



BIOMASSA



Bio-energie

**Omzetten van
vaste biomassa in
hernieuwbare warmte
en elektriciteit**





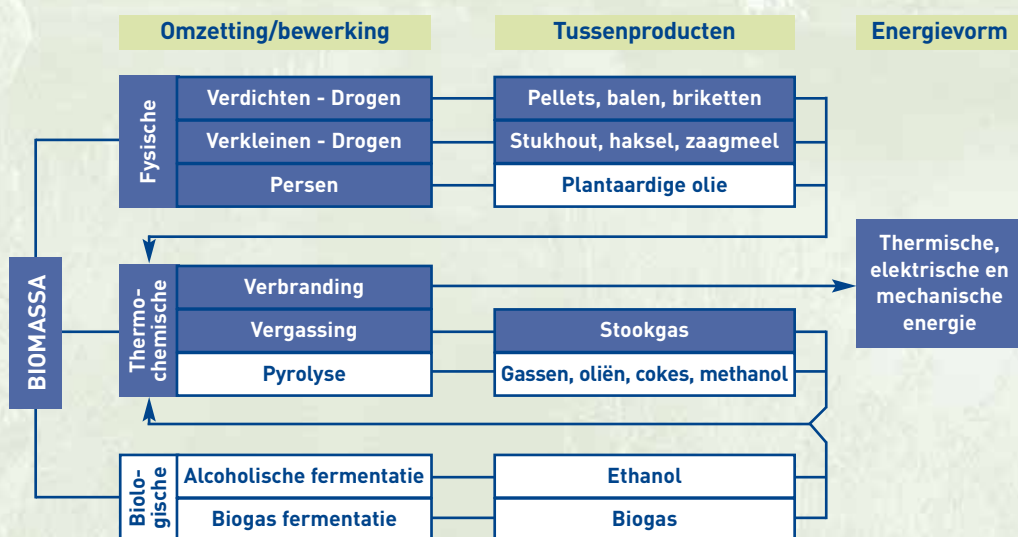
Bio-energie

INHOUD

Omzetten van vaste biomassa in hernieuwbare warmte en elektriciteit

1	INLEIDING	5
	MEER VRAAG NAAR HERNIEUWBARE ENERGIE	6
	WAT LEERT U IN DEZE BROCHURE?	7
2	WAT IS BIOMASSA?	9
	VASTE BIOMASSA IN VERSCHILLENDE VORMEN	10
	HANDEL IN BIOMASSA?	12
	KENMERKEN VAN BIOMASSA	14
3	BIOMASSA VOORBEHANDELEN	19
	WELKE VOORBEHANDELING VOOR WELK MATERIAAL?	20
4	ENERGIEPRODUCTIE DOOR VERBRANDING	25
	VOLLEDIGE VERBRANDING	25
	VERBRANDING MET VERGASSING	27
	WAT MET HET RESTAFVAL NA OMZETTING?	29
5	MOGELIJKHEDEN MET DE GEWONNEN ENERGIE	31
6	VERGUNNINGEN EN SUBSIDIES	39
	EMISSIEREGLEMENTERING	41
	STEUNMAATREGELEN	42
7	KOSTEN	47
8	PROJECTVOORBEELDEN	53
	VOORBEELD 1. TUINBOUWBEDRIJF MET HOUTVERWARMING	53
	VOORBEELD 2. BIOBARPROJECT	58
	VOORBEELD 3. SOCIALE WONINGBOUWPROJECT VERWARMDE MET HOUTPELLETS	62
9	STAPPENPLAN	65
	NUTTIGE ADRESSEN	67
	WEBSITES	73
	VERKLARENDE WOORDENLIJST	74
	BIBLIOGRAFIE EN BRONNEN	75

Figuur 1. Mogelijkheden voor de omzetting van vaste biomassa tot energie



1

INLEIDING



Ons energiegebruik staat elke dag meer ter discussie. We moeten zuiniger omspringen met fossiele brandstoffen. Daar is iedereen het mee eens. En het is de hoogste tijd om ook alternatieve energiebronnen aan te boren. Daar stellen mensen zich al meer vragen bij. Want wat zijn die alternatieven dan? Waar vinden we ze? Hoe gebruiken we ze? En wat brengen ze op?

Zon, wind en waterkracht zijn ongetwijfeld de meest bekende duurzame energiebronnen, met talrijke toepassingsmogelijkheden. Wilt u ook hier meer over weten, neem dan contact op met ODE-Vlaanderen (www.ode.be) of neem contact op met het Vlaams Energieagentschap (www.energiesparen.be).

In deze brochure gaan we in op een andere alternatieve energiebron: energie uit biomassa en in het bijzonder de energieproductie uit vaste biomassa. In veel gevallen is deze vaste biomassa een restproduct of afvalstroom uit andere (industriële) processen. Dit levert belangrijke voordelen op. U zet restproducten op een milieuvriendelijke manier om in CO₂-arme energie. Anders gezegd, u raakt van uw reststroom af, produceert nuttige energie en bespaart op uw energiefactuur.

Naast deze brochure over het gebruik van vaste biomassa zijn er nog twee andere brochures beschikbaar. In een volgende brochure stellen we biogas als een tweede alternatief voor. Een derde brochure is gewijd aan het gebruik van biobrandstof voor onze mobiliteit.

In figuur 1 staan de mogelijke routes om biomassa om te zetten tot energie vermeld. De routes voor vaste biomassa, behandeld in deze brochure, zijn hierin benadrukt.

Geen van de drie brochures claimt volledigheid. Ze zijn eerder bedoeld als inspiratiebron en leidraad wanneer u concrete stappen wilt zetten naar duurzaam energiegebruik. Voor verdere informatie verwijzen wij u graag naar de diverse experts op dit gebied of naar het informatiepunt Bio-energie van ODE-Vlaanderen.

Ik wens u in naam van het ODE- en VITO-team een aangename lectuur.

Frank Snijders
Algemeen directeur ODE-Vlaanderen zvw

Dirk De Keukeleere
Hoofd energietechnologie VITO



Meer vraag naar hernieuwbare energie

De vraag naar hernieuwbare energie neemt toe. Bewuste consumenten vragen ernaar, bewuste bedrijfsleiders raken erin geïnteresseerd wanneer ze in hun eigen bedrijf oplossingen zoeken voor rationeel energiegebruik. Overheden met visie beseffen hun voorbeeldfunctie.

Deze groeiende belangstelling wordt aangemoedigd door Europa. In 2010 moet in Vlaanderen het aandeel hernieuwbare energie sterk toenemen.

In 2010 zou gans Europa 12% van de energiebevoorrading met duurzame, hernieuwbare energie moeten voorzien. Door het Kyoto-protocol te aanvaarden, verplichten we er ons bovendien toe om de CO₂-uitstoot te beperken. Het gebruik van hernieuwbare energie is daarbij een grote hulp.

Biomassa

IETS VOOR U?

Stel: u beschikt in uw bedrijf over grote hoeveelheden organisch afval. Of laten we dit voortaan organisch restmateriaal noemen. Wat doet u ermee? Afvoeren naar een afvalverwerkingsinstallatie? Of zelf gebruiken om te voorzien in het geheel of een deel van uw energiebehoefte? Dat laatste klinkt aantrekkelijk. Zeker met de hoge olieprijs in gedachten. Als ondernemer gaat u natuurlijk niet over één nacht ijs. Uiteraard stelt u zich eerst een pak vragen, voordat u gaat investeren:

Welke technologie kan ik het best kiezen?

Beschik ik wel over voldoende materiaal om een dergelijke investering te verantwoorden?



Kan ik eventueel zelf een 'energieteelt' verbouwen?
Kan ik van steunmaatregelen genieten? En waar vind ik informatie?
Moet ik vergunningen aanvragen? Welke?
Welke investering vergt dit van mijn bedrijf?

Om op al deze vragen een sluitend antwoord te krijgen op maat van uw bedrijf, roept u best de deskundigheid in van een energie-expert. Deze brochure dient u daarbij als hulpmiddel en als leidraad om bedrijfseconomisch en technisch, verantwoorde keuzes te maken.

Wat leert u in deze brochure?

Zit u in uw bedrijf met een afvalstroom van vaste biomassa, waarmee u geen raad weet of die u handenvol geld kost? Wilt u in uw gemeente uw voorbeeld-functie opnemen en geraakt u makkelijk aan een flinke voorraad vaste biomassa, bijvoorbeeld van landbouwers uit uw gemeente? Hebt u in uw bedrijf een flinke energiebehoefte in de vorm van warmte en/of elektriciteit? Dan valt het te overwegen een omzettingsinstallatie voor biomassa te installeren.

Het gaat hier doorgaans niet om kleine investeringen. Daarom bent u erbij gebaat te weten wat u met de beschikbare biomassa kan doen, hoeveel u dit kost en wat het u opbrengt. In negen hoofdstukken komt u daar achter.

- Eerst leest u wat vaste biomassa in feite is. Zo ontdekt u meteen of u in uw bedrijf of gemeente over een voldoende voorraad beschikt.
- Daarna komt u in hoofdstuk 3 te weten welke voorbehandeling de biomassa in uw geval moet ondergaan om ze om te zetten in energie. U krijgt hiermee een eerste zicht op de investeringskost.
- In hoofdstuk 4 krijgt u een woordje uitleg over de twee conversie- of omzettingssystemen voor vaste biomassa. U gaat na welk conversiemethode in aanmerking komt voor de hoeveelheid en samenstelling van de biomassa waarover u beschikt.
- In hoofdstuk 5 vertellen we wat u met de gewonnen energie kunt doen: omzetten in warmte, elektriciteit of een combinatie daarvan.
- In hoofdstuk 6 gaan we in op de wetgeving en vergunningen betreffende hernieuwbare energie. Maar ook uw financiële voordelen komen erin aan bod via subsidiëringen en het verwerven van groenestroomcertificaten.
- Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de te verwachten kosten door het geven van een praktisch rekenvoorbeeld.
- Hoofdstuk 8 laat drie succesvolle praktijkvoorbeelden zien waarin gedemonstreerd wordt wat het u kan opleveren.
- Hoofdstuk 9 bevat een stappenplan met veel vragen waar u antwoord op dient te krijgen als u denkt aan het opzetten van een project waarbij u biomassa omzet naar warmte en elektriciteit.
- Ten slotte wordt achteraan de brochure aangegeven waar u informatie kunt krijgen bij het vinden van antwoorden op die vragen.



2

WAT IS BIOMASSA?

Gedurende vele eeuwen was biomassa naast bouwstof en voedingsproduct ook een belangrijke energiebron. Dat veranderde ten tijde van de industrialisatie. Sindsdien beschouwde men biomassa overwegend als bouwstof, voedingsstof ofwel als afval. Een tussenweg was er niet. Vandaag beseffen we opnieuw dat biomassa nuttig kan zijn om in onze energiebehoefte te voorzien. We beseffen zelfs dat er kansen zijn voor een doelbewuste teelt van energieplanten, zoals koolzaad of populier. Bij het opwekken van energie uit biomassa gaan economie, ecologie en duurzame energie bijgevolg hand in hand.

Een bos voor biomassa en méér

In Zweden worden bossen aangeplant met de bedoeling het hout te gebruiken als energiebron. Dit zogenaamde korte omloop hout levert intussen tal van andere voordelen op. Wilgen en populieren halen belangrijke hoeveelheden zware metalen uit de bodem. Bij verbranding blijven die achter in de assen of filters van de installatie, waarna ze op deskundige en milieuvriendelijke wijze kunnen worden verwijderd uit de leefomgeving. Zo hebben bomen een bodemsanerend effect, hoewel dit jaren in beslag neemt.

Dankzij een uitgekiend systeem van afwisselende aanplantingen in soorten en tijdstippen (waardoor ook de oogst gespreid wordt in de tijd), is een dergelijk biomassabos een belangrijke biotoop voor vogels, kleine dieren en planten.

Maar deze aanplantingen dragen toch vooral bij tot het beperken van de CO₂-uitstoot. Tijdens hun groei nemen ze CO₂ uit het milieu op. Bij verbranding komt dezelfde hoeveelheid CO₂ weer vrij. Het netto resultaat is nul % méér CO₂.

Vaste biomassa in verschillende vormen

Biomassa kan in verschillende groepen verdeeld worden. Dat kan op basis van de samenstelling, maar ook op basis van zijn oorsprong.

Op dit ogenblik komt de meeste biomassa voort als restproduct van economische activiteiten, hetzij de landbouw, hetzij de industrie. Maar zoals eerder aangestipt, kunnen bepaalde gewassen louter als biomassa verbouwd worden en zo nieuwe kansen scheppen voor vooruitziende landbouwers. Uit de houtindustrie blijkt dat veel restproducten al gebruikt worden voor energieproductie of hergebruikt worden in andere producten. Hergebruik verdient hierbij altijd de voorkeur.

Voor het gebruik van biomassa is het van belang of de reststroom als biomassa-product, biomassa-afval of afval aangeduid wordt. Voor biomassaproducten en biomassa-afval gelden gelijke emissievoorwaarden. Voor afval geldt een strengere reglementering. Over het algemeen kan plantaardig materiaal van de landbouw, bosbouw of de levensmiddelenindustrie als biomassa of biomassa-afval beschouwd worden. Net zoals vezelachtig plantaardig afval van het wassen, sorteren en ziften bij de pulp- en papierproductie. Vooral bij schone zuivere reststromen moet hergebruik afgewogen worden alvorens de biomassa ingezet wordt voor energieproductie.

Biomassa volgens oorsprong

Land- en bosbouwreststoffen

De landbouw produceert überhaupt heel wat biologische reststoffen. Als vaste biomassa zijn vooral hout- en grasachtige reststoffen van belang. Zo kunnen stro en houtresten (bij bosbouw) ingezet worden voor directe omzetting naar energie. Droge mest zoals kippenmest kan gebruikt worden voor energiewinning door verbranding. Nattere drijfmest zal eerder door middel van vergisting energie opleveren.

Industriële reststoffen

In de industrie zijn vooral de houtachtige reststoffen van belang voor directe omzetting naar energie. Denk hierbij aan resthout van de houtverwerkende industrie en schrijnwerkerijen. In de houtindustrie worden al veelvuldig houtresten gebruikt voor het drogen van bijvoorbeeld proceshout.

Bedrijfsafval

Bedrijven gebruiken en verwerken allerlei organische producten. Sloophout en hout van afgekeurde paletten zijn een mogelijke bron voor directe energieproductie. Ook snoeiafval kan mogelijk ingezet worden voor directe energieproductie. Mogelijk

moeten de reststoffen eerst voorbehandeld worden, waarna het hout bruikbaar is als energiegrondstof.

Gemeentelijke reststoffen

Gemeenten verzamelen grote hoeveelheden afvalstoffen of hebben deze zelf ter beschikking. Snoeihout van gemeentelijke plantsoenen met een goedgekeurd beheersplan kan ingezet worden voor directe energieproductie. Ook bermmaaisel, beschikbaar van het onderhoud aan wegbermen, kan hierbij in beschouwing genomen worden.

Energieteelten

Vrij nieuw is het gebruik van houtachtige gewassen zoals populier en wilg die enkel toegepast worden als energiegewas. Het hout van de wilg en populier wordt gebruikt voor directe omzetting naar energie. Ook worden traditionele gewassen geoptimaliseerd voor energie-toepassingen. Zo kan men van koolzaad pure plantaardige olie (PPO) maken en van suikerbieten kan men bio-ethanol maken. Beide biobrandstoffen vormen een alternatief voor benzine en diesel. Meer info over energieplanten voor biobrandstof vindt u in de ODE-brochure over dit thema.

Let op over wat voor biomassa u ter beschikking heeft; biomassa, biomassa-afval of afval.

Let op: Het zijn vooral houtachtige reststromen die tot op heden ingezet worden voor direct omzetting naar energie.

Korte omloophout

Korte omloophout zijn hakhoutbossen bestaande uit snelgroeiende boomsoorten zoals populier en wilg, die in een hoge dichtheid zijn geplant en frequent geoogst worden (elke drie tot vijf jaar). De geoogste stammetjes worden versnipperd tot houtchips.

Voor de aanleg wordt de grond voorbereid op dezelfde manier als bij een klassieke landbouwteelt, waarbij een onkruidvrije start belangrijk is. Er worden 10 000 à 15 000 stekken geplant per hectare. Na elke 3 jaar wordt er geoogst, gevolgd door een onkruidbestrijding tijdens het eerste jaar van hergroei. De stobben zijn na een 6-tal oogsten uitgeput en moeten dan gerooid worden. Korte omloophout met populier en wilg levert een gemiddelde opbrengst van 10 à 12 ton droge stof per jaar en per hectare.

Het eerste energiebos in Vlaanderen

In 1996 plantten onderzoekers van de Universiteit Antwerpen het eerste Vlaamse energiebos aan. Het bevindt zich in de Krekelenberg, op het grondgebied van de gemeente Boom.

Op een halve hectare kwamen 17 verschillende populiersoorten te staan, in totaal ongeveer 5.000 stuks. Na één jaar werden de boompjes teruggesnoeid tot op 5 cm, zodat zich meerdere stammetjes vormden. Vier jaar later in 2001 werd voor het eerst geoogst en kon 30 ton vers hout worden afgevoerd. In 2004 ging voor de tweede keer de hakselmachine door de plantage, dit keer om 17 ton hout te winnen.

De beide oogsten werden via vergassing omgezet in elektriciteit. De eerste keer gebeurde dit in een kleinschalige installatie van de UCL in Louvain-la-Neuve, de tweede keer werkte de Universiteit samen met Electrabel en vond de vergassing plaats in de elektriciteitscentrale van Ruien.

Hoeveel energie beide oogsten opleverden, leest u in tabel 1.

Tabel 1: De opbrengst van een proefveld met populier als energiebos in Boom.

	1 ^{ste} rotatie	2 ^{de} rotatie
Biomassaopbrengst per hectare ton/j	6,8 droog	10,0 vers
Energie-inhoud GJ/ton	18	7,5
Opbrengst elektriciteit MWhe	7,1	7,5
Aantal gezinnen	1,9	2,0

Handel in biomassa?

De meeste biomassa die hier gebruikt wordt, komt van eigen bodem of wordt overzees aangevoerd.

- **Biomassa in Vlaanderen**

Uit allerhande studies blijkt dat de omzetting van schone houtresten in energie al op grote schaal plaatsvindt. Het omzetten van andere reststromen als snoeihout en stro gebeurt echter vrijwel niet. Wellicht zitten hier nog veel kansen, zeker ook voor kleinschalige projecten.

- **Biomassa van overzee**

Om volledig te voldoen aan de behoefte aan groene energie voert België vandaag al belangrijke volumes houtpellets in uit bijvoorbeeld Canada. Deze pellets vinden hun weg voornamelijk naar grote energiecentrales.

- **Biomassa in Europa**

Voor middelgrote ondernemingen met een grote energiebehoefte is invoer uit buurlanden als Duitsland of Frankrijk een interessante optie. Hiertoe worden leveringscontracten afgesloten met leveranciers. Via het Europees handelsplatform voor biomassa (**www.bioxchange.com**) kunt u biomassa elders in de wereld aankopen of verkopen. Via dit platform vinden vraag en aanbod elkaar. Het vergroot de bevoorradingszekerheid en maakt het makkelijker om investeringsbeslissingen te nemen. BioXchange moet ook voorkomen dat biomassa onbenut blijft of over te grote afstanden wordt vervoerd. U haalt uw voorraad toch het liefst dicht bij de deur?

BioXchange

Biomassa is overal. Maar niet overal is ze even massaal aanwezig. En niet overal is er evenveel vraag naar. Vandaar dat vandaag in Europa een handelssysteem is opgezet om grote hoeveelheden biomassa te verhandelen, zodat deze niet onbenut blijven en daar terecht komen waar ze nodig zijn. Dit gebeurt via het virtueel handelsplatform.

BioXchange is een platform waar biomassa aangeboden kan worden en kopers zich kunnen melden. Op **www.bioxchange.be** kunt u zich aanmelden. U kunt dan biomassa te koop aanbieden of aangeboden biomassa aankopen. U handelt hierbij direct met de aanbieder of verkoper zonder tussenkomst van het forum. Zaken als transport en levering wordt onderling afgesproken en u zult zelf moeten waken voor de kwaliteit van de aangeboden of verkochte biomassa. **BioXchange** kan u hierbij eventueel helpen.

Kenmerken van biomassa

Vaste biomassastromen zijn niet altijd even bruikbaar voor directe omzetting naar energie. Zo kan het energiegehalte van de verschillende materialen sterk variëren. Ook moet het materiaal eventueel een voorbehandeling ondergaan en is de samenstelling van belang voor de keuze van de techniek. Een kort overzicht van de belangrijkste kenmerken.

- **Het gehalte aan mineralen**

Mineralen zijn chemische elementen als calcium, kalium en magnesium. Grasachtige gewassen en boomschors bevatten meer mineralen dan zuiver hout. Calcium, kalium en magnesium komen er in hogere concentraties voor. Die mineralen komen terecht in de as met een lagere **assmelttemperatuur** als gevolg. Vloeibare asdeeltjes koeken makkelijker aan op koude keteldelen waardoor deze sterker vervuild raken. Installaties voor directe omzetting van biomassa worden ontworpen specifiek voor het materiaal dat u ter beschikking heeft om vervuiling zo veel mogelijk tegen te gaan. Afhankelijk van het soort biomassa kan er bijvoorbeeld voor een lagere verbrandingstemperatuur gekozen worden, wat het rendement van de installatie beperkt.

- **Vorm en dichtheid**

Installaties voor de omzetting van biomassa in energie zijn ontworpen voor specifieke dimensies. Te grote stukken komen klem te zitten, te kleine verstopen de toevoer. De vorm, stukgrootte én de dichtheid van het aangeleverde materiaal bepalen het ontwerp van de installatie. Dit heeft uiteraard ook gevolgen voor de wijze van transport en voeding van de installatie. Mogelijk moet het materiaal op voorhand verkleind, verdicht of gescheiden worden voor het bruikbaar is als brandstof. De stukgrootte varieert sterk, van fijn houtpoeder tot grote houtblokken en complete stobalen.

- **Energiedichtheid en vochtgehalte**

De energiedichtheid van een materiaal wordt bepaald door de **calorische waarde** van het droge materiaal en het vochtgehalte. De calorische waarde geeft aan hoeveel warmte een hoeveelheid droog materiaal afgeeft bij verbranding. De **stookwaarde** van een materiaal geeft aan hoeveel nuttige warmte datzelfde materiaal ongedroogd oplevert. Het vochtgehalte heeft inderdaad een grote invloed op de hoeveelheid nuttige warmte die uiteindelijk beschikbaar komt. De calorische waarde en de stookwaarde van het materiaal kunnen bijgevolg erg verschillen. Dit is eenvoudig te verklaren. Vochtig materiaal gebruikt een groot deel van de opgebrachte energie om het vocht te verdampen. De energie nodig voor het verdampen gaat verloren via de rookgassen. Vocht beïnvloedt ook het gewicht wat gevolgen

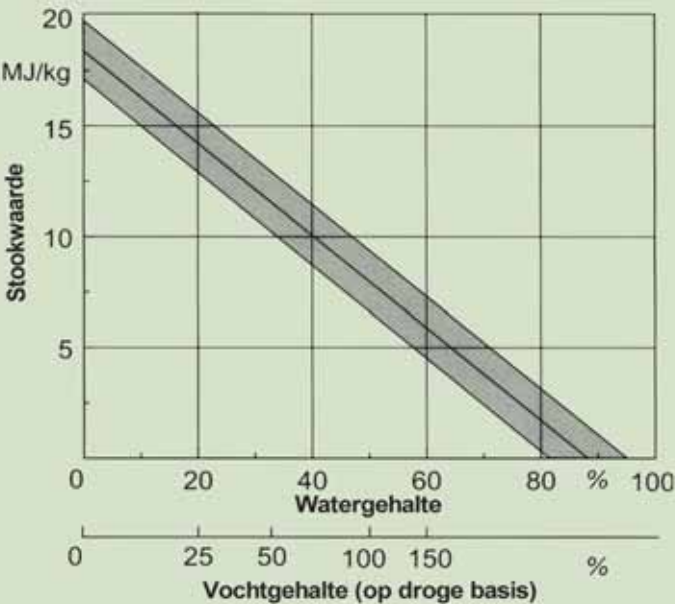
heeft voor het transport van het materiaal. Het vochtgehalte van biomassa kan sterk variëren, bij hout bijvoorbeeld kan het 10% tot ruim 60% van het gewicht uitmaken. Tabel 2 laat de calorische waarde en de stookwaarde zien van bast, zaagsel en stro bij een bepaald vochtgehalte. De tabel laat duidelijk zien dat de stookwaarde lager is ten opzichte van de calorische waarde.

Tabel 2: Enkele materialen en de relatie tussen vochtgehalte en energiedichtheid.

	Vochtgehalte	Calorische waarde	Stookwaarde
	Gew.% droge stof	kWh/kg droge stof	kWh/kg vochtige stof
Bast	50	5,6	2,3
Zaagsel	50	5,5	2,2
Stro	15	5,2	4,0

De energiedichtheid en het vochtgehalte van het materiaal bepalen mee het opslagvolume, de verbrandingstemperatuur en bijgevolg ook de afmetingen van de installatie. Het is belangrijk om de calorische waarde en het vochtgehalte van het materiaal te kennen. Hiermee kan de stookwaarde bepaald worden.

Figuur 2 maakt duidelijk hoe de stookwaarde van de biomassa afneemt naarmate het vochtgehalte hoger ligt.



Figuur 2.
De relatie
tussen het
vochtgehalte en
de stookwaarde

- **Andere chemische elementen**

Chemische elementen als chloor, zwavel en stikstof hebben naargelang hun concentratie invloed op de schadelijke rookgassen die vrijkomen bij verbranding. De hoeveelheid chloor bepaalt de emissie van dioxines en furanen. Stikstof is verantwoordelijk voor de uitstoot van stikstofoxiden (NOx) en zwavel voor zwaveloxiden (SOx). Het spreekt voor zich dat dergelijke emissies tot het minimum beperkt moeten blijven. Dit kan door de verbrandingscondities zorgvuldig in te stellen. Uiteraard is het in dat geval nodig de aanwezige concentratie vrij nauwkeurig te bepalen. Tabel 3 toont het typische stikstof-, zwavel- en chloorgehalte van hout, stro en schors. Hout blijkt relatief weinig stikstof, zwavel en chloor te bevatten ten opzichte van zowel stro en bast.

Tabel 3: De relatie van stikstof, chloor en zwavel t.a.v. verschillende soorten biomassa.

	Stikstof mg/kg db	Zwavel mg/kg db	Chloor mg/kg db
Hout	900-1.700	70-300	50-60
Stro	3.000-5.000	500-1.100	2.500-4.000
Bast	3.000-4.500	350-550	150-200

db = op basis van droog materiaal (dry based)

Zoals aangegeven heeft de chemische samenstelling van de as invloed op de assmelttemperatuur en op de samenstelling van de rookgassen. De chemische samenstelling van de biomassa heeft daarmee invloed op de keuze van de installatie en de instelling van de installatie. De samenstelling van de rookgassen noopt wellicht tot een rookgasreiniging. Het is daarom van belang de chemische samenstelling van de aangeboden biomassa te kennen.

Hoe biomassa de CO₂-productie beïnvloedt

U heeft al kunnen lezen dat Europa zich tot doel heeft gesteld om de emissies van broeikasgassen te reduceren. Dit kan door het gebruik van biomassa voor energie opwekking.

Planten – biomassa dus – nemen door fotosynthese CO₂ op en zetten die om in zuurstof. De koolstof wordt gebonden als biomassa in hout, gras, ... Bij verbranding komt deze koolstof weer vrij als CO₂. Doordat deze meteen weer opgenomen wordt door planten verhoogt dit niet de concentratie broeikasgassen in de atmosfeer. Dit wordt de korte koolstofcyclus genoemd.

Fossiele brandstoffen bevatten koolstof die al miljoenen jaren opgeslagen is. Bij verbranding komt deze opnieuw vrij als CO₂ waarmee ze de CO₂-concentratie in de atmosfeer wel verhoogt.

Het grootschalige gebruik van fossiele brandstoffen heeft wereldwijd grote klimatologische gevolgen. Zo wordt de opwarming van de aarde toegeschreven aan de grootschalige uitstoot van CO₂ door het gebruik van fossiele brandstoffen.

Fossiele brandstoffen hebben niet alleen negatieve milieueffecten, ze worden ook schaars. Het is daarom van groot belang om alternatieven aan te dragen. Biomassa kan hierin een grote rol spelen.

Economische voordelen

Energieproductie uit vaste biomassa kan zeker economische voordelen opleveren. Indien u eigen biomassa ter beschikking heeft voor energieproductie reduceert u direct uw energiefactuur. Ook de transportkosten zijn dan beperkt aangezien de biomassa lokaal beschikbaar is.

Bij aankoop van biomassa elders hangt het van de prijs en de transportkosten af of het economisch interessant is om zelf energie op te wekken uit biomassa.

Wanneer u in uw onderneming of gemeente bovendien zélf instaat voor de productie van energie, bent u minder afhankelijk van de fossiele energieprijzen.

Hoofdstuk 8 laat drie praktijkvoorbeelden zien waarbij het gebruik van biomassa voor energieopwekking duidelijk economische voordelen heeft.

Of het ook voor u economische voordelen kan opleveren, zult u zelf moeten nagaan. Deze brochure geeft u hierin een handreiking naar de mogelijkheden en wat er allemaal bij komt kijken.



3

BIOMASSA VOORBEHANDELEN

In Vlaanderen zijn een groot aantal biomassastromen beschikbaar. Een belangrijk deel hiervan blijft onbenut voor de omzetting in warmte of elektriciteit. Eén van de redenen daarvoor is wellicht de ontbrekende kennis over hoe deze biomassa gebruikt kan worden.

Niet elke biomassa kunt u zonder meer omzetten in energie. Afhankelijk van de installatie worden specifieke vorm- en kwaliteitseisen gesteld aan de biomassa. En ook uit de aard van het materiaal blijkt of een voorbehandeling al dan niet nodig is. U weet dat grootte en vochtgehalte hierin een rol spelen.



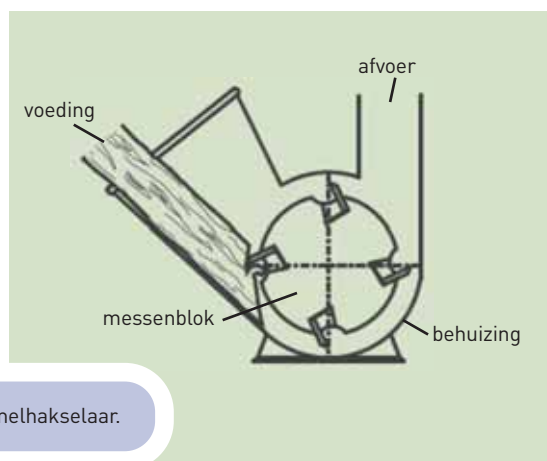
Welke voorbehandeling voor welk materiaal?

Welke voorbehandeling een biomassa nodig heeft, hangt af van twee factoren. Om te beginnen is er de aard van het materiaal zelf. Maaigras krijgt een andere behandeling dan snoeihout. Voorts speelt ook het omzettingssysteem een rol. Vergisting stelt andere eisen aan het basismateriaal dan verbranding.

- **Verkleinen**

Voor al in de bosbouwindustrie is verkleinen van de biomassa noodzakelijk. Al was het maar om het transport te vergemakkelijken. Naargelang de bestemming van de biomassa, kiest u een aangepast systeem. Sommige systemen versnipperen complete bomen bij het rooien. Deze zijn bijzonder geschikt voor het onderhoud van natuurgebieden of bossen die niet voor de oogst bestemd zijn. Bekender zijn de hakselaars voor snoeihout en kleine stammetjes.

Figuur 3 laat de doorsnede van een trommelhakselaar zien



Figuur 3: Trommelhakselaar.

Bron: leidfaden

- **Verdichten**

Verdichten is een manier om het volume van de biomassa te verminderen. Tegelijkertijd verhoogt de energiedichtheid van het materiaal. Verdichten komt vaak voor in de landbouw. De voordelen zijn duidelijk: je moet minder volume transporteren en dankzij de eenvormigheid kun je het materiaal ook makkelijker opslaan. De pakketten zijn klaar voor gebruik. Om te voorkomen dat het materiaal gaat rotten, moet het goed droog zijn. Soms is een vochtgehalte van ca. 10% vereist.

Voor verdichting bestaan verschillende methoden.

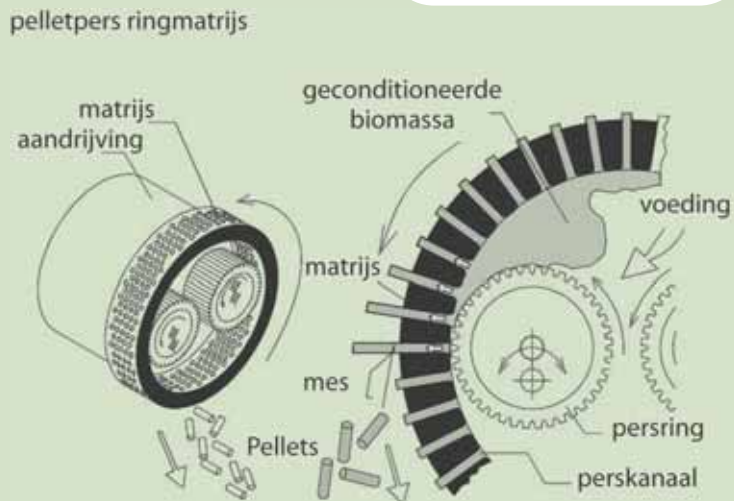
- **Verbalen**

Bermgras en andere gemaaide gewassen laat u onmiddellijk na het oogsten en drogen verpakken in balen. Hooibalen hebben een grotere energiedichtheid dan los hooi. Opgelet: wanneer het gras na het maaien te snel is samengeperst, treedt soms hooibroei op. Dit geeft een reëel brandgevaar.

- **Pelletiseren**

Pellets zijn kleine, gelijkvormige stukjes geperste biomassa. Deze brokjes hebben een hogere massa- en energiedichtheid en vergemakkelijken hierdoor ook het transport. Het materiaal dient erg droog te zijn. Het wordt eerst met stoom kneedbaar gemaakt en vervolgens door een geperforeerde matrijs geperst. Soms is het nodig de pellets af te koelen na het proces. Het aanmaken van pellets vereist energie. Hoeveel energie hangt af van de aard van het materiaal. Figuur 4a toont een schematische voorstelling van een pelletmachine.

Figuur 4a: Schematische voorstelling van een machine voor de productie van pellets

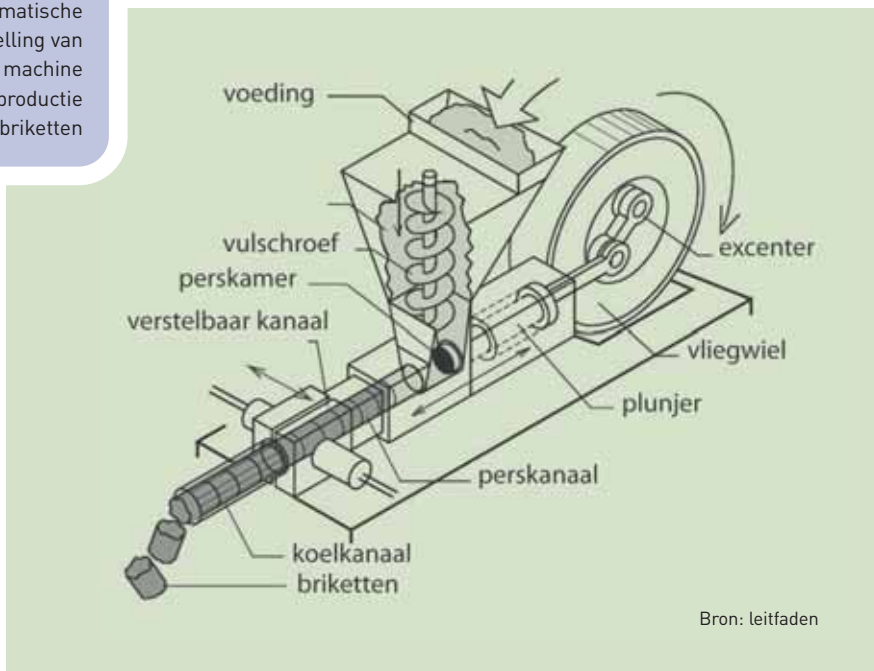


Bron: leitfaden

- **Briketteren**

Briketteren is afgeleid van het Franse briquette, een geperst blok steen- of bruinkoolgruis. De biomassa wordt in een mal geperst en vervolgens door een vernauwde opening eruit geduwd. Dat geeft als resultaat uiterste compacte en homogene 'stenen', klaar voor gebruik. Ook hier worden de briketten na het persen soms gekoeld. Het persen van briketten beperkt zich voornamelijk tot klein houtachtig materiaal zoals houtzaagsel. Uiteraard vereist het persen ook een hoeveelheid energie. Figuur 4b toont een schematische voorstelling van een brikketmachine.

Figuur 4b:
Schematische
voorstelling van
een machine
voor de productie
van briketten



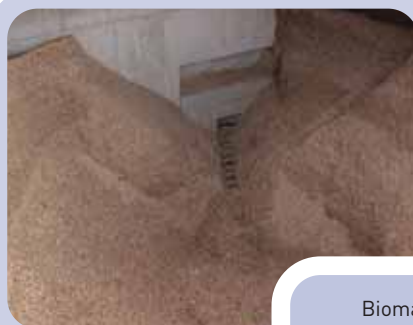
- **Drogen**

De meeste biomassa uit de natuur is aanvankelijk veel te nat. Zowel voor de opslag als voor het gebruik. Ze wordt dus eerst gedroogd. De meest duurzame wijze om dit te doen, is uiteraard door gebruik te maken van zonnewarmte. Vaak volstaat het inderdaad het materiaal in de openlucht te leggen. Onder een afdak verloopt het droogproces iets sneller. In ideale omstandigheden vermindert het vochtgehalte van fijn, houtachtig materiaal na 3 maanden al van 55% tot amper 15%. Geforceerd drogen kan het droogproces versnellen. Hierbij wordt koude of voorverwarmde lucht door de biomassa geblazen. Dit laatste kan bijvoorbeeld met warme rookgassen.

Het spreekt vanzelf dat de weersomstandigheden, de opslagcondities en de grootte van het materiaal invloed uitoefenen op de mate waarin het materiaal droogt. Geforceerde droging geeft daarbij ook een rendementsverlies, omwille van de eventueel benodigde ventilatoren.

NIEUW: torrefactie

Deze vorm van voorbehandeling wordt voornamelijk toegepast op houtachtig materiaal en dan nog enkel bij grote volumes, anders is de techniek niet rendabel. Het materiaal wordt verwarmd tot 225-300° C. De uiteindelijke droge biomassa heeft hierdoor een hogere energiedichtheid, neemt minder snel vocht op en is makkelijker verwerkbaar. Torrefactie wordt enkel toegepast in proefinstallaties.



Biomassa
stookinstallatie
met biomassa
opslag bunker

Bron: CSB



4

ENERGIEPRODUCTIE DOOR VERBRANDING

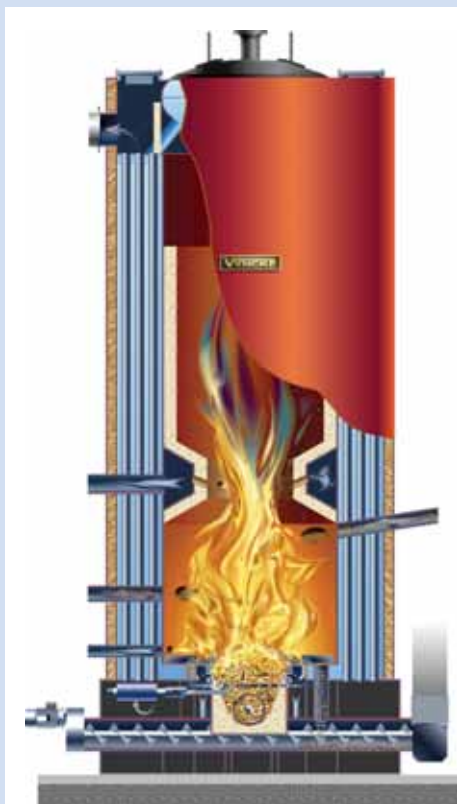
Verbranding is de meest toegepaste techniek voor het omzetten van biomassa in energie. De verbranding kan ofwel volledig zijn – al het materiaal wordt omgezet in warmte – of gecombineerd worden met vergassing – een deel van de biomassa wordt omgezet in brandbaar gas.

VOLLEDIGE VERBRANDING

- **De onderschroefstoker**

De Archimedes schroef brengt de biomassa in de roosterkom van de brander. Die bevindt zich in de **pri-maire verbrandingszone** van de oven. Na verbranding valt de as in een opvangbak. Door zijn dimensies is dit systeem beperkt tot een vermogen lager dan 5 MWth. De onderschroefstoker wordt veel gebruikt bij lagere vermogens en bij verbrandings-toepassingen van productie-resten.

Figuur 5:
Onderschroefstoker



Bron: Vyncke

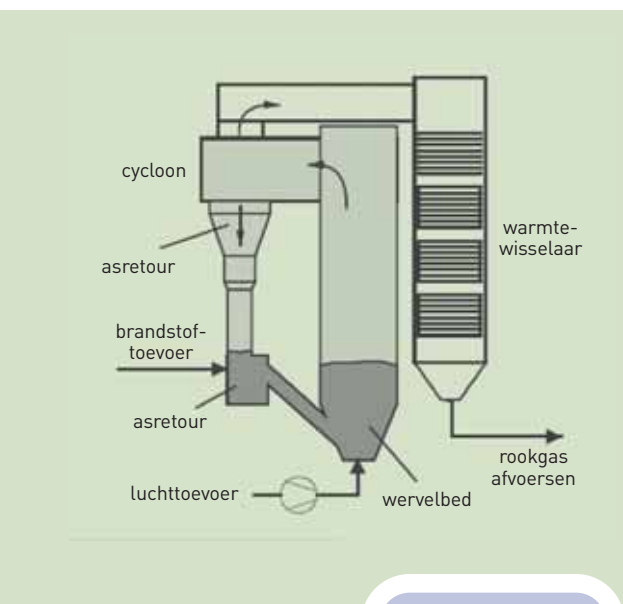


Figuur 6: Roosteroven

Bron: Vyncke

• De roosteroven

De biomassa wordt in de verbrandingskamer gebracht en op een rooster door de oven getransporteerd. Roosterovens kunnen ook materiaal met een hoog vochtgehalte verwerken, tot 60%. Roosterverbranding biedt een grotere flexibiliteit naar biomassastromen. Het maximale vermogen van een dergelijke oven bedraagt 50 MWth.



Bron: leitfaden

Figuur 7:
Wervelbedoven

• De wervelbedoven

Wervelbedovens zijn interessant vanaf een vermogen dat hoger ligt dan 10 MWth. De biomassa wordt met een bedmateriaal in de reactor geblazen. Dit brandstofbed - bijvoorbeeld zand - zorgt voor de warmteoverdracht. Door de hoge luchtsnelheid ontstaat een wervelend bed. Er bestaan twee types; bij een wervelbed verlaat enkel het resulterende gas de reactor, bij een circulerendwervelbed wordt ook het bedmateriaal met de gassen afgevoerd. Bij de laatste wordt het bedmateriaal met een cycloon afgevangen en teruggevoerd naar de reactor.

De warmte die vrijkomt, is beschikbaar in de hete rookgassen. Deze warmte wordt in een warmtewisselaar overgedragen aan lucht, water of een ander medium. De warmtewisselaar is een onderdeel van de verbrandingsinstallatie. Welke warmtewisselaar u dient te plaatsen, hangt af van het door u benodigde medium en de gewenste temperatuur en druk. Het is hiervoor van belang te weten hoeveel warmte u nodig heeft en op welke temperatuur en druk u deze warmte nodig heeft. Een energieadviseur of uw leverancier kan u hierover informeren. Uw leverancier kan tevens aangeven wat voor verbrandingssysteem het best voor u geschikt is.

VERBRANDING MET VERGASSING

Verbranding met vergassing gebeurt bij een temperatuur tussen 700 en 900° C. Hierbij wordt een deel van de biomassa verbrand, de rest wordt door de warmte omgezet in een brandbaar gas. Het eindproduct is een laag calorisch gas dat bestaat uit CO, CO₂, C_nH_m, H₂, H₂O en N₂.

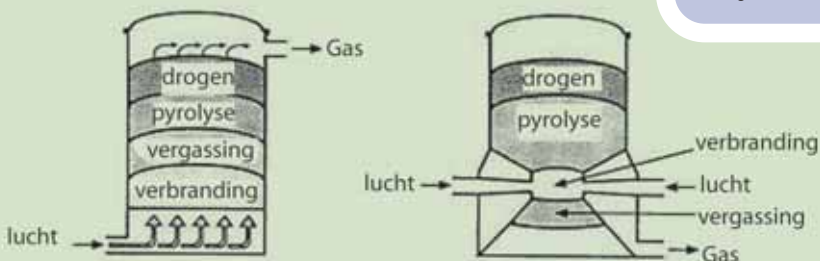
Het vergassen van biomassa kan gebeuren met lucht. Of men kan er pure zuurstof bij gebruiken en zelfs stoom. Het brandbare gas dat dit proces oplevert, kunt u gebruiken voor warmte of krachtopwekking.

De meest gebruikte vergassingssystemen zijn de vastbed- en wervelbedreactoren, waarbij lucht gebruikt wordt om het materiaal te vergassen.

- **Vastbedreactoren**

De biomassa wordt van boven in de reactor gebracht en komt op een rooster terecht. Tijdens dit traject vindt de vergassing plaats. Naargelang de richting van de aangevoerde lucht spreken we van meestroomvergassing, tegenstroomvergassing en dwarsstroomvergassing (zie figuur 8).

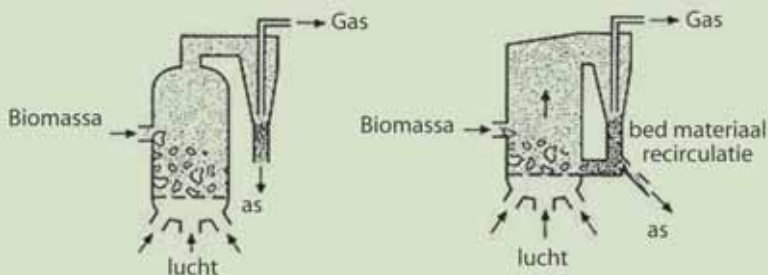
De keuze hiervoor hangt vooral af van de technologieleverancier. Vastbedvergassing wordt toegepast bij kleinschalige systemen van 10 tot 2000 kWth.



Figuur 8 a+b: Twee typen vastbedvergassingsreactoren. Tegenstroom (a) en dwarsstroom (b).

- **Wervelbedreactoren**

Wanneer het de bedoeling is meer dan 10 MWth te produceren, dan is een wervelbedreactor zeker het overwegen waard. Er zijn echter ook kleine systemen van 200 kWth bekend. De keuze hiervoor kunt u best met uw technologieleverancier bespreken. Net zoals in de wervelbedoven voor volledige verbranding (zie hoger), wordt de biomassa met een bedmateriaal, zand, in de reactor geblazen. Ook hier maken we het onderscheid tussen de gewone wervelbedreactor en de circulerende.



Figuur 9 a+b:
Twee typen wervelbedreactoren.
Wervelbed (a) en circulerend wervelbed (b).

Vergassing is enkel nuttig wanneer er elektriciteit opgewekt wordt met het brandbare gas vanwege het gunstige elektrische rendement.

Hoewel vergassingssystemen commercieel beschikbaar zijn, worden ze nog weinig toegepast. Bij vergassing komt een bepaalde hoeveelheid teer vrij. Indien de rookgassen niet grondig gereinigd worden, slaat het teer neer op koude delen van de installatie, bijvoorbeeld in de gasmotor. Dit laatste beperkt de betrouwbaarheid van het systeem en maakt het duurder in onderhoud. Voorts stelt vergassing hoge eisen aan de biomassa. Zo werken kleinere systemen meestal met zuiver houtachtig materiaal. Tenslotte vind je in Europa slechts een handvol leveranciers die vergassingssystemen plaatsen.

Pyrolyse, Liquefactie. Veelbelovende experimenten

Pyrolyse is het omzetten van biomassa in energie zonder gebruik te maken van zuurstof. Het materiaal wordt verhit en omgezet in een vast, vloeibaar en gasvormig deel. Door de procescondities zoals temperatuur en verblijftijd te wijzigen, kan het proces gestuurd worden.

Bij liquefactie plaatst men de biomassa in een natte omgeving onder hoge druk en temperatuur. De biomassa wordt omgezet in een biocrude, vergelijkbaar met ruwe aardolie. Ook dit proces kan perfect gecontroleerd worden door druk, temperatuur en verblijftijd te sturen.

Er zijn in Vlaanderen ontwikkelingen gaande op het gebied van pyrolyse. Beide methoden bevinden zich nog in een fase van experimenten en proefopstellingen.

WAT MET DE RESTFRACTIE NA OMZETTING?

De aandachtige lezer heeft intussen begrepen dat bij het omzetten van biomassa naar energie er nog een restfractie achterblijft. Het spreekt vanzelf dat ook die in rekening gebracht wordt bij het bepalen van de wijze waarop de biomassa in energie wordt omgezet. Dit restafval moet immers op een gepaste wijze opgevangen en verwijderd worden.

Na omzetting naar energie blijft de as achter als vaste stof. Het gaat dan om bodemas uit de opvangbak en vliegas dat uit de rookgassen afgevangen wordt. As kan als grondstof dienen voor ofwel de cementindustrie of de wegenbouw. Omdat het in kleine hoeveelheden beschikbaar is zal het echter vaak als afval afgevoerd worden. De assen kunnen ook dusdanig vervuild zijn dat deze als chemisch afval verwerkt moeten worden.

Ook de rookgassen zijn een restproduct. De schadelijkheid van de rookgassen blijft beperkt, wanneer het verbrandingsproces optimaal is afgesteld. Afhankelijk van de emissie-eisen (zie wetgeving) kan een rookgasreiniging nodig zijn, om de uitstoot van allerlei schadelijke componenten tegen te gaan. Ook hier kan uw technologieleverancier u adviseren.



5

MOGELIJKHEDEN MET DE GEWONNEN ENERGIE

De voorgaande pagina's legden uit met welke systemen biomassa omgezet kan worden tot hetzij warmte, hetzij een bruikbaar synthesegas. Nu komt het er op aan deze energie nuttig te gebruiken. Dient ze voor de verwarming van gebouwen, levert ze warmte voor de productieprocessen of wilt u elektrische energie produceren? Hoe gebeurt dat dan?

De keuze voor warmte

Wilt u de energie gebruiken voor verwarming, dan hebt u een warmtewisselaar nodig. Die warmtewisselaar draagt de warmte over aan water, lucht of een thermische olie. Ook de rookgassen hebben nog een zekere warmte. Die is nuttig in typische toepassingen, zoals drooginstallaties.

De keuze van het medium, de temperatuur en de druk bepalen het keteltype dat hiervoor nodig is. Ze hangen volledig van uw warmtevraag af en de toepassing waarvoor u deze nodig heeft. Uw technologieleverancier en energieadviseur kan u hierin adviseren.

Een biomassaketel werkt pas optimaal vanaf een bepaald vermogen, bijvoorbeeld vanaf 30% van het maximale vermogen. Om de ketel optimaal te gebruiken en om pieken en dalen in de warmtevraag op te vangen, is het soms voordelig een aanvullende ketel op bijvoorbeeld gas te plaatsen of te behouden. Zodoende plaatst u een biomassaketel met een lager vermogen die optimaal benut wordt.

De optie elektriciteitsproductie

Elektriciteitsproductie

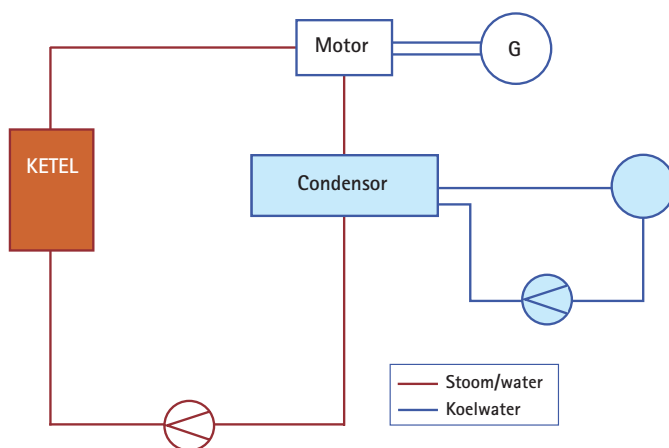
Indien u voldoende biomassa ter beschikking heeft, kan het interessant zijn om naast warmte ook elektriciteit te produceren. Dit kan voor eigen gebruik zijn of voor levering aan het net.

Warmtekrachtkoppeling (WKK) raakt stilaan ingeburgerd als moderne manier om tegelijk elektriciteit en warmte op te wekken. Zo kunt u een deel van uw eigen elektriciteitsverbruik voorzien of zelfs groene energie leveren aan het net indien u een overschot heeft. Een investering die zich dus met de jaren terugbetaalt.

Om warmte in kracht om te zetten bestaan verschillende systemen. Niet allemaal zijn ze even bruikbaar bij vaste biomassa-brandstoffen. En ook zult u bij uw keuze moeten nagaan welk vermogen u nodig hebt of kunt bereiken met de biomassa waarover u beschikt. Om voor u die keuze te vergemakkelijken, vindt u aan het einde van deze paragraaf een overzichtstabel, die voor- en nadelen van de verschillende systemen op een rij zet (tabel 4).

- **De stoommotor**

De stoommotor is een stoomtoepassing voor kleinere vermogens van 20 kWe tot 1,5 MWe. Het principe van een stoommotor is vrij eenvoudig. Vaste biomassa of een synthesesegas wordt verbrand in een ketel waarbij stoom op hoge druk en temperatuur geproduceerd wordt. Zoals in een verbrandingsmotor zet de stoom door expansie in een cilinder een as in beweging. Die drijft op zijn beurt de generator aan, die elektriciteit opwekt.

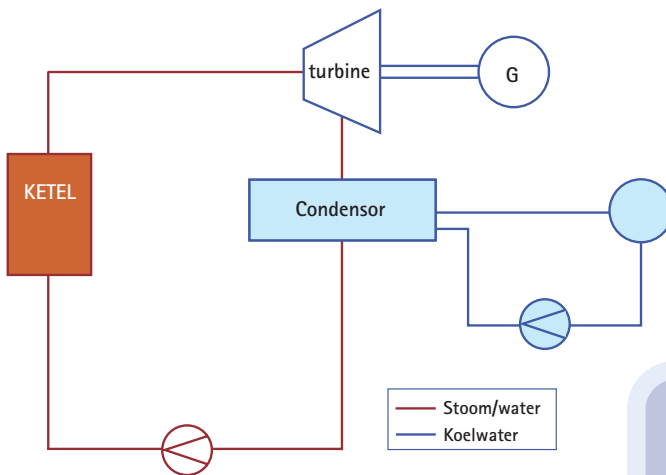


Figuur 10:
Processchema met
een stoommotor

De restwarmte hoeft niet verloren te gaan. Het volstaat om er met een warmtewisselaar voor te zorgen dat de warmte nuttig gebruikt wordt. Voor het aandrijven van een stoommotor is stoom nodig op hoge druk (± 60 bar) en hoge temperatuur ($\pm 450^\circ\text{C}$). Het elektrische rendement kan variëren van 6 tot 20%.

- **De stoomturbine**

Een stoomturbine is een stoomtoepassing voor grotere vermogens van 1 tot 100 MWe. Ook deze installatie produceert hogedruk- en hogetemperatuurstoom in een ketel. In plaats van een cilinder is het nu de turbine die ervoor zorgt dat de stoom expandeert of uitzet en zo de generator aandrijft. De resterende lagedrukstoom is nog nuttig als processtoom of kan teruggevoerd worden naar de ketel. Voor het aandrijven van een turbine is stoom nodig op hoge druk (± 40 bar) en hoge temperatuur ($\pm 450^\circ\text{C}$). Het elektrische rendement kan variëren van 20 tot 35%.



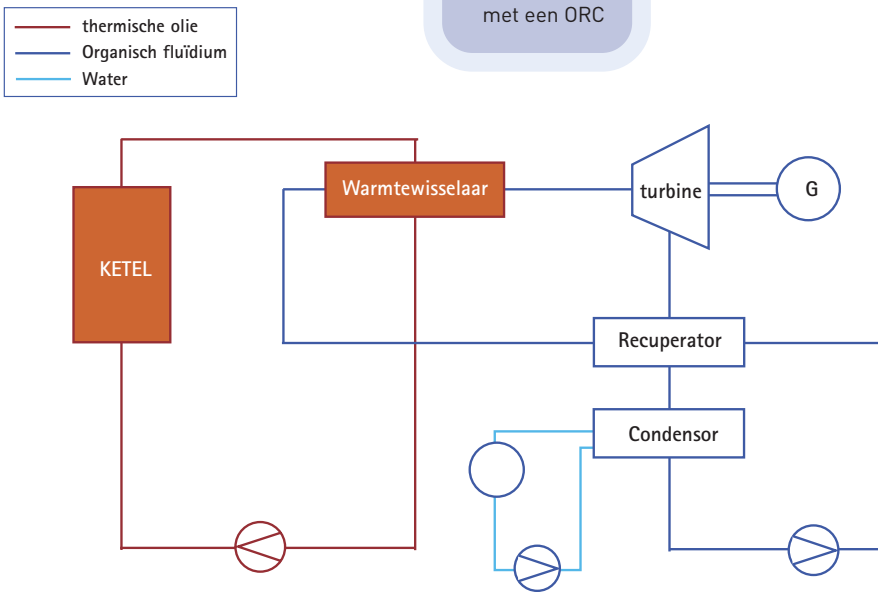
Figuur 11:
Processchema met
een stoomturbine

- **De Organische Rankine Cyclus (ORC)**

De ORC is een toepassing die gebruik maakt van een organisch medium (butaan, pentaan, tolueen). ORC is vooral geschikt voor kleinschalige toepassingen van 0,1-1 MWe. Het principe van de Organische Rankine Cyclus (ORC) komt overeen met die van de stoomturbine. In een ketel wordt het organische medium verhit tot oliedamp. Deze damp wordt geëxpandeerd over een turbine die een generator aandrijft. Dit heeft als voordeel dat er bij lagere druk (± 10 bar) en lagere temperatuur (vanaf 110°C) elektriciteit geproduceerd wordt.

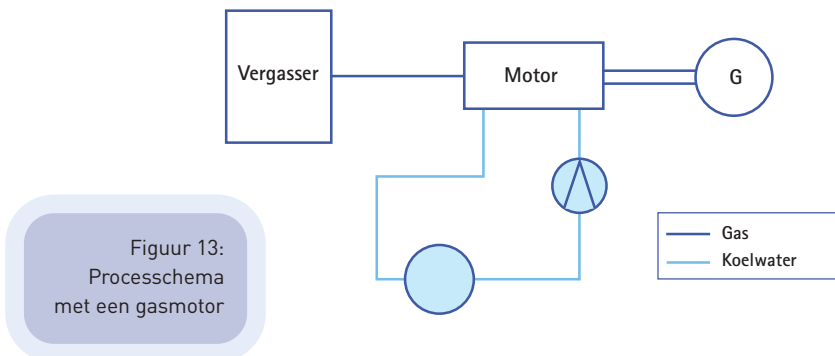
De resterende warmte van de lagedrukoliedamp is nuttig voor warmte-toepassingen (Figuur 12). Het elektrische rendement van een ORC hangt af van de ingangstemperatuur en kan variëren van 8 tot 25%.

Figuur 12:
Processchema
met een ORC



• De gasmotor

Voor toepassingen met synthesegas is een gasmotor aangewezen. De gasmotor is een beproefde techniek voor conventionele brandstoffen en biogas die toepasbaar is vanaf 5 kWe tot wel 5 MWe. Aandrijving met synthesegas is mogelijk mits het gas gezuiverd is van teren. De gaszuivering is het probleem bij synthesegastoe toepassingen wat veel aandacht vergt. Afhankelijk van het vermogen wordt een conventionele benzine-motor (tot 5 kWe), een dualfuelmotor (30-150 kWe) of een omgebouwde dieselmotor (tot 150 kWe) gebruikt. De restwarmte van de rookgassen en de motorcoeling gaan net zo min verloren als in de andere WKK-systemen. Ze dient voor de verwarming van gebouwen of productieprocessen. Het motorrendement kan variëren van 22-41%. (Figuur 13)



Figuur 13:
Processchema
met een gasmotor

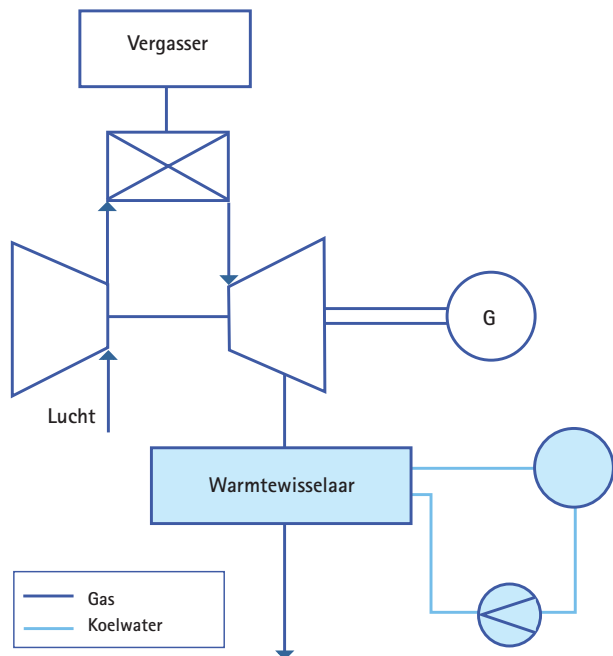
- **De gasturbine**

Ook voor de aandrijving van een gasturbine kunt u een synthesesgas gebruiken. Ook hier zal gekeken moeten worden aan welke eisen het synthesesgas moet voldoen. Ondanks dat teren in het gas in de turbine verbranden, verdient de gaszuivering veel aandacht. Er bestaan micro-turbines met een vermogen van 28-250 kWe. Er zijn echter geen syn-gastoeepassingen bekend waarbij een microturbine wordt toegepast. Conventionele gasturbines zijn enkel interessant bij grotere vermogens vanaf 1 MWe. De grootste turbines halen tegenwoordig een elektrisch rendement van bijna 45%.

Bij gasturbines wordt lucht in de turbinecompressor gecomprimeerd. Synthesegas wordt in de verbrandingskamer geïnjecteerd en verbrand met een overmaat aan lucht. De expansie van de verbrandingsgassen in de turbine drijft de generator aan.

Ook hier kunnen de uitlaatgassen gebruikt worden voor warmte-toepassingen. Bij een microturbine verwarmen de rookgassen de gecomprimeerde lucht voor. Het elektrisch rendement van een micro-turbine kan variëren van 14-33%.

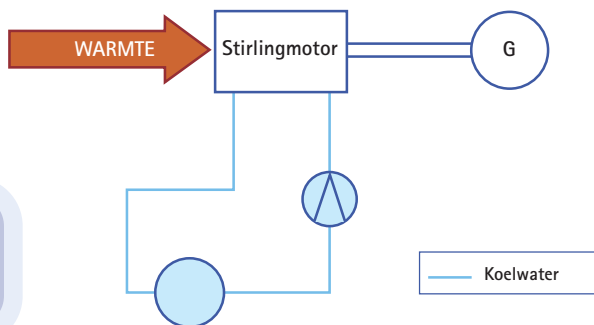
Figuur 14:
Processchema
met een gasturbine



- **NIEUW: De Stirlingmotor**

De Stirlingmotor is zeker niet nieuw, de toepassing van de Stirlingmotor bij biomassatoepassingen wel. In de Stirlingmotor wordt koud heliumgas of waterstofgas eerst gecomprimeerd, vervolgens verwarmd en geëxpandeerd. De kracht die hiermee wordt opgewekt drijft een elektromotor aan.

Het helium- of waterstofgas wordt in een warmtewisselaar direct verwarmd door de rookgassen. De Stirlingmotor kan zowel toegepast worden bij verbrandings- als vergassingssystemen. (Figuur 15) Deze is toepasbaar bij kleine vermogens van 1 kWe tot 70 kWe. Het rendement is afhankelijk van de temperatuur en kan variëren van 8 tot 25%. Er zijn slechts enkele fabrikanten die de Stirlingmotor voor biomassa-toepassingen op de markt brengen.



Figuur 15:
Processchema met
een Stirlingmotor

Tabel 4: Kenmerken van technologieën voor elektriciteitsproductie

Technologie	Vermogen	Elektrisch rendement	Voordelen	Nadelen	Opmerkingen
Stoommotor	20 kWe - 1.5 MWe	6-20%	-betrouwbaar en bewezen	-laag elektrische efficiëntie	
			-goed deellast rendement	-geluidsintensief	
			-kleine vermogens	-hoge onderhoudskost	
			-verzadigde stoom bruikbaar		
Stoomturbine	≥ 1 MWe	20-35%	-betrouwbaar en bewezen	-hoge kost	2 types:
			-grote vermogens mogelijk	-warmteafname	-legendruckturbine: 0,1 - 5 MWe
			-verbranding en elektriciteits-productie gescheiden	noodzakelijk bij tegendruckturbine	-condenserende turbine: vanaf 2 MWe
ORC (Organic Rankine Cycle)	50 kWe - 3 MWe	8-25%	-benutting laagwaardige warmte	-secundaire cyclus (olie)	
			-lagere druk en temperatuur	-lage vermogens	
			-lage vermogens		
Gasmotor	10 kWe - 5 MWe	22-41%	-elektrisch rendement	-laagwaardige warmte voor WKK	2 types:
				-stookgasreiniging nodig	-aangepaste benzine-motor
					-aangepaste diesel motor (Dual fuel)
Gasturbine: microturbine	28-250 kWe	14-33%	-goede warmtebenutting mogelijk van uitlaatgassen	- elektrisch rendement	
			-lage emissies	- hoge kost	
Gasturbine	≥ 1 MWe	Tot 45%	-elektrisch rendement	-enkel grote vermogens	
			-goede warmtebenutting mogelijk van uitlaatgassen		
			-lage emissies		
Stirlingmotor	10 kWe - 150 kWe	8-25%	-compacte bouw	-problemen met warmtewisselaar	
			-lage onderhoudskost	-hoge ingangstemperatuur benodigd	
			-lage vermogens	-enkel lage vermogens	



6

VERGUNNINGEN EN SUBSIDIES

U kunt geen conversiecentrale voor biomassa bouwen, zonder bouw- en milieuvergunning. Maar niet voor elke installatie is eenzelfde vergunning nodig. Het milieuvergunningsdecreet en de bijhorende uitvoeringsbesluiten Vlarem I en II maken u op dat vlak al veel wijzer. Recente versies vindt u op www.ondernemen.vlaanderen.be.

Vlarem I beschrijft de procedures voor het verkrijgen van een milieuvergunning. Het besluit omvat ook een lijst van alle activiteiten waarvoor u verplicht bent een vergunning aan te vragen.

In uw aanvraag voor een milieuvergunning duidt u aan welke biomassa u wenst om te zetten en op welke wijze u van plan bent dit te doen. Vlarem onderscheidt biomassa (bv. energieteelten) en biomassa-afval. Voor biomassa en biomassa-afval geldt dezelfde emissiereglementering. Indien het materiaal als afval (geen biomassa-afval) beschouwd wordt, geldt een strengere reglementering.

De verbranding van biomassa wordt vergund als stookinstallatie (rubriek 43 van de indelingslijst van Vlarem I), de verbranding van biomassa-afval wordt vergund als afvalverbranding (rubriek 2 van de indelingslijst).

Let goed op welke keuze u aankruist, want dit heeft invloed op de vergunning die u aanvraagt. Bij twijfel is het aan te raden uw licht op te steken bij OVAM. Daar weet men zeer goed wanneer een biomassastroom als biomassa, biomassa-afval of als afval beschouwd wordt. Het is trouwens verstandig vooraf uw plannen voor te leggen aan adviesverlenende instanties zoals OVAM, AMV of VMM ⁽¹⁾. U schakelt zo al heel wat onduidelijkheden uit, waardoor de vergunningsprocedure vlotter en sneller verloopt.

⁽¹⁾ Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij, Afdeling Milieuvergunningen van LNE, Vlaamse Milieumaatschappij.

Wie is bevoegd?

Bij welke overheid u moet aankloppen voor een vergunning, hangt af van de installatie die u gaat bouwen. Er bestaan twee systemen van milieu-vergunning.

- De eenvoudigste is de melding van een klasse 3-inrichting. Hiervoor dient u enkel aan de gemeente te melden dat u een vergunningsplichtige activiteit gaat uitoefenen. Door akte te nemen van uw melding is door de gemeente uw activiteit vergund.
- Anderzijds bestaat er de vergunningsaanvraag, waarbij u slechts een vergunning verkrijgt indien de gemeente (bij klasse 2-inrichtingen) of provincie (klasse 1-inrichtingen) uw aanvraag gunstig beoordeelt.

Biomassa-producten

- Er is geen vergunning nodig voor kleine houtkacheltjes die enkel onbehandeld (louter mechanisch behandeld) stukhout (=massief hout) verbranden voor verwarming van gebouwen.
- Een stookinstallatie van minder dan 300 kWth moet u niet melden en u hebt er dus ook geen vergunning voor nodig.
- Installatie van 300 kWth tot en met 500 kWth moet u melden bij de gemeente.
- Voor grotere installaties vanaf 500 kWth tot en met 5 MWth moet u een vergunning aanvragen in uw gemeente (klasse 2).
- Is uw installatie nog groter, met een vermogen van meer dan 5 MWth, dan vraagt u een vergunning aan bij de provincie (klasse 1).

Let wel dat u hoogstwaarschijnlijk ook een bouwvergunning moet hebben voor het plaatsen van de installatie.

Biomassa-afval

Voor het verbranden van biomassa-afval hebt u altijd een vergunning nodig.

- Indien uw installatie een nominaal thermisch vermogen (MWth) tot en met 5 MWth heeft, kan de vergunning worden afgeleverd door de gemeente (klasse 2).
- Grotere installaties worden steeds vergund door het provinciebestuur (klasse 1).

Emissiereglementering

De emissie-eisen waar een installatie aan moet voldoen, hangen af van het type brandstof en het vermogen van de installatie. Voor het omzetten van biomassa of biomassa-afval gelden dezelfde emissie-eisen. Ook de meetverplichting en het aantal keren dat de emissies gemeten moeten worden, is gelijk. Uitzondering hierop is houtafval. Er wordt onderscheid gemaakt tussen onbehandeld, niet verontreinigd behandeld en verontreinigd behandeld houtafval.

- Houtafval geldt als biomassa-afval als het aan bepaalde samenstellingscriteria voldoet. Men maakt onderscheid tussen onbehandeld en niet verontreinigd behandeld houtafval. Voorbeelden van houtafval zijn onder meer natuurlijk hout, plaatmaterialen (spaanplaat, OSB, multiplex, MDF) of fineer- of met melamine bekleed hout.
- Verontreinigd behandeld houtafval is geen biomassa-afval, hoewel het ook in aanmerking komt als hernieuwbare energiebron. De strengste emissienormen voor afvalverbranding gelden bij de verbranding van dit soort houtafval. Voorbeeld hiervan is hout bewerkt met verduurzamingsmiddelen of hout met veel lijm en verfresten.

De emissiegrenswaarden en de meetfrequentie die u dient te respecteren, verschillen naargelang de samenstelling van het materiaal én het thermische vermogen van de installatie.

Tabel 5 en 6 geven een overzicht van de emissie-eisen die gesteld worden aan verbrandingsinstallaties bij de verbranding van biomassa (-afval).

Tabel 5: Emissie-eisen voor het stoken van biomassa (afval) afhankelijk van het vermogen van de verbrandingsinstallatie.			
Verontreinigende stof Norm (mg/Nm³)	Tot en met 5 MWth	Tussen 5 en 50 MWth	Vanaf 50 MWth
Totaal stof	150	30	10
CO (koolstofmonoxide)	250	200	100
NO _x (stikstofoxide))	400	400/200 ⁽¹⁾	200/130 ⁽¹⁾
SO ₂ (zwaveldioxide)	300	300	50
Dioxines en furanen	Nvt	0,1 ng TEQ ⁽²⁾	0,1 ng TEQ
Meetfrequentie	Jaarlijks	Elke drie mnd	Continu

⁽¹⁾ : Voor installaties met een thermisch vermogen groter dan 30 MW geldt 200 mg/Nm³, voor installaties groter dan 300 MW geldt 130 mg/Nm³

⁽²⁾ : Jaarlijkse meetfrequentie

De emissie-eisen voor biomassa (afval) gelden ook voor installaties die niet verontreinigd houtafval gebruiken. Voor deze laatste fractie zijn nog een aantal bijkomende emissie-eisen opgelegd.

Tabel 6: Bijkomende emissie-eisen voor het stoken van niet verontreinigd houtafval afhankelijk van het vermogen van de verbrandingsinstallatie.

Verontreinigende stof Norm (mg/Nm ³)	Tot en met 5 MWth	Tussen 5 en 50 MWth	Vanaf 50 MWth
Dioxines en furanen	0,4 ng TEQ ⁽¹⁾	0,1 ng TEQ ⁽²⁾	0,1 ng TEQ
TOC (organische stoffen)	Nvt	20	10
HF (fluoriden)	Nvt	2	1
HCl (chloriden)	50	50	10
Zware metalen (Cd en Tl)	Nvt	0,1	0,05
Zware metalen (Hg)	Nvt	0,1	0,05
Zware metalen (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V en Sn)	Nvt	1,5	0,5
Meetfrequentie	Elke 6 mnd	Elke drie mnd	Continu

⁽¹⁾ Meetfrequentie om de twee jaar

⁽²⁾ Jaarlijkse meetfrequentie

Steunmaatregelen

- **De ecologiepremie**

Deze premie is bedoeld voor investeringen die bedoeld zijn voor een vermindering van de milieubelasting in het productieproces. Omzetting van biomassa in energie komt hier dus zeker voor in aanmerking.

Belangrijk om weten: de premie geldt enkel voor investeringen waarmee méér milieuvoordeel bereikt wordt, dan de overheid al oplegt. Bovendien is hiervoor een lijst van limitatieve technologieën opgesteld. Niet alle technieken komen dus in aanmerking. Naast het verbranden zijn vernieuwende technieken als pyrolyse en vergassing ook opgenomen in deze lijst.

Voor de weerhouden technieken wordt de premie berekend op basis van de meerkost. Kleine en middelgrote ondernemingen krijgen 35% van deze meerkost uitgekeerd. Grote ondernemingen krijgen 25% uitgekeerd. In tabel 7 vindt u een overzicht van de relevante technologieën voor omzetting van biomassa.

Tabel 7: Technologieën voor omzetting van biomassa die in aanmerking komen voor een energiepremie

Techniek	Verklaring	Meerkost
Productie van warmte op basis van de vergassing van biomassa	Investeringskosten die warmte opwekken uit biomassa. Minstens 80% van de energie-inhoud van de vergassingsproducten dient als energie aangewend te worden.	80%
Productie van warmte op basis van de verbranding van biomassa	Investeringskosten die warmte opwekken uit biomassa. Minstens 80% van de energie-inhoud van de verbrandingsproducten dient als warmte aangewend te worden	80%
Productie van warmte op basis van de pyrolyse van biomassa	Investeringskosten die warmte opwekken uit biomassa. Minstens 80% van de energie-inhoud van de pyrolyseproducten dient als energie aangewend te worden	80%
Productie van energie (WKK/elektriciteit) op basis van de vergassing biomassa	Investeringskosten die energie (WKK/elektriciteit) opwekken uit biomassa	50%
Productie van energie (WKK/elektriciteit) op basis van de verbranding van biomassa	Investeringskosten die energie (WKK/elektriciteit) opwekken uit biomassa.	50%
Productie van energie (WKK/elektriciteit) op basis van de pyrolyse van biomassa	Investeringskosten die energie (WKK/elektriciteit) opwekken uit biomassa.	50%

Bron en meer info: www.energiesparen.be

- **De investeringsaftrek**

Energiebesparende maatregelen komen in aanmerking voor een verhoogde investeringsaftrek. Momenteel bedraagt de toegestane aftrek 14,5% van het investeringsbedrag exclusief btw. U mag dus dit percentage van uw investering aftrekken van uw bedrijfswinst. Zodoende betaalt u minder winstbelasting die ongeveer 33% bedraagt.

Verhoogde investeringsaftrek wordt toegekend aan verschillende investeringscategorieën. Investeringscategorieën in het gebruik van biomassa vallen onder categorie 10:

- De uitrusting voor het bewerken, opslaan en transporteren van in- en uitgaande stoffen
- Reactoren voor omzetting van biomassa. Dus ook voor verbrandingsapparaten, aangepaste branders en vuurhaarden.
- Recuperatiestookketels voor verbranding, ketels (nieuw of aangepast) voor het aandrijven van krachtwerktuigen met de verkregen energie; eventueel de aankoop van krachtwerktuigen die deze energie gebruiken.
- Warmtewisselaars
- Meet-, tel- en regelapparatuur
- Schoorstenen en apparatuur om rookgas en gasvormig of vloeibaar effluent te reinigen.

Bron en meer info: www.energiesparen.be

- **Steun van het Vlaams Landbouwinvesteringsfonds (VLIF)**

Landbouwers die de biomassa van hun bedrijf willen gebruiken als hernieuwbare energie, kunnen hiervoor een tegemoetkoming krijgen van het VLIF. Dit kan eveneens voor investeringen in de productie van biomassa met het oog op omzetting in energie. De steun bedraagt tot 40% van de investering en wordt toegekend in de vorm van een rentesubsidie, kapitaalpremie of waarborg. Meer info:

www2.vlaanderen.be/ned/sites/landbouw/investeringen/vlifreg.html

- **Groenestroomcertificaten**

Elk jaar zijn de elektriciteitsleveranciers verplicht een opgelegd quotum aan groene stroom te leveren. Ze kunnen dit bewijzen aan de hand van zogenaamde groenestroomcertificaten.

Wekt u groene stroom op uit biomassa, dan krijgt u voor elk geleverde MWh een dergelijk certificaat. Dit certificaat kunt u verkopen aan de elektriciteitsleveranciers. De prijs van een certificaat wordt door de markt bepaald, maar de Vlaamse overheid garandeert een minimum prijs van 80 euro bij opwekking uit biomassa. Begin 2006 lag de marktwaaarde van groenestroomcertificaten tussen de 111 à 114 euro.

Groenestroomcertificaten vraagt u aan bij de VREG. Zij bepaalt welk aandeel van uw productie in aanmerking komt als groene stroom. Meer info: www.vreg.be/sector/groen.htm.

- **De certificaten voor warmtekrachtkoppeling**

Certificaten voor WKK zijn vergelijkbaar met die voor groene stroom. Ook hier zijn de elektriciteitsleveranciers verplicht een deel van hun energie uit WKK te winnen en zo te besparen op primaire energie. Hiertoe moeten ze jaarlijks WKK-certificaten inleveren. De administratieve boete bedraagt vanaf 31 maart 2007 € 45 per ontbrekend certificaat.

Voor een kwalitatieve WKK-installatie kan u certificaten aanvragen bij de VREG. Een kwalitatieve WKK-installatie bespaart voldoende energie ten opzichte van een gescheiden opwekking van warmte en kracht, ook wel primaire energiebesparing genoemd, om te voldoen aan de Europese kwaliteitsdefinitie.

De primaire energiebesparing wordt berekend ten opzichte van een thermisch en elektrisch referentierendement. Het elektrische referentierendement wordt voor bio-WKK eenheden op korte termijn versoepeld naargelang de brandstof. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen biogas, vloeibare brandstoffen, hout en houtafval en ander vast materiaal. Tabel 8 toont de verschillende referentierendementen.

Tabel 8: De geplande referentierendementen voor WKK eenheden afhankelijk van de gebruikte brandstof.

Brandstof	Elektrisch referentierendement
Biogas	42%
Vloeibare brandstof	42,7%
Hout en houtafval	34%
Ander vast materiaal	25%
Fossiel (vanaf 15 kV)	55%
Fossiel (tot en met 15 kV)	50%

- **Energieteelten.**

Naast bovenstaande steunmechanismen bestaan er twee maatregelen die de teelt van energiegewassen aanmoedigen.

- **Energiegewassen op braakland**

Op braakgronden mag u ook bepaalde non-food gewassen verbouwen zonder dat het braaktoeslagerecht vervalt. Dit geldt ook voor de

teelt van energiegewassen. De hoogte van deze premie hangt volledig af van uw landbouwbedrijf en kan variëren van € 30 tot € 400.

- **Energiegewassen op niet braakland**

U kunt een bijkomende premie van € 45/ha aanvragen voor de teelt van energiegewassen op niet braakgelegde gronden. Alle gewassen zijn hiervoor toegelaten. Het product moet leiden tot een biobrandstof (biodiesel, bio-ethanol, zuivere plantaardige oliën, ...) of de productie van elektrische en thermische energie. De premie kan gecombineerd worden met gewone toeslagrechten.

Om van deze steunmaatregelen te genieten, moet u de volledige opbrengst leveren aan de verwerkende industrie. De verwerking moet tot een energetisch eindproduct leiden en de economische waarde van het energieproduct moet groter zijn dan deze van producten bestemd voor voeding of veevoeding.

U kunt nochtans ook de grondstof zelf verwerken voor energiedoeleinden op het eigen bedrijf. Deze steunmaatregelen worden ook toegekend voor de teelt van korte omloophout van wilg en populier.



Mobiele
biomassaverbrandingseenheden



Bron: CSB

7

KOSTEN

Om een duidelijk beeld te krijgen van de kosten die gepaard gaan bij het plaatsen van een biomassa-installatie worden alle kosten op een rij gezet.

- **Investeringskosten**

De investeringskosten omvatten de bouw- en systeemkosten. Bouwkosten zijn nodig bij de aanpassing of de bouw van de ruimte waar de installatie komt, en van de opslagruimte voor de biomassa. Daarnaast moet u ook rekening houden met leverings- en montagekosten en kosten die gepaard gaan bij de opstart van de installatie. De kosten voor het warmtenetwerk worden buiten beschouwing gelaten. Zij zijn namelijk dezelfde als voor verwarming met fossiele brandstoffen.

Een voorbeeld

Een ondernemer wenst een gebouw met biomassa te verwarmen. Er wordt gekozen voor een automatische ketel die met houtpellets wordt gestookt. De warmtevraag is 150 MWh per jaar en er wordt een ketel van 100 kWth vermogen voorzien. Tabel 9 laat de investeringskosten zien. Ter indicatie zijn de kosten van een ketel op houtsnippers, olie en gas ook vermeld.

Tabel 9: Investeringskosten exclusief btw.

Investeringskosten		Pellets	Hout snippers	Olie	Gas
Ketel	€	25.000	25.000	5.800	6.600
Levering, montage en opstart	€	3.000	3.000	3.000	6.200
Constructie inclusief opslag	€	20.000	25.000	13.000	10.000
Totale investering	€	48.000	53.000	21.800	22.800

- **Baten**

Steunmaatregelen van toepassing op deze investering gelden als baten. Voor biomassaverbrandingssystemen, zowel voor het pelletsysteem als voor het systeem op houtsnippers, kan er naast de ecologiepremie een verhoogde investeringsaftrek aangevraagd worden.

- Voor de ecologiepremie geldt deze investering als biomassaverbranding waarvoor de meerkost bepaald is op 80% van de investering, exclusief btw. Hiervan wordt 35% als steun verleend.
- Voor zowel pellets als houtsnippers bedraagt dit $0,8 \times 0,35 \times 25.000 = 7.000,-$ euro (tabel 10).
- Naast de ecologiepremie kunt u ook een verhoogde investeringsaftrek aanvragen. Deze omvat momenteel 14,5% van de investering in de installatie, exclusief btw. Dit bedrag mag u aftrekken van de bedrijfswinst. Zodoende hoeft u geen winstbelasting te betalen over dit bedrag. De winstbelasting bedraagt ongeveer 33%. Investeringsbedragen in gebouwen die specifiek en alleen noodzakelijk zijn voor het gebruik van de installatie komen eveneens in aanmerking. Voor zowel pellets als voor houtsnippers is een opslagbunker nodig. Hiermee zijn 70% van de constructiekosten gemoeid.

In dit voorbeeld komen de investeringen in de ketel en 70% van de constructiekosten dus in aanmerking voor de investeringsaftrek (tabel 10).

- Voor pellets bedraagt dit $25.000 + 0,7 \times 20.000 = 39.000$ euro.
 - In het geval van houtsnippers $25.000 + 0,7 \times 25.000 = 42.500$ euro.
 - Hiervan kan 33% van 14,5% als baten aangemerkt worden.
 - Voor pellets is dit $0,33 \times 0,145 \times 39.000 = 1.866$ euro (tabel 10).
 - Voor houtsnippers is dit $0,33 \times 0,145 \times 42.500 = 2.034$ euro (tabel 10).
- Tabel 10 toont de totale baten op de investering van de ketel gestookt op houtpellets en houtsnippers.

Tabel 10: Baten op investeringen

Baten		Pellets	Houtsnippers
Ecologiepremie	€	7.000	7.000
Investeringsaftrek	€	1.866	2.034
Totaal baten	€	8.866	9.034

- **Kapitaalkosten**

Met de kapitaalkosten worden de jaarlijkse kosten van de investering berekend afhankelijk van de totale investering, afschrijftermijn en rentevoet. De jaarlijkse kapitaalkosten worden berekend aan de hand van de annuïteitfactor:

$$a = \frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T - 1}$$

Het symbool i staat dan voor de rentevoet en T voor de afschrijftermijn van de investering in jaren. Er wordt uitgegaan van een afschrijftermijn van 10 jaar. De totale investering - verminderd met het steunbedrag maal de annuïteitfactor - geven de jaarlijkse kapitaalkosten gedurende de afschrijftermijn. Met een algemeen aanvaarde rentevoet van 6% en een afschrijftermijn van 10 jaar bedragen de jaarlijkse kapitaalkosten 13,59% van het geïnvesteerde vermogen. Tabel 11 toont de resulterende totale kosten en de jaarlijkse kapitaalkosten.

Tabel 11: Totale kosten en jaarlijkse kapitaalkosten

		Pellets	Houtsnippers	Olie	Gas
Investeringskosten	€	48.000	53.000	21.800	22.800
Baten	€	8.866	9.034	-	-
Totale kosten	€	39.134	43.966	21.800	22.800
Kapitaalkosten	€/j	5.317	5.974	2.962	3.098

- **Brandstofkosten**

De belangrijkste variabele kosten zijn de brandstofkosten. Ze hangen namelijk af van de brandstofprijs en het verbruik van de installatie. Het verbruik wordt bepaald door de energie-inhoud van de brandstof en het rendement van de installatie. Het thermische rendement van de installaties voor zowel pellets, snippers, olie als gas kan op 90% gesteld worden. Tabel 12 toont het brandstof verbruik en de totale jaarlijkse brandstofkosten.

Tabel 12: Brandstofverbruik en brandstofkosten

		Pellets	Hout snippers	Olie	Gas
Verbrandingswaarde	GJ/ton (LHV)	17,0	13,4	42,7	44,0
Verbruik	ton/j	35,4	45,2	14,1	13,6
Brandstofkosten	€/GJ	8,5	3,7	14,2	8,3
Brandstofkosten	€/j	5.121	2.239	8.548	4.983

- **Overige kosten**

Naast de brandstofkosten zijn er andere variabele kosten. Meestal hebben ze te maken met het beheer van de installatie. Zo zijn er personeelskosten voor het afvoeren van de as en het verhelpen van storingen. Dergelijke geautomatiseerde systemen zijn dikwijls erg betrouwbaar en de pellets hebben een zeer laag asgehalte. Daardoor blijven de personeelskosten beperkt. De onderhoudskosten voor de ketel worden op 1,5% van de investering geraamd, de onderhoudskosten voor het gebouw op 1%. Tabel 13 toont de overige jaarlijkse kosten (werkingskosten).

Tabel 13: Overige jaarlijkse kosten (werkingskosten).

Overige kosten		Pellets	Hout snippers	Olie	Gas
Personeel	€/j	810	1.000	200	50
Schoorsteen reiniger	€/j	250	250	250	150
Service contract	€/j	400	400	200	200
Ketelcontrole	€/j	1000	1000	1000	1000
Onderhoud ketel	€/j	375	375	87	99
Onderhoud gebouw	€/j	200	250	130	100
Verzekering	€/j	196	220	109	114
Elektriciteit	€/j	100	100	50	50
Totaal	€/j	3.331	3.595	2.026	1.763

- **Totale jaarlijkse kosten**

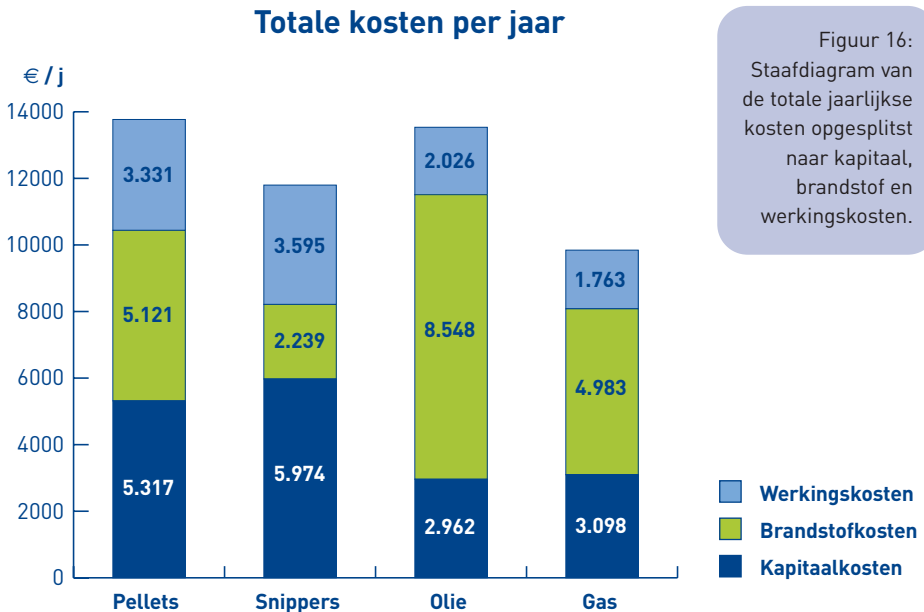
Voor de totale jaarlijkse kosten gedurende de afschrijftermijn van het project houdt u rekening met de variabele kosen (tabel 12 en 13) en de kapitaalkosten (tabel 11). Na afloop van de afschrijvingsduur vervallen de kapitaalkosten. Tabel 14 toont de totale jaarlijkse kosten.

Tabel 14: Totale jaarlijkse kosten

		Pellets	Hout snippers	Olie	Gas
Kapitaalkosten	€/j	5.317	5.974	2.962	3.098
Brandstofkosten	€/j	5.121	2.239	8.548	4.983
Overige kosten (werkingskosten)	€/j	3.331	3.595	2.026	1.763
Totale jaarlijkse kosten	€/j	13.769	11.808	13.536	9.844

Een systeem met pelletverbranding kan gerust concurreren met een systeem op stookolie. Ook al liggen de investeringskosten een stuk hoger. Systemen op houtsnippers zijn zelfs nog voordeliger in vergelijking met pelletsystemen. Dit blijkt ook uit het staafdiagram zoals weergegeven in figuur 16. Hierin staan de totale jaarlijkse kosten weergegeven.

Let op: dit is een hypothetisch voorbeeld waarvoor relevante kosten ingeschat zijn. De economische situatie is volledig afhankelijk van de investerings-, werkings en brandstofkosten die sterk kunnen variëren.





8

PROJECTVOORBEELDEN

VOORBEELD 1

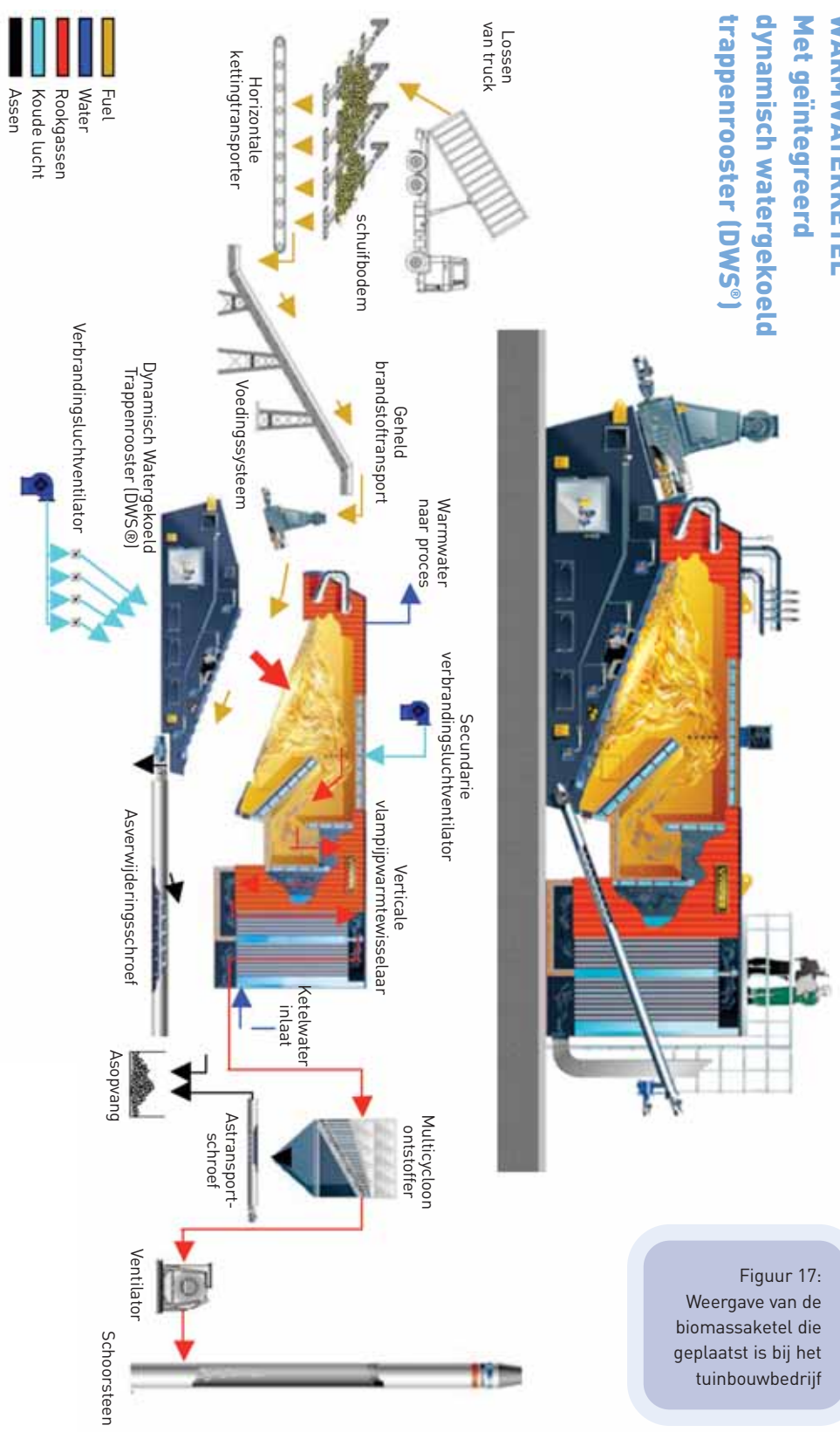
TUINBOUWBEDRIJF MET HOUTVERWARMING

In een glastuinbouwbedrijf in Loenhout worden tomaten geteeld. Voor de verwarming van de 8,3 ha serres, gebruikte het bedrijf tot voor kort aardgas en zware stookolie. Naar aanleiding van de uitbreidingsplannen werd er onderzocht of dit niet op een andere manier kon. De bestaande gasleidingen bleken immers te klein en voor nieuwe leidingen was een vergunning nodig.

Via Innovatiesteunpunt werd een installateur aangesproken die gespecialiseerd is in energiesystemen op basis van biomassa. In overleg werd daarop gekozen voor een houtverbrandingsinstallatie als basisverwarming. De nieuwe installatie is goed voor 4,9 MW warm water. In een warmtebuffer kan voor korte tijd warmte worden opgeslagen. De bestaande gas- en olieketels staan ter beschikking als back-up systeem. De CO₂ wordt extern aangekocht.

Voor de bouw van een biomassa-installatie zijn een milieu- en bouwvergunning nodig. Bovendien moet er voldoende plaats voorzien worden voor de opslag van de brandstof. Dat waren dan ook de eerste stappen die werden gezet. Vervolgens maakten de ingenieurs een ontwerp van de installatie. Ze berekenen het vermogen, de kostprijs en het rendement, zodat de bedrijfsleider goed wist waaraan hij begon. Figuur 17 toont een weergave van de installatie die geplaatst werd.

WARMWATERKETEL **Met geïntegreerd** **dynamisch watergekoeld** **trappenrooster (DWS®)**



Figuur 17:
 Weergave van de
 biomassaketel die
 geplaatst is bij het
 tuinbouwbedrijf

Bron: Vyncke

De technische installatie

Voor een beter begrip van de opbouw van deze installatie, bekijkt u figuur 17.

1. Een hydraulische schuifbodem duwt de biomassa uit de silo.
2. Een kettingtransporter brengt het materiaal naar het voedingssysteem.
3. Het gehelde voedingssysteem transporteert de brandstof naar de opslagbunker met schroefdoseersysteem.
4. Een meervoudig schroefdoseersysteem zorgt dat de brandstof verdeeld wordt en geleidelijk op het dynamisch watergekoelde verbrandingsrooster komt. Een niveaudetector in de opslagbunker boven de schroefdosing meet nauwkeurig de hoeveelheid brandstof en bepaalt hoe snel de schroefdosing zijn vracht afgeeft aan de oven. Zo is een continue aanvoer en werking van de oven verzekerd.
5. De brandstof wordt door middel van een dynamisch watergekoelde verbrandingsrooster door de oven getransporteerd waar de brandstof op verbrandt. Dit rooster is opgebouwd als een trap. De waterkoeling gebeurt met een circulatiepomp die het koelwater via de holle steunbalken van de trap door de treden voert. Voordeel ten opzichte van lucht gekoelde trappen is dat de toevoer van verbrandingslucht regelbaar is zonder dat de koeling van het rooster eraan onderhevig is. Ook bent u met een watergekoeld systeem meer flexibel in de brandstofkeuze: zowel hout als oogstafval (zonnebloemschalen, rijstpelletjes, afval van palmolie... zijn een bruikbare brandstof).
6. Verbrandingslucht wordt zowel onderaan als bovenaan aangevoerd. Onderaan wordt deze verdeeld toegevoerd van onder het rooster naar de verbrandingskamer.
7. De warmte van de rookgassen wordt via verticaal geplaatste vlampijpketel overgedragen aan het ketelwater. Het opgewarmde water verwarmt de serres.
8. De rookgassen worden ten slotte in een multicycloon gezuiverd van roet en stof. De zwaardere stofdeeltjes vliegen door de middelpuntvliedende kracht tegen de gladde wand, waarlangs ze in de verzameltrechter glijden. De gezuiverde rookgassen worden met behulp van een ventilator naar de schoorsteen gebracht.
9. Zowel de roosterassen als het fijne as uit de multicycloon wordt met behulp van transportschroeven afgevoerd naar de as opvang.

Overtuigende cijfers

De verbrandingsinstallatie is gebouwd om 8.000 uur per jaar op volle capaciteit te draaien. En hoewel de investering een veelvoud was van wat een klassieke gas- of stookoliesysteem had gekost, is het uiteindelijke financiële resultaat voordeliger.

Dat komt deels omdat de operationele kosten beduidend lager liggen, maar daar bovenop is er ook een groot milieuvoordeel.

- **Investeringskosten: hoger**

Het project inclusief installatiekosten, bouw- en civiele werken, kostte in zijn geheel € 900.000, waarvan 28% in aanmerking kwam voor een investeringssubsidie. Vergelijk: een gasverbranding komt op ongeveer € 46.000.

- **Werkingskosten: veel lager**

De exploitatiekosten exclusief brandstofkosten bedragen zo'n 3% van de investering op jaarbasis. Dit betreft onderhoud, elektriciteitsverbruik en het verwijderen van de assen. Voor een gasinstallatie bedraagt dit maar 1%. De totale werkingskosten van de houtverbrandingsinstallatie zijn echter veel lager in vergelijking met een gasketel.

Dit verschil is vooral te danken aan de goedkopere brandstof. De houtsnippers die de verbrandingsinstallatie verbruikt, kosten op jaarbasis ruim € 585.534 minder dan het aardgas dat voor dezelfde energie nodig zou zijn.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de brandstofprijs grote invloed heeft op het uiteindelijke kostenplaatje. In dit geval worden houtsnippers uit recyclagehout gebruikt van € 20 per ton. Het hout en de installatie voldoen hierbij uiteraard aan de normen en eisen. Indien zuivere houtsnippers gebruikt worden kan de prijs oplopen tot € 50 per ton. Ook de leveringszekerheid is natuurlijk van belang wat geregeld wordt door het afsluiten van leveringscontracten met leveranciers.

Een nauwkeurige afstelling van de installatie is nodig, zodat de emissiewaarden van NO₂ en CO₂ en dergelijke niet overschreden worden. Dat is nodig voor de milieu-impact ervan en voor de efficiënte en rendabele werking van de installatie. De geschatte levensduur van de installatie is 20 jaar.

Samengevat: Qua investering is een gasinstallatie vele malen goedkoper. In jaarlijks gebruik is ze echter tot 3 keer duurder. De terugverdientijd van de houtverbranding is slecht 1,99 jaar ten opzichte van een gasinstallatie.

De installatie blijkt een schot in de roos. De verbrandingsinstallatie is een economisch interessante keuze. Ze is nuttig voor tal van agro-industriële bedrijven met een grote energie- of warmtevraag. Dankzij de lage brandstofkosten is de investering vrij snel terugverdiend.

Prijzen incl. belastingen

		Vermogen kW 5000			Draaiuren u 5000	Warmte vraag kWh / j 25.000.000
Brandstof		Houtsnippers	Pellets	Olie	Gas	
Thermische efficiëntie	%	85	85	90	90	
Jaarlijks brandstofverbruik	kWh / j	29.411.765	29.411.765	27.777.778	27.777.778	
Vochtgehalte brandstof	%	20,0	5,0	0,0	0,0	
Onderste verbrandingswaarde	kWh / kg	3,9	4,9	11,9	11,8	
Prijs per eenheid brandstof		€ / t	€ / t	€ / l	€ / m³	
		20,00	95,00	0,20	0,23	
Brandstofkosten	€ / MWh	5,14	19,45	20,24	24,98	
	€ / j	151.076	572.205	562.118	693.868	
Brandstofvolume (zoals geleverd)	m³	27.468	8.803	2.771	3.016.818	
Brandstofmassa (zoals geleverd)	kg	7.553.828	6.023.211	2.342.160	2.117.807	
Asvolume	m³ / j	167,86	52,15	0	0	
Asmassa	kg / j	125.897	28.682	0	0	
Koolstofbalans	kg CO₂ / j	0	0	7.500.000	5.555.556	
Kosten en baten op basis van houtsnippers				Excl. steun	Incl. steun	
Kapitaal investering in de installatie				750.000	subsidies/steun	
Totale investering in grond en bouw werkzaamheden				200.000	28%	
Totale investering in de houtverbrandingsoven				950.000	684.000	
Jaarlijkse kapitaalkosten op de investeringen		3,00%		28.500	20.520	
Jaarlijkse onderdelen- en onderhoudskosten		2%		15.000	15.000	
Jaarlijkse ketelinspectie		1%		7.500	7.500	
Jaarlijks elektriciteitsverbruik	0,10 € / kWh	30 kW		15.000	15.000	
Jaarlijkse brandstofkosten				151.076	151.076	
Totale jaarlijkse kosten				217.076	209.096	
Jaarlijkse besparing op gas				693.868	693.868	
Jaarlijkse besparing				476.791	484.771	
				terugverdientijd	1,99 jaar	1,41 jaar
Extra kosten						
Zuivere CO₂	0,09 € / kg	20,00kg / m²	83.000 m²	149.400		
Jaarlijkse besparing				327.391	335.371	
				terugverdientijd	2,90 jaar	2,04 jaar

VOORBEELD 2

BIOBARPROJECT

Een tweede voorbeeld van de mogelijkheden met biomassa komt uit Frankrijk. Op het eerste zicht lijkt het Biobarproject sterk op het vorige voorbeeld. Toch zijn er verschillen.

- Men heeft zelf de benodigde biomassa beschikbaar en hoeft deze dus niet aan te kopen.
- De installatie, die geplaatst is in Bar-sur-Aube, levert zowel warmte als elektriciteit.
- Een tweede partij, neemt de kosten voor de bouw voor zijn rekening.

Een deel van de warmte die de installatie oplevert, wordt gebruikt in een meubelfabriek waar de verbrandingsoven staat. Een ander deel wordt omgezet in elektriciteit en via een elektriciteitsmaatschappij op het net geplaatst.

Het gaat hier dus duidelijk om een win-win afspraak tussen verschillende belanghebbende partijen.

De voordelen van de installatie zijn voor alle partners duidelijk. Dankzij de cogeneratie (warmte en stroom) kan de meubelbouwer gebruik maken van groene energie in zijn productieprocessen. Met een opbrengst van 1,35 MWe kunnen ongeveer 5.000 gezinnen met groene stroom bevoorraad worden. Waarom beide met elkaar in zee gaan? De brandstof voor deze installatie zijn de houtresten van de meubelfabriek. Kortom, de één levert de brandstof, de andere zorgt voor de infrastructuur.

Dankzij deze verbrandingsinstallatie wordt jaarlijks tot 14.000 ton minder CO₂ de lucht in geblazen. Een mooie milieu-impact!

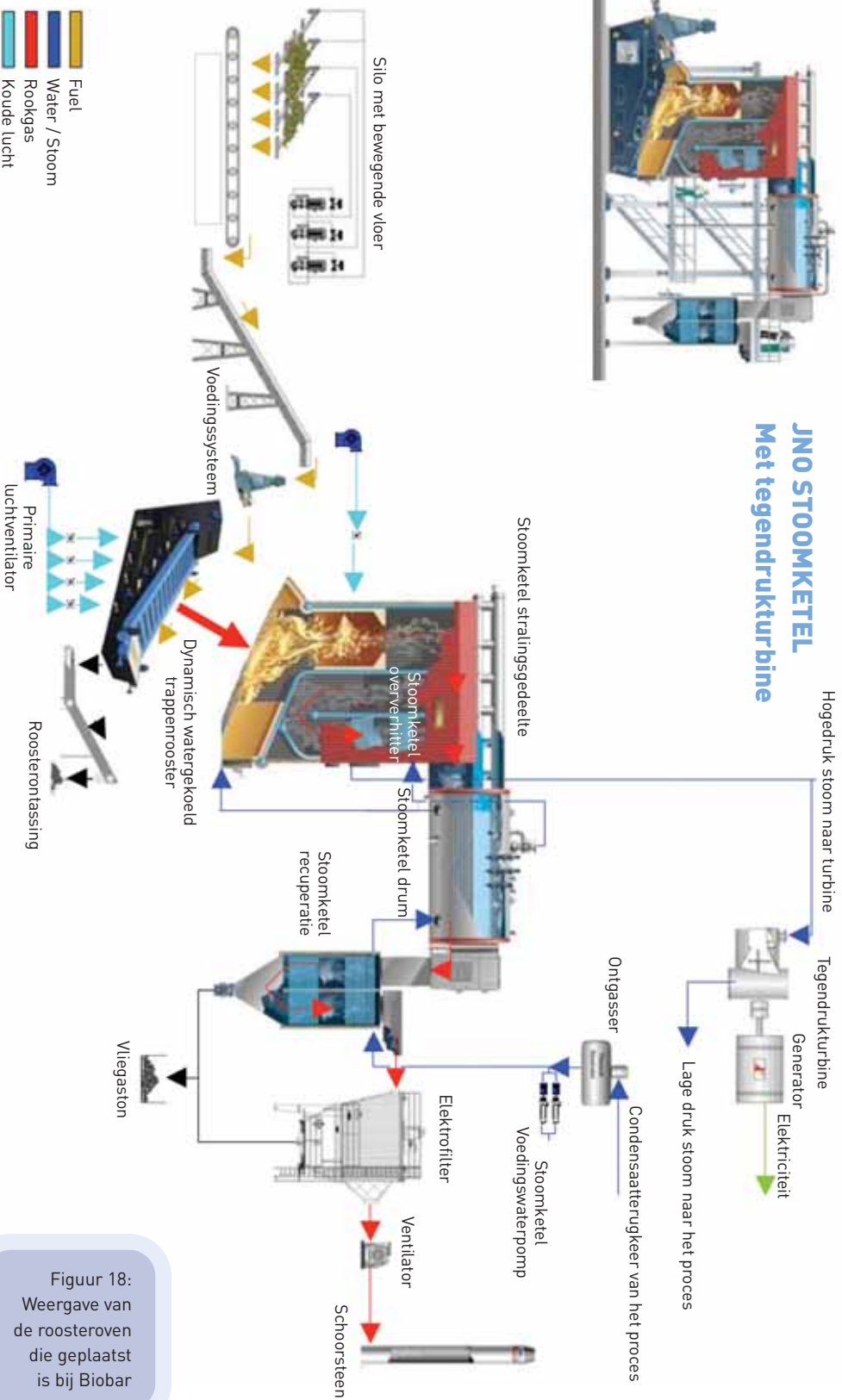
De technische installatie

De installatie lijkt sterk op het vorige voorbeeld. Pas wanneer de rookgassen moeten worden omgezet in enerzijds warmte en anderzijds elektrische stroom, krijgt ze een andere technische lay-out. Ook hier helpt de illustratie op pagina 60 (figuur 18) u de installatie makkelijker te begrijpen. Figuur 18 toont een weergave van de installatie die geplaatst werd.

1. De opslagsilo is uitgerust met een hydraulische schuifbodem die de biomassa uit de opslagsilo duwt. Vervolgens brengt een kettingtransporter het materiaal naar het voedingssysteem bestaande uit de doseerbunker en doseerschroeven. De doseerschroeven regelen de brandstoftoevoer naar de vuurhaard.
2. De brandstof wordt door middel van een dynamisch watergekoelde verbrandingsrooster door de vuurhaard getransporteerd waar de brandstof op verbrandt. De roosterassen worden aan het eind van het rooster naar de as-opvangbak getransporteerd.
3. Verbrandingslucht wordt zowel onderaan als bovenaan de verbrandingskamer toegevoerd. Onderaan wordt deze verdeeld toegevoerd van onder het rooster naar de verbrandingskamer.
4. De rookgassen worden door een combinatie van een waterpijp- en vlampijp-ketel gestuurd. Daarbij onttrekt de ketel warmte aan de rookgassen om hoge druk stoom te produceren. De voedingspomp voor de stoomketel brengt het op te warmen water in de economiser, waar met restwarmte uit de rookgassen het ketelwater wordt voorverwarmd.
5. De geproduceerde hoge druk stoom wordt met behulp van een tegendruk stoomturbine met generator omgezet in elektriciteit. De resterende lage druk stoom wordt gecondenseerd en het water wordt weer aan de ketel toegevoegd. De vrijgekomen warmte wordt gebruikt om het warmwater-circuit op te warmen.
6. De rookgassen worden ten slotte in een elektrofilter gezuiverd van stof-deeltjes. De afgevangen deeltjes worden opgevangen in een asopvangbak. De rookgassen worden met behulp van een ventilator via de schoorsteen afgevoerd.



JNO STOOMKETEL Met tegendrukturbine



Figuur 18:
Weergave van
de roosteroven
die geplaatst
is bij Biobar

Onweerlegbare voordelen

Deze verbrandingsinstallatie geeft alvast een belangrijk milieuvoordeel. Zoals gezegd houdt ze ruim 14.000 ton CO₂ uit het leefmilieu. Het stof in de rookgasen wordt opgevangen door een elektrofilter die hiervoor is geïnstalleerd. Hierdoor liggen de emissiewaarden voor stof ver beneden de gestelde normen.

Voor de meubelfabrikant waren er daarnaast minstens 6 voordelen verbonden aan de overstap naar groene energie en de samenwerking met de elektriciteitsproducent.

1. De installatie voldoet aan alle reglementeringen.
2. De bestaande stookoliebrander van 7 MWth werd stilgelegd, de energiekosten daalden fors, omdat de nieuwe brandstof bestaat uit het eigen houtafval.
3. Het globale rendement van de energieplant stijgt. Zowel op het vlak van productie als distributie.
4. De installatie is permanent beschikbaar
5. Het aandeel afval van het bedrijf vermindert drastisch: houtafval is volledig benut.
6. De investeringskost is nul, aangezien een tweede partij de 3,5 miljoen € voor de bouw van de installatie helemaal op zich neemt. Er wordt een leveringscontract opgesteld voor de warmte die aangekocht wordt.



VOORBEELD 3

SOCIALE WONINGBOUWPROJECT VERWARMD MET HOUTPELLETS

De sociale bouwmaatschappij Zonnige Kempen uit Westerlo heeft ervoor gekozen om 26 nieuwbouwwoningen in Grobbendonk te verwarmen met een hernieuwbare vorm van energie, met name houtpellets.

In dit nieuwbouwproject in de Wijngaardstraat hecht Zonnige Kempen bijzondere aandacht aan het beperken van het energie-, water- en materiaalgebruik. Reduceren van het energiegebruik gebeurt door een goede oriëntatie van de beide gebouwen, extra isolatie van de buitenoppervlakken en het toepassen van mechanische ventilatie met warmterecuperatie. Zonneboilers verwarmen het sanitair warm water. Het nieuwe element is de manier van verwarmen van de woningen. Dit gebeurt via een collectief verwarmingsstelsel met een houtpelletketel.

Het project wordt begeleid door de onderzoeksinstituut VITO uit Mol. Het Vlaams Energieagentschap steunt dit initiatief financieel als demonstratieproject voor innovatieve hernieuwbare energietechnologieën. Indien de bouw verloopt volgens planning dan worden de woningen in het voorjaar van 2008 verwarmd via hernieuwbare energie op basis van hout.

De technische installatie

De houtpelletketel wordt geplaatst onder het terras van de woningen. Onder het terras bevindt zich ook de pelletopslagruimte die voldoende groot is voor het verbruik van een gans jaar. Een speciale vrachtwagen levert de pellets in bulk. Met behulp van een aangepaste slang worden de pellets via de vulpijp in de opslagruimte geblazen. Het stof dat door het inblazen in de opslagruimte vrijkomt, zal via een aparte ontluuchtingspijp afgezogen en opgevangen worden in een speciale stofzak. Het transport van de pellets uit de opslagruimte naar de ketel kan natuurlijk niet met een pomp (zoals bij stookolie) maar gebeurt via een speciale schroef van Archimedes en dit in functie van de gevraagde warmte. Om mogelijke terugbrand te vermijden, wordt een speciale celradsluis in de toevoer geplaatst.

De verbranding van de pellets gebeurt in de pelletketel die intern opgedeeld is in verschillende zones. In de primaire zone vindt de vergassing plaats en dit onder zuurstofarme condities om de uitstoot van NO_x te beperken. De volledige

verbranding gebeurt vervolgens in de secundaire zone die qua volume voldoende groot is om een volledige uitbrand te realiseren. De hete rookgassen wisselen de warmte met het CV-circulatiewater in de rookgassenwarmte-wisselaar. Deze wisselaar wordt uitgerust met speciale reinigingssystemen om periodiek de eventuele ophopingen aan vliegassen te verwijderen. Dit systeem garandeert bovendien dat de stofemissies beperkt blijven en dat het hoge thermische rendement van ongeveer 90% behouden blijft in de tijd.

Pellets branden natuurlijk niet uit zichzelf. Het ontsteken gebeurt via een elektrische heteluchtblazer die de pellets in de verbrandingskamer opwarmen tot ze vanzelf ontbranden. De assen die vrijkomen bij de verbranding van de houtpellets worden verzameld in een speciale asbak die periodiek door de onderhoudsdienst van de bouwmaatschappij geledigd dient te worden.

Onweerlegbare voordelen

Houtpellets zijn een schone, CO₂-neutrale en gemakkelijk hanteerbare brandstof. Kosteneffectief transport is mogelijk dankzij het feit dat pellets een gestandaardiseerde brandstof is met een hoge densiteit in vergelijking met andere biomassa. De pellets kunnen geleverd worden met een tankwagen die beschikt over een automatisch voedingssysteem wat het geheel gebruiksvriendelijk maakt. Het is ook mogelijk om de ketel volledig automatisch te laten opereren, dit werd reeds aangetoond in verschillende andere projecten. De vergesloopte standaardisatie van pellets zorgt ervoor dat de verbranding kan gebeuren met lage emissies, ook in kleine toepassingen. Dit alles toont aan dat een pelletinstallatie een even gebruiksvriendelijke omgang heeft als een gas- of olieverwarmingsinstallatie.

In het project te Grobbendonk worden een pelletketel met een vermogen van 100 kW gecombineerd met een aardgasketel (ofwel 1 x 200 kW ofwel 2 x 100 kW). Het maximale warmtevermogen nodig voor de verwarming van deze 26 woningen bedraagt 200 kW. Indien de pelletsketel in storting of in onderhoud is, of indien de voorraad van pellets volledig opgebruikt is, dan kunnen de aardgasketels het volledige vermogen leveren.

Zowel voor de pelletketel als de aardgasketel wordt een rendement van 90% aangenomen. De pellets hebben een verbrandingswaarde van 4,8 kWh/kg en een stapeldichtheid van 680 kWh/Nm³. Voor de productie en het transport van de pellets naar de klant wordt in vele studies een primair energieverbruik bepaald dat overeenkomt met 5% van het pelletverbruik. Dit levert een fossiele energiebesparing op van 85%, wat overeenkomt met een CO₂-emissiereductie van 38 ton per jaar. Hierbij rekenen we met een CO₂-emissiefactor voor aardgas van 55,8 g/MJ.

warmtevraag	6.054 h/jaar
draaiuren pelletketel	4.246 h/jaar
draaiuren aardgasketel	1.831 h/jaar
warmtelevering pelletketel	180 MWh/jaar of 90%
warmtelevering aardgasketel	20 MWh/jaar of 10%
totale warmtevraag	200 MWh/jaar
verbruik pelletketel	200 MWh/jaar
verbruik pelletketel	41,6 ton/jaar
verbruik pelletketel	61,1 m³/jaar
verbruik gasketel	22 MWh/jaar
verbruik gasketel	2.400 m³/jaar
fossiel energieverbruik referentie	222 MWh/jaar
fossiel energieverbruik project	22 + 10 MWh/jaar
reductie fossiel energieverbruik	190 MWh of 85%

De totale investeringskost van ontwerp tot bouw van de installatie ligt op 84.000 €, btw inbegrepen. Door het gebruik van pellets in plaats van aardgas wordt verwacht dat er jaarlijks een energiebesparing van 3000 € kan gerealiseerd worden.



Figuur 19:
Figuur van
het project in
Grobendonk

9

STAPPENPLAN

Het idee om een biomassa (afvalstroom) nuttig te gebruiken is snel bedacht. Nagaan wat mogelijk is en de uiteindelijke realisatie van het plan zijn veel moeilijker. Om het proces van plan idee tot plan realisatie inzichtelijker te maken, wordt er een stappenplan opgesteld. Dit is een stappenplan om voor uzelf inzichtelijk te maken welke stappen genomen moeten worden. Het is hierbij te allen tijde mogelijk om advies in te winnen van derden.

Project idee

U hebt een warmte- of warmte- en elektriciteitsbehoefte waaraan u met behulp van vaste biomassa wilt voldoen. Wat moet u te weten komen?

A Biomassa

1. Over welke biomassa beschikt u en over hoeveel beschikt u?
2. Kunt u een continue aanvoer garanderen?
3. Hoe is de biomassa samengesteld en wat zijn haar eigenschappen (vochtgehalte, calorische waarde, stukgrootte, enzovoort)?
4. Heeft deze biomassa een voorbehandeling nodig (verkleinen, verdichten of drogen)?

B Techniek

5. Hoeveel warmte wilt u produceren en welk maximaal vermogen heeft u nodig?
6. Wilt u ook elektriciteit produceren?
7. Welke techniek wilt u toepassen (verbranding, vergassing)?
8. Welk systeem heeft u hiervoor nodig (type verbrandingsinstallatie, type vergassingsinstallatie, type elektriciteit productie-eenheid)?

C Wetgeving

9. Welke vergunningen moet u aanvragen en waar vraagt u ze aan?
10. Welke gegevens zijn daarvoor nodig?
11. Hoe lang duurt het proces van aanvraag?
12. Aan welk eisen moet de installatie voldoen (emissie-eisen, meetfrequentie, enz.)?

D Subsidies

13. Van welke steunmaatregelen kunt u gebruik maken en waar vraagt u ze aan?
14. Aan welke voorwaarden moet u voldoen om in aanmerking te komen?
15. Welke gegevens zijn er nodig voor de aanvraag?

E Kosten

16. Wat zijn de systeemkosten (techniek, levering, montage, opstart, enz.)?
17. Met welke aanvullende kosten moet rekening gehouden worden (verbouwing, aanleggen warmtenetwerk, aansluiting op het elektriciteitsnet, enz.)
18. Wat zijn de baten (subsidies en andere steunmaatregelen)?
19. Is het plan economisch haalbaar en hoe kunt u het financieren?

Instanties die U hierbij kunnen helpen vindt u in bijlage.

Nuttige adressen

Vlaamse Overheid

Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest (OVAM)
Stationsstraat 110
2800 Mechelen
Tel: 015-284.284
Fax: 015-203.274
Website: **www.ovam.be**

Vlaams Ministerie van Leefmilieu, Natuur en Energie
Vlaams Energieagentschap
Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II-laan 20, postbus 17
1000 Brussel
Tel: 02-553.46.00
Fax: 02-553.46.01
Website: **www.energiesparen.be**

Vlaams Ministerie van Leefmilieu, Natuur en Energie
Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Secretariaat-generaal
Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II-laan 20, bus 8
1000 Brussel
Tel: 02-553.80.11
Fax: 02-553.80.05
Website: **www.lne.be**

Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG)
Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II-laan 20, postbus 17
1000 Brussel
Tel: 02-553.13.53
Fax: 02-553.13.50
Website: **www.vreg.be**

Onderzoek

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
Burg. van Gansberghelaan 96 bus 1
9820 Merelbeke
Tel: 09-272.25.00
Fax: 09-272.25.01
E-mail: ilvo@ilvo.vlaanderen.be
Website: **www.ilvo.be**

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO)
Research Institute for Nature and Forest
Gaverstraat 4
9500 Geraardsbergen
Tel: 054-437.110
Fax: 054-436.160
E-mail: info@inbo.be
Website: **www.inbo.be**

Katholieke Universiteit Leuven
Ingenieurswetenschappen, departement Werktuigkunde,
Afdeling toegepaste mechanica en energieconversie
Celestijnenlaan 300A
3001 Heverlee
Tel: 016-32.25.11
Fax: 016-32.29.85
Website: **www.mech.kuleuven.be/tme**

Universiteit Antwerpen
Departement Biologie
Onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie-Ecologie
Campus Drie Eiken
Universiteitsplein 1
2610 Wilrijk
Tel: 03-820.22.56
Fax: 03-820.22.71
Website: **<http://webhost.ua.ac.be/pleco/>**

Universiteit Gent
Faculteit bio-ingenieurswetenschappen,
Afdeling biochemische en microbiële technologie
Coupure links 653
9000 Gent
Tel: 09-264.59.76
Fax: 09-264.62.48
Website: **<http://labmet.ugent.be>**

Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
Boeretang 200
2400 Mol
Tel: 014-335.511
Fax: 014-335.599
Website: **www.vito.be**

Vrije Universiteit Brussel
Onderzoeksgroep Toegepaste Mechanica
Pleinlaan 2
1050 Elsene
Tel: 02-629.23.93
Fax: 02-629.33.33
Website: **<http://mech.vub.ac.be/info.htm>**

Koepelorganisaties

COGEN Vlaanderen vzw,
voor de promotie van warmtekrachtkoppeling in Vlaanderen
Kantoor "de Dijlemolens"
Zwarte Zusterstraat 16, bus 9
3000 Leuven
Tel: 016-585.997
Fax: 016-621.891
Website: **www.cogenvlaanderen.be**

Febelhout
Hof Ter Vleestdreef 5, bus 1
1070 Anderlecht
Tel: 02-556.25.55
Fax: 02-556.25.70
Website: **www.febelhout.be**

Innovatiesteunpunt
Postbus 40
3000 Leuven
Tel: 016-286.120
Fax: 016-286.129
Website: **www.innovatiesteunpunt.be**

Instituut voor de aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en
Technologie in Vlaanderen (IWT)
Bischoffsheimlaan 25
1000 Brussel
Tel: 02-209.09.00
Fax: 02-223.11.81
Website: **www.iwt.be**

Organisatie voor Duurzame Energie (ODE) Vlaanderen
Leuvensestraat 7/1
3010 Kessel-Lo
Tel: 016-235.251
Fax: 016-487.744
Website: **www.ode.be**

Provinciaal Centrum voor Landbouw en Milieu (Proclam) vzw
Ieperseweg 87
8800 Rumbeke-Beitem
Tel: 051-27.33.80
Fax: 051-24.00.20
E-mail: povlt.proclam@west-vlaanderen.be
Website: **www.proclam.be**

Bedrijven

3E nv
Vaartstraat 61
1000 Brussel
Tel: 02-217.58.68
Fax: 02-219.79.89
E-mail: Info@3E.be
Website: **www.3e.be**

AEC-SMT
Grote Baan 25
3511 Kuringen (Hasselt)
Tel: 011-871626
Fax: 011-252429
E-mail: aecsmtd@pandora.be
Website: **www.aecsmtd.be**

BECO België
Sint-Elisabethstraat 38a
2060 Antwerpen
Tel: 03-270 1660
Fax: 03-270 1616
E-mail: info@beco.be
Website: **www.beco.be**

Bioflam BVBA
Zandbergen 2
2480 Dessel
Tel: 014-32.60.31
Fax: 014-32.60.33
E-mail: info@bioflam-bvba.be
Website: **www.bioflam-bvba.be**

Biomassastroomlijn bv
Noord Brabantlaan 303-307
5657 GB Eindhoven - Nederland
Tel: +31 40-294.43.84
Fax: +31 40-294.43.99
E-mail: info@biomassastroomlijn.nl
Website: **www.biomassastroomlijn.nl**

Biosynergy, a division of Typhoon
Gentseheerweg 148
8870 Izegem
Tel: 051-31.79.89
Fax: 051- 31.71.04
E-mail: karel.piot@skynet.be
Website: **www.biosynergy.be**

Cintras
Steenweg op Tielen 68A
2300 Turnhout
Tel: 014-40.72.70
Fax: 014-40.72.79
E-mail: info@cintras.be
Website: **www.cintras.be**

CSB bvba
Doorniksesteenweg 81A bus 7b
8500 Kortrijk
Tel: 056-21.66.60
Fax: 056-20.48.98
E-mail: info@csb-wastesolutions.be
Website: **www.csb-wastesolutions.be**

Eco Energy
Leeuwbeekstraat 11
3454 Rummen
Tel: 011-58.21.67
E-mail: [info@ecoenergy](mailto:info@ecoenergy.be)
Website: **www.ecoenergy.be**

EXINOR S.A.
Chemin des Poumreux, 17 A
4960 Malmedy
Tel: 080-77.12.84
Fax: 080-33.92.67
E-mail: info@exinor-sa.com
Website: **www.exinor-sa.com**

Flam NV
Industrieterrein Volmolen
Fabriekstraat 15
3800 Sint-Truiden
Tel: 011-68.23.38
Fax: 011-67.33.95
Website: **www.flam.be**

HDCV
Kerkelei 31, Bus 2
2550 Waarloos
Tel: 015-32.07.20
Fax: 015-32.07.00
E-mail: info@hdcv.be
Website: **www.hdcv.be**

Pellets & Pumps bvba
Dorekensstraat 28
1570 Galmaarden
Tel: 047-278.41.84
Fax: 054-58.88.80
E-mail: info@pelletshop.be
Website: **www.pelletshop.be**

Seay home&garden
Industrielaan 4
8501 Kortrijk-Heule
Tel: 056-354.200
Fax: 056-371.515
Website: **www.s-hg.com**

Stroomop bvba
Twaalfde Liniestraat 42
8520 Kuurne
Tel: 056-723.630
Fax: 056-723.631
E-mail: info@stroomop.be
Website: **www.stroomop.be**

Sunquest-Solar
rue du Rivage
1370 Mélin
Tel: 010-81.91.60
Fax: 010-81.91.59
E-mail: info@sunquest-solar.com
Website: **www.sunquest-solar.com**

Vyncke Energietechniek nv
Gentsesteenweg 224
8530 Harelbeke
Tel: 056-730.630
Fax: 056-704.160
E-mail: mail@vyncke.com
Website: **www.vyncke.be**

Wonterspan NV
Dosweg 2A
9800 Deinze
Tel: 051-633.344
Fax: 051-635.419
E-mail: wonterspan@skynet.be

Websites

- European Biomass Federation
www.aebiom.org
- Aspiravi
www.aspiravi.be
- BioHeat
www.bioheat.info
- Het virutele BioXchange platform
www.bioxchange.be
- Phyllis database van ECN
www.ecn.nl/phyllis
- Electrawinds
www.electrawinds.be
- Het Energie en Milieu Informatiesysteem voor het Vlaamse Gewest (EMIS)
www.emis.vito.be
- Vlaams Energie Agentschap
www.energiesparen.be
- Febelhout
www.febelhout.be
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (project des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)
www.fnr.de
- Greenprices, onafhankelijke informatie over de markt (produkten, certificaten, prijzen) in de Europese Unie
www.greenprices.com
- AMINAL: De Vlaamse milieu administratie
www.mina.be
- RETScreen, gratis software om het potentieel en de kosten van hernieuwbare projecten te evalueren
www.retscreen.net
- Senter Novem
www.senternovem.nl
- SPE
www.spe.be
- Valbiom, Belgische biomassa federatie
www.valbiom.be
- VREG: Vlaamse reguleringsinstantie voor Elektriciteit en Gas
www.vreg.be
- Biobib database van TU Wien
www.vt.tuwien.ac.at/biobib
- Energy Efficiency and Renewable Energy Network, afdeling van het Department of Energy (USA)
www1.eere.energy.gov/biomass

Verklarende woordenlijst

AMV	Afdeling Milieuvergunningen
Cultuurgrond	Grond in vaste ligging die wordt gebruikt of bestemd is als voedingsbodem voor de land- en tuinbouwgewassen en voor de boomkwekerijen
db	dry based of droge basis
FOD	Federale Overheidsdienst
GFT	Groente-, Fruit- en Tuinafval
GJ	Giga Joule, eenheid voor energie
GSC	Groenestroomcertificaten
kV	Kilo Volt, eenheid voor elektrische geleiding
kWe	Kilo Watt elektrisch, eenheid voor vermogen
kWh	Kilo Watt uur, eenheid voor energie
kWth	Kilo Watt thermisch, eenheid voor vermogen
LHV	Lower Heating Value of calorische onderwaarde of stookwaarde. De hoeveelheid warmte die vrijkomt bij volledige verbranding. Hierbij condenseert de waterdamp in de rookgassen niet
MDF	Medium-Density Fiberboard is geperst houtvezelplaat met een middelharde dichtheid. De houtvezels zijn gedroogd en door middel van harsen met elkaar verbonden
MJ	Megajoule, eenheid voor energie
MWe	Mega Watt elektrisch, eenheid voor vermogen
MWh	Mega Watt uur, eenheid voor energie
MWhe	Mega Watt uur elektrisch, eenheid voor energie
MWth	Mega Watt thermisch, eenheid voor vermogen
NOx	Stikstofoxiden
OBA	Organisch-Biologisch Afval
ORC	Organische Rankine Cyclus
OSB	Oriented Strand Board, betekent: plaat gemaakt van gerichte houtschilfers
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PPO	Pure Plantaardige Olie
SOx	Zwaveloxiden
TEQ	Toxiciteitsequivalent
VLIF	Vlaams Landbouwinvesteringsfonds
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
VREG	Vlaamse Reguleringsinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt
WKK	Warmtekrachtkoppeling: dit is de gecombineerde, gelijktijdige productie van warmte en elektriciteit

Bibliografie en bronnen

Vito-studie: Optimale energetische valorisatie van houtafval, N. Devriendt, P. Vanderstraeten

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=379>

Vito-studie: Mogelijkheden en potentieel van pellets in Vlaanderen, N. Devriendt, M. Geurds, G. Vanuytsel

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=484>

Vito-studie: Hernieuwbare warmte uit biomassa in Vlaanderen, N. Devriendt, K. Briffaerts, B. Lemmens, J. Theunis, G. Vekemans

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=376>

Vito-studie: Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020, N. Devriendt, G. Dooms, J. Liekens, W. Nijs, L. Pelkmans

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=459>

viWTA-studie: Is er plaats voor hernieuwbare energie in Vlaanderen ?; J. Neyens, N. Devriendt, L. Dewilde, G. Dooms, W. Nijs

<http://www.emis.vito.be/index.cfm?PageID=407>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Leitfaden bioenergie, plannung, betrieb und wirtschaftlichkeit von bioenergieanlagen, Dr. sc. Agr. S. Deimling, PD Dr.-Ing M. Kaltschmitt, Dipl.-Ing. B. Schneider, Dr. sc. Agr. C. Rösch, et al.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Handbuch bioenergie-kleinanlagen, Dr. arg. H. Hartmann, Dipl.-Ing K. Thuneke, Dipl.-Ing. A. Höldrich, Dipl. P. Rossmann

TNO-MEP, Blokverwarming met hout als brandstof, algemene technische informatie, Ir. P.D.M. Meulman, Ir. J. Koppejan

Novem, Conversietechnologieën voor de productie van elektriciteit en warmte uit biomassa en afval, Dr. Ir. J.A. Zeevalking, Drs. Ing. R. van Ree.

The sole responsibility for the content of this [webpage, publication etc.] lies with the authors. It does not represent the opinion of the Community. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein



Auteurs

- ODE
- VITO: Michiel Geurds,
Nathalie Devriendt

Co auteurs

- Geert Dooms, 3E
- Ilse Laureysens, BECO Groep
- Jacques De Ruyck, VUB
- Joost Vercaemst, Stijn van den Bosch, Vyncke
- Linda Meiresonne, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- Nico Vanaken, OVAM
- Reinhart Ceulemans, Universiteit Antwerpen
- Stefaan Paulus, CSB

In opdracht van**Vlaams ministerie van Leefmilieu, Natuur en Energie
Vlaams Energieagentschap**

Graaf de Ferrarisgebouw
Koning Albert II-laan 20, postbus 17
1000 Brussel
energie@vlaanderen.be
www.energiesparen.be

Vlaamse overheid**Uitgegeven door ODE-Vlaanderen****ODE-Vlaanderen**

Leuvensestraat 7b1
3010 Kessel-Lo
tel. 016/23.52.51
fax 016/48.77.44
info@ode.be
www.ode.be

ODE-Vlaanderen vzw, de Organisatie voor Duurzame Energie Vlaanderen, wil de toepassing van duurzame energie en energiebesparing in Vlaanderen stimuleren. Sinds het najaar 1998 werkt ODE-Vlaanderen met de steun van de Vlaamse overheid als centrale informatiezender over duurzame energie voor het Vlaams Gewest.

ODE-Vlaanderen werd op 7 februari 1996 opgericht als koepelvereniging door een brede groep instellingen, vzw's en individuele stichtende leden. Als ledenvereniging staat ODE-Vlaanderen open voor iedereen die haar doelstellingen onderschrijft en haar werking wil steunen.

Deze uitgave kunt u bestellen op www.ode.be**Verantwoordelijke uitgever**

Luk Vandaele
Voorzitter ODE-Vlaanderen vzw

Layout & Grafiek

Studio Dermaux

Druk

Drukkerij Geers

Depotnummer D/2006/3241/213

© 2006 ODE-Vlaanderen vzw