biomassa en het wegvallen van het stimuleringsbeleid (ecotax, groene stroom). De omvang van uitgespaarde fossiele brandstoffen is dan niet veel hoger dan het huidige niveau. De bovengrens doet zich voor in de marsroute waarin het huidige stimuleringsbeleid wordt gehandhaafd, de beschikbaarheid van binnenlandse biomassa- en afvalstromen toeneemt en er biomassa geïmporteerd wordt om het gestelde doel te halen. Zonder de import is in die marsroute de omvang van uitgespaarde fossiele brandstoffen 136 PJ. Met maximale warmtelevering bij stand-alone installaties is dit mogelijk op te hogen tot ruim 158 PJ.

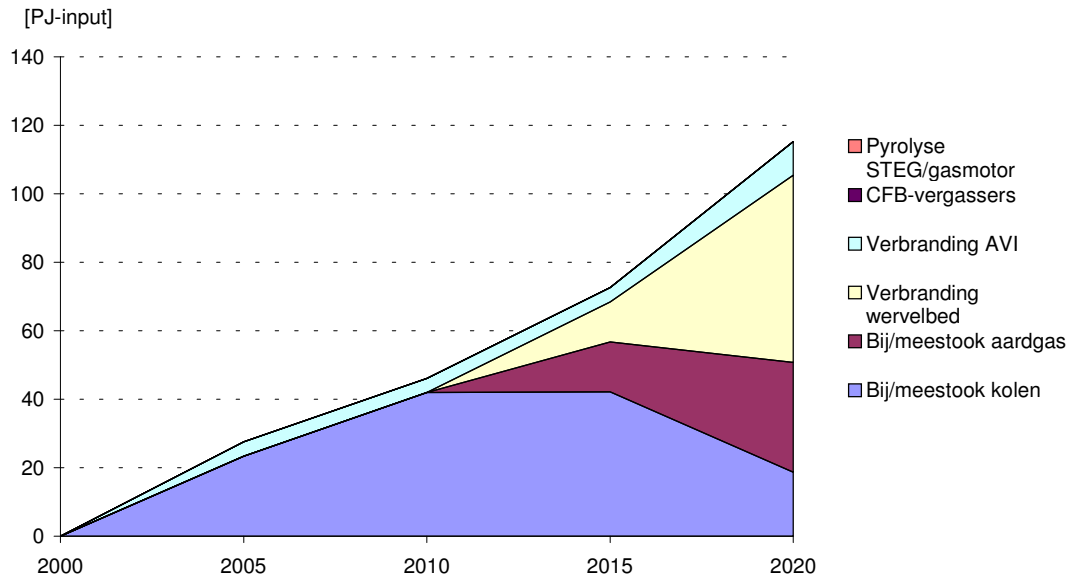
Bij voortzetting van het huidige stimuleringsbeleid, geen onttrekking van biomassa- en afvalstromen aan andere toepassingen en zonder import van biomassa (het basispad, bedrijfseconomisch perspectief), wordt er naar schatting 100 PJ fossiele brandstoffen bespaard in 2020. Als de overheid een zodanige sturing kan uitvoeren dat de technologieën met de hoogste besparing op fossiele brandstoffen worden gekozen (mits de terugverdientijd van de betreffende technologieën korter is dan 15 jaar), dan kan die 100 PJ groeien tot 115-130 PJ (de bovengrens hoort bij maximale warmtelevering bij stand-alone installaties).

In Tabel 3 zijn de resultaten van de marsroutes in termen van uitgespaarde fossiele brandstoffen samengevat. Beschikbaarheid van afval en biomassa speelt een grote rol als het gaat om de besparing op fossiele brandstoffen in 2020: bij een tweetal scenario's (wegvallen van de urgentie van het klimaatbeleid en regulering van de landbouw- en afvalsector op Europees niveau) is die beschikbaarheid zodanig dat de gehanteerde doelstellingen bij lange na niet gehaald worden.

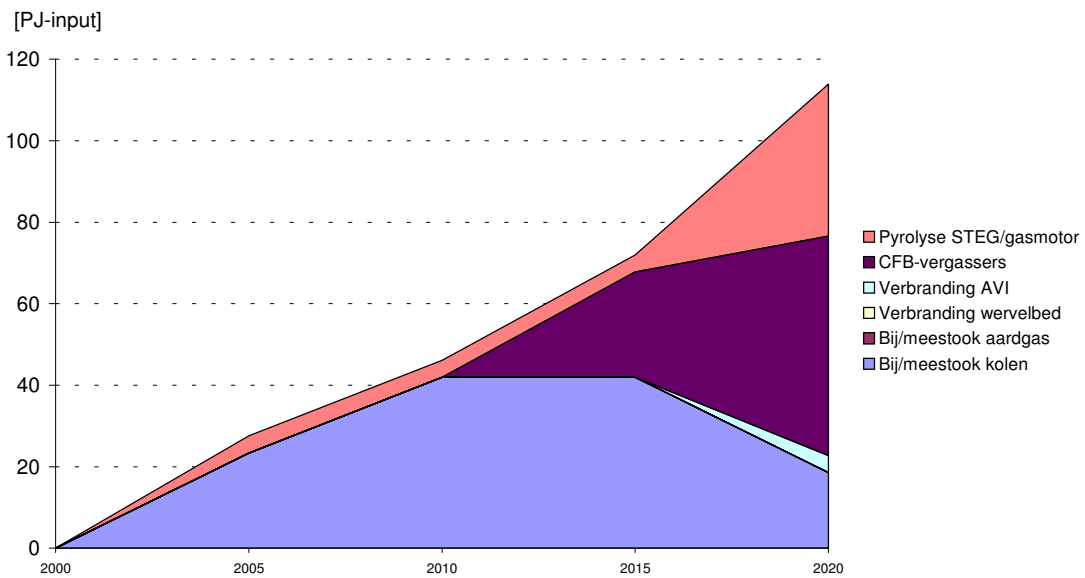
Tabel 3 Resultaten beschikbaarheid marsroutes voor het jaar 2020

Marsroute	Bedrijfseconomisch perspectief	Overheids perspectief	Overheidsperspectief met maximaal wkk bij stand-alone installaties
scenario	[PJ uitgespaard]	[PJ uitgespaard]	[PJ uitgespaard]
Wegvallen stimuleringsbeleid	42	46	51
Regulering landbouw en afvalsector	60	67	77
<i>BASISPAD (huidig beleid)</i>	<i>97</i>	<i>114</i>	<i>132</i>
Basispad met extra binnenlandse beschikbaarheid	121	136	158
Basispad met extra binnenlandse beschikbaarheid én import	141	192	Nvt

In de Figuren 1 en 2 is weergegeven welke technologieën worden gekozen in het basispad, volgens beide perspectieven. Het gaat hierbij uitsluitend om nieuwe projecten, bestaande en reeds geplande energieopwekking uit afval en biomassa is dus niet in deze plaatjes opgenomen.



Figuur S.1 *Technologiekeuze volgens het bedrijfseconomische perspectief in het basispad*



Figuur S.2 *Technologiekeuze volgens het overheids perspectief in het basispad*

Conclusies

1. Bij- en meestook spelen op de korte termijn dominante rol

Bij- en meestook in kolencentrales springen eruit als meest aantrekkelijke technologieën. Ook bijstook in gascentrales speelt een zeer belangrijke rol in de marsroutes.

In het bedrijfseconomisch perspectief zijn bij- en meestookopties in kolencentrales met afstand het meest rendabel, gevolgd door bijstookopties in gascentrales. In het overheidsperspectief zijn het ook de bij/meestookopties die de eerste tien jaar tot de meeste besparing op fossiele brandstoffen leiden. Afhankelijk van de berekeningsmethodiek gaat het dan om bij/meestook in kolencentrales *of* bijstook in gascentrales.

In de berekeningen is aangenomen dat ook in het geval van bij/meestook in kolencentrales een Groene Stroom vergoeding van toepassing is van een aantal biomassastromen. Indien de uit bij/meestook in kolencentrales opgewekte stroom niet verkocht wordt als Groene Stroom (en dus niet profiteert van het nihiltarief), wordt in de meeste gevallen bijstook in een aardgascentrale (of stoomzijdige integratie) de meest aantrekkelijke technologie. Daarnaast wordt de ‘voorsprong’ in rentabiliteit op de stand-alone opties (m.n. wervelbedverbranding) veel kleiner, maar hij blijft bestaan.

2. CFB-vergassing van biomassa en pyrolyse van afval meest veelbelovende nieuwe technologieën voor de langere termijn

Van de ‘nieuwe’ stand-alone technologieën leveren alleen de pyrolyse-opties (voor afvalverwerking) en de CFB-vergasser-STEG (voor schone biomassa en gescheiden ingezamelde afvalstromen) een significante bijdrage aan de marsroutes, zowel in het bedrijfseconomisch als overheidsperspectief. In het bedrijfseconomisch perspectief is de concurrentiepositie van CFB-vergassers t.o.v. wervelbedverbranding wel erg gevoelig voor de schattingen van de investeringskosten.

3. Alternatieve verwerking van afval lijkt bedrijfseconomisch en qua besparing interessant

Wat betreft afvalverwerking lijkt een aanzienlijke bedrijfseconomische winst te behalen met meestook dan wel wervelbedverbranding (met evt. stoomzijdige integratie in kolen- of gascentrales) van brandstof gemaakt uit de restfractie van kantoor-, winkel- en dienstenaafval en huishoudelijk afval.

Wervelbedverbranding, evt. in combinatie met stoomzijdige integratie in gascentrales, blijft dan over als technologie die in het bedrijfseconomisch perspectief een grote rol speelt. Als het gaat om maximale besparing op fossiele brandstoffen, zijn het vooral de pyrolyse-opties die de potentie lijken te hebben om veel meer energie uit afval te winnen dan nu met de AVI's gebeurt.

4. Technologiekeuze lijkt ‘robuust’

Gevoeligheidsanalyses wijzen uit dat de bij- en meestookopties tegen een stootje kunnen: ook indien de kosten van bij/meestook hoger worden verondersteld en de kosten van andere opties lager, blijft de rentabiliteit van bij/meestook groter dan van de concurrenten. Het omgekeerde lijkt te gelden voor de kleinschalige (gasmotor-)opties: ook bij gunstige aannames is de rentabiliteit lager dan van de concurrenten. Indien de stroom uit bij- en meestookopties in kolencentrales niet verkocht wordt als Groene Stroom, nemen de bijstookopties in aardgascentrales veelal de koppositie qua rentabiliteit over.

5. Grote invloed van levensduur kolencentrales en AVI's (Waste Incinerators)

De beperkte ‘beschikbaarheid’ van kolencentrales beïnvloedt de invulling van de marsroutes sterk². Levensduurverlenging van huidige centrales of nieuwbouw zou een nog veel zwaarder accent op bij- en meestook in kolencentrales met zich meebrengen. Dit leidt echter wel tot meer kolengebruik en, zonder additionele eisen aan de CO₂-emissies van die kolencentrales, tot meer CO₂-emissies.

In de studie is verondersteld dat bestaande AVI's voor 2020 uit bedrijf genomen worden en een aantal plannen voor nieuwe AVI's nog niet definitief zijn. Als bestaande AVI's langer in bedrijf blijven en/of alle huidige plannen gerealiseerd worden, is er geen ruimte voor nieuwe technologie bij de verwerking

² Er is aangenomen dat de huidige kolencentrales een levensduur van ongeveer 30 jaar bereiken en rond 2010 – 2015 buiten bedrijf gesteld worden.

van afval. Vanuit het oogpunt van energiebesparing heeft dat behoorlijke consequenties, aangezien juist bij de energiewinning uit afval nog grote winsten te halen lijken (zie boven).

Grote invloed van maximale bijstookfactor

In de studie is een maximale bijstookfactor gehanteerd van 30% (op energiebasis) voor kolencentrales en 10% voor gascentrales. Aangezien de beschikbaarheid van bijstookvermogen een beperkende factor is in de marsroutes, ligt het voor de hand om onderzoek te doen naar de mogelijkheden om de bijstookfactor te verhogen. Zo is bijvoorbeeld één van de claims van HTU dat met de geproduceerde brandstof een veel hogere bijstookfactor haalbaar is.

Biomassa versus aardgas

In de meeste energiescenario's tot 2020 breidt het elektriciteitspark in Nederland zich verder uit, met name in de vorm van aardgasgestookte centrales, veelal als warmte/kracht installatie. De vraag kan gesteld worden of een aantal van deze installaties niet biomassa-gestookt zouden kunnen worden. Voor de stromen met een negatieve of licht positieve prijs blijkt m.n. wervelbedverbranding inderdaad een hogere NCW/inv te hebben dan de aardgas-STEg en ook dan de aardgas-STEg inclusief ombouw. De veel hogere investeringskosten worden gecompenseerd door de lagere brandstofkosten, de afdrachtskorting REB en de groene stroom vergoeding. Echter, zolang er bestaande STEg's of kolencentrales voorhanden zijn, blijft bij/meestook een rendabeler benutting van biomassastromen dan stand-alone opties.

Divers beeld

Zowel (wervelbed-)verbranding, vergassing en pyrolyse spelen een belangrijke rol in de marsroutes. HTU speelt een minder grote rol (m.n. omdat verondersteld is dat HTU pas na 2010 beschikbaar is), maar de verschillen in rentabiliteit tussen HTU en de andere bij/meestookopties zijn niet erg groot. Vergisting komt in de marsroutes niet voor, maar met name mestvergisting lijkt perspectieven te bieden indien andere stromen bijgemengd kunnen worden.

Geen kans voor kleinschalige opties?

De kleinschalige stand-alone technologieën komen niet aan bod in de marsroutes, met uitzondering van de pyrolyse-gasmotor optie voor (kleine) afvalstromen. Nagegaan zou moeten worden of wellicht de logistieke voordelen (o.a. contracteerbaarheid van inputs) van kleine installaties in deze studie onderschat worden, en mogelijk de 'economies of scale' van grote installaties overschat. Bovendien kan kleinschalige technologie een onmisbare stap zijn op weg naar grootschalige installaties.

Concurrentie met andere opties

Ten aanzien van de 'concurrentie' met andere opties voor CO₂-reductie kan gesteld worden, dat de bij- en meestookopties qua kosten passen in de range van het basispakket uit deel 1 van de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid [5]. Bij de gehanteerde importprijzen voor import (7,5 en 12 gld/GJ, aan de poort van de centrale), zit deze optie aan de bovenkant van die range.

Ten opzichte van transportbrandstoffen uit biomassa, zoals bestudeerd in GAVE-kader [6], kan gesteld worden dat de bij/meestookopties goedkoper zijn en dat de goedkopere stand-alone opties vergelijkbare kosten hebben, in termen van kosten per ton CO₂.

Ten aanzien van andere duurzame opties voor elektriciteitsopwekking is de vergelijking met offshore wind het meest relevant. In z'n algemeenheid kan gesteld worden dat de bij- en meestookopties tot een lagere kWh-prijs leiden dan offshore wind. Stand-alone opties, met name voor biomassa stromen met een positieve prijs, kennen in het algemeen een hogere kWh-prijs dan offshore wind.

Vragen:

Andere prijzen voor afval en biomassa?

In deze studie is geen rekening gehouden met effecten op de prijzen van biomassa en afval als gevolg van de inzet voor energieopwekking. De huidige negatieve prijzen van veel stromen leveren een belangrijke bijdrage aan de economische rentabiliteit. Het mogelijk stijgen van de prijzen kan daardoor grote gevolgen hebben, temeer daar dit ook effect kan hebben op de contracteerbaarheid.

Veranderingen in het stimuleringsbeleid voor duurzame energie

De huidige fiscale stimulering van duurzame energie heeft een grote invloed op de rentabiliteit van de beschouwde opties. Het geheel vrij worden van de Nederlandse markt voor duurzame energie of (later) van de Europese markt, kan gevolgen hebben van de mate van fiscale ondersteuning. Het huidige Nederlandse stimuleringsbeleid komt overeen met het effect van een Europese heffing van meer dan 50 Euro per ton CO₂. Het is zeer de vraag of een Europese heffing een dergelijk niveau zal bereiken. Zo niet, dan verslechtert de rentabiliteit van de in dit rapport bestudeerde opties. Bovendien kan er meer concurrentie tussen verschillende duurzame opties ontstaan. Bij- en meestook lijken de concurrentie met offshore wind goed aan te kunnen, voor de stand-alone opties wordt dat al veel moeilijker.

Restproducten

In de berekeningen is geen rekening gehouden met de kosten en opbrengsten van verkoop/verwerking van restproducten zoals de assen. De relatie tussen de eigenschappen van de assen en de waarde ervan valt buiten het bestek van deze studie. Impliciet wordt derhalve aangenomen dat deze problematiek geen invloed heeft op de keuze voor technologieën. Met name bij de verschillende verwerkingsroutes voor de restfracties afval verdient deze problematiek veel aandacht.

Referenties

- [1] Kwant, K.W., Dijk, G.J. van, Policy, strategy and implementation of bioenergy in the Netherlands, 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, Spain, 5 – 9 June 2000, page 1217 – 1219.
- [2] Deployment of Renewable Energy in a liberalised energy market by Fiscal Instruments in the Netherlands, Kwant, K.W. Ruijgrok, W, paper for IEA Market deployment project, <http://www.iea.org/impag/deploiy/>
- [3] Ministry of Economic Affairs, governmental papers: <http://www.ez.nl/nota/den/action.pdf> or <http://www.minez.nl>
- [4] Marsroutes voor elektriciteit- en warmte opwekking uit afval en biomassa, in 4 delen uitgebracht Novemrapport 2ewab00.20 – 23, december 2000, Price Waterhouse Coopers, ECN, TNO-MEP.
- [5] Klimaatnota: <http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html?id=1314>
- [6] Gaseous and liquid fuels in the Netherlands, <http://www.novem.org/gave>