



Teelthandleiding miscanthus

*Ten behoeve van biocomposietmaterialen
voor bouwapplicaties*

Sophie Waegebaert
Veronique De Mey

Agrodome



Delphy

KdG
Karel de Grote
Hogeschool



inagro 

Rusthoeve



ZLTO



ILVO

ondernemen in
west-vlaanderen 

Het project 'Growing a green future' is gefinancierd binnen het Interreg V-programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: www.grensregio.eu

inagro 

ONDERZOEK & ADVIES IN LAND- & TUINBOUW

1. Inhoudsopgave

1. INHOUDSOPGAVE	1
2. VOORWOORD	2
3. INLEIDING	3
4. HISTORIEK	3
5. BOTANISCHE BESCHRIJVING	4
6. STANDPLAATS, GROEIOMSTANDIGHEDEN EN GROEIWIJZE	4
7. PRODUCTIE	5
8. TEELTTECHNIEKEN	6
8.1. Plantklaar maken van het perceel	6
8.2. Planten	6
8.3. Oogst	10
8.4. Onkruidbestrijding	11
8.5. Bemesting	12
8.6. Ziekten en plagen	12
9. GEBRUIK	13
9.1. Biobrandstof	13
9.1.1. Warmte en elektriciteit	13
9.1.2. Motorbrandstof	16
9.2. Constructiemateriaal	16
9.3. Composieten	18
9.4. Stalstrooisel	19
9.5. Papierindustrie	19
9.6. Andere gebruiken	19
10. ONDERZOEK	20
11. ECONOMISCHE PERSPECTIEVEN VOOR DE GRENSREGIO (VLAANDEREN-NEDERLAND)	21
12. BESLUIT	22
13. BRONNEN	23

2. Voorwoord

In deze brochure gaan we nader in op de teelt en valorisatiemogelijkheden van miscanthus als alternatief landbouwgewas. De teelttechnische aspecten zoals de aanplanting, gewasbeheer en oogsttechniek worden besproken en er wordt een overzicht gegeven van de verschillende toepassingen waarvoor dit gewas gebruikt kan worden met specifieke focus op biocomposietmaterialen voor bouwtoepassingen.

Deze brochure werd geschreven in het kader van het Interreg project "Growing a Green Future" (Vlaanderen - Nederland) dat begin 2017 van start is gegaan. Inagro te Beitem werkt hierin als partner mee. Eén van de activiteiten binnen dit project is het nagaan van de mogelijkheden van vezelgewassen, waaronder miscanthus. Hierbij ligt de nadruk op het gebruik van miscanthus als alternatieve of groene grondstof voor nieuwe toepassingen, met specifieke focus op bouwmaterialen (constructiemateriaal, composieten, enz.).

3. Inleiding

Miscanthus is een meerjarige teelt die met zijn hoog opbrengstpotentieel ideaal is voor gebruik als bio-energiegewas. Miscanthus is net als maïs een C4-plant; het gras is in staat om zonlicht op een efficiënte manier om te zetten in biomassa bij hoge temperatuur en met een minimum aan water (Sunbelt biofuels, 2010). De jaarlijkse oogst geeft de teler een vast inkomen, in tegenstelling tot houtachtige gewassen die slechts om de twee tot vier jaar geoogst kunnen worden.

Miscanthus behoort tot de monocotylenfamilie Poaceae. Het geslacht Miscanthus bestaat uit ongeveer 15 soorten overblijvende grassen die thuishoren in de subtropische en tropische regio's van Afrika en Azië. In Europa is vooral *Miscanthus x giganteus* van groot belang, omdat deze de hoogste opbrengst levert. Deze plant is een steriele triploïde hybride die via vegetatieve vermeerdering wordt vermeerderd (Scurlock, 1999).

4. Historiek

In Europa wordt miscanthus al sinds 1930 geteeld als een siergewas afkomstig uit Japan. Eind de jaren '60 werd in Denemarken het opbrengstpotentieel van miscanthus voor de cellulosevezelproductie onderzocht. In 1983 werden proeven aangelegd voor de bio-energieproductie, waarna het gewas ook in Duitsland en de rest van Europa belangstelling kreeg (Scurlock, 1999). Het totale Europese areaal van miscanthus wordt geschat op 20 000 ha (Lewandowski, 2016). In 2018 werd net geen 268 ha aangegeven in België (Departement Landbouw en Visserij, 2018; Valbiom 2018). In onze buurlanden Frankrijk, Duitsland en Groot-Brittannië staat reeds een behoorlijk areaal miscanthus. In Frankrijk wordt momenteel 5500 hectare miscanthus geteeld (France Miscanthus, 2018); in Duitsland bedroeg het areaal in 2018 4600 ha (TFZ, 2019). In Groot-Brittannië wordt meer dan 10 000 ha miscanthus geteeld (Lewandowski, 2016).

5. Botanische beschrijving

De plant kan in één groeiseizoen tot meer dan 3,5 m hoog groeien. Zijn voortbestaan wordt gewaarborgd door vegetatieve vermeerdering door middel van ondergrondse rhizomen. De rhizomen worden in de bovenlaag van de bodem (0-25 cm) gevormd (Figuur 1). Na twee tot drie jaar is een dichte wortelmat gevormd die de uitloging van stikstof verhindert (Scurlock, 1999).



Figuur 1: rhizoom van miscanthus (eigen beeldmateriaal)

6. Standplaats, groeiomstandigheden en groeiwijze

Miscanthus wordt in het voorjaar geplant (Sunbelt biofuels, 2010) en heeft een productieve levensduur van 15 tot 20 jaar (NNFCC, 2011). De plant vormt rhizomen die elk jaar in maart/april nieuwe stengels produceren (bij een bodemtemperatuur van 10°C). Het eerste jaar bereiken de stengels tegen het einde van augustus een maximale hoogte van 1-1,5 meter. Vanaf juli beginnen de stengels van onderuit op te drogen. Dit proces zet zich door in de herfst waarbij ook de bladeren verdrogen en afvallen. De reserves van de plant worden dan opgeslagen in de rhizomen. In februari blijft enkel het opgedroogde bladloze riet over. De afgefallen bladeren composteren waardoor de vrijkomende voedingsstoffen door de nieuwe planten gebruikt worden. Het bladerdek onderdrukt de onkruidgroei in het voorjaar (Cradle Crops, 2019).

Het eerste jaar is de opbrengst beperkt en daarom wordt meestal niet geoogst. Vanaf het tweede jaar kan het gewas jaarlijks worden geoogst; de plant bereikt dan een hoogte van 3-3,5 m (NNFCC, 2011). Pas na ongeveer vijf jaar (afhankelijk van de groeiomstandigheden) wordt de opbrengst stabiel (Zub & Brancourt-Hulmel, 2009), omdat de plant tot dan vooral energie gebruikt voor de ontwikkeling van zijn wortelstelsel.

Miscanthus heeft weinig bodemvereisten en kan dus worden aangeplant op onderbenutte terreinen. Het gewas groeit echter wel het best in een goed doorlaatbare, humusrijke leembodem met een goede waterhuishouding die snel opwarmt in het voorjaar zodat een lang groeiseizoen bereikt kan worden. Tijdens het eerste jaar zijn de rhizomen heel gevoelig voor vorstschade; bij een bodemtemperatuur die lager ligt dan 3,5°C sterven de rhizomen af. Na het eerste jaar zorgen de afgevallen bladeren voor een hogere bodemtemperatuur tijdens de winter (Nijskens, 2007). Tijdens het groeiseizoen vereist de plant een neerslaghoeveelheid van 700-900 mm (Rampérez, datum onbekend) wat in België en Nederland dus (nog) geen probleem vormt. Om een hoge en uniforme opbrengst te verkrijgen, is de waterbeschikbaarheid voor de keuze van het veld van groot belang (Nijskens, 2007). Miscanthus is gevoelig voor verdichte bodems en bodems met stagnerend water (Rampérez, datum onbekend). Doordat in de winter geoogst wordt, zijn velden die gevoelig zijn voor wateroverlast niet geschikt voor de teelt (NNFCC, 2011). Het veld kan dan niet door de oogstmachines bereiden worden en gebruik van zware machines bij natte omstandigheden kan bodemverdichting veroorzaken waardoor de wortelgroei verhinderd wordt. De optimale pH bedraagt 5,5-7,5 (ILVO, 2019).

Het komt erop neer dat een goed maïsveld ook een goed miscanthusveld is; de waterbeschikbaarheid is wel belangrijker door de lange duur van de teelt (meerjarig) (Sieverdingbeck, 2010).

7. Productie

Miscanthus heeft één van de hoogste biomassa-rendementen per hectare en is goed aangepast aan onze gematigde regio's. De opbrengst hangt vooral af van de kwaliteit van het plantenmateriaal, bodemtype, temperatuur, aanwezigheid van water en de teeltzorg (Cradle Crops, 2019).

In het eerste jaar na aanplant bedraagt de opbrengst bij oogst in het voorjaar slechts 1 tot 2 ton/hectare. Meestal wordt de miscanthus dan niet geoogst. Vanaf het tweede jaar kan er wel geoogst worden en ligt de opbrengst tussen 6 tot 10 ton/hectare. In het derde en vierde jaar stijgen de opbrengsten respectievelijk tot 12-16 ton/hectare en 14-18 ton/hectare. Vanaf het vijfde jaar is de opbrengst stabiel en schommelt de opbrengst tussen 14 en 20 ton/hectare en dit voor de komende 15 jaar (Cradle Crops, 2019).

Biomassa-opbrengsten liggen hoger indien het gewas geoogst wordt in het najaar. Het gewas is dan nog groen en heeft nog veel blad. De hoeveelheid biomassa bedraagt dan meestal 20-25 ton DS/ha. Tijdens de winter gaan vrijwel alle bladeren en vele stengeltoppen verloren en bestaat het oogstproduct grotendeels uit gedroogde stengels. De verliezen tijdens de winterperiode variëren afhankelijk van de weersomstandigheden, maar worden gemiddeld op 30% geschat. In de herfst kan dus aanzienlijk meer biomassa worden geoogst, maar het oogstproduct is vochtig (ca. 70% vocht). Tijdens de wintermaanden neemt het vochtgehalte aanzienlijk af (Darwinkel et al., 2001). Het vochtgehalte daalt tot minder dan 15% in het voorjaar, waardoor verder drogen van de oogst niet meer nodig is. De jaarlijkse drogestofopbrengst bedraagt dan 12-18 ton/ha (Scurlock, 1999).

Ook de as- en mineraalinhoud verlagen tijdens de winter door het verlies van het mineraalrijke blad en door verplaatsing van de nutriënten naar de rhizomen. Zo bevat de oogst in het voorjaar minder kalium en chloor; dit zijn elementen die problemen kunnen veroorzaken bij de verbranding van de biomassa.

Het lage vochtgehalte en de lage mineraalgehalten in het oogstproduct in het voorjaar zijn dus gunstig voor het verdere gebruik als groene grondstof of als brandstof (zie verder) (Darwinkel et al., 2001).

8. Teelttechnieken

Miscanthus vereist veel minder stikstof en chemische middelen dan de gebruikelijke gewassen (International Energy Crops, 2010). Na ongeveer drie jaar wordt een volwaardig gewasbestand bereikt dat jarenlang hoge drogestofopbrengsten geeft (Darwinkel et al., 2001; ILVO, 2019; Lewandowski, 2016).

8.1. PLANTKLAAR MAKEN VAN HET PERCEEL

In de herfst, vóór het planten, is het aangewezen om een geschikt breedwerkend systemisch herbicide toe te voegen zoals glyfosaat (Roundup) om de aanwezige onkruiden te verwijderen. Het is ook mogelijk om een vals zaaibed aan te leggen om zo de onkruiddruk te verlagen (Novabiom, 2019). Het veld kan vanaf 15 januari geploegd worden, zodat eventuele vorst de bodem verder kan openbreken. Vanaf maart moet het veld, net voor het planten, ondiep geploegd worden en moet er gezorgd worden voor een fijne bovenlaag van de bodem zodat een goede wortelvasthechting van het gewas mogelijk is (Teagasc, 2015).

8.2. PLANTEN

Miscanthus wordt in maart-april geplant. Wanneer het planten te vroeg gebeurt, is er gevaar voor vorstschade; wanneer te laat geplant wordt, bestaat er kans op droogteschade. De aanplanting is de meest delicate fase van de teelt. Een goede bodembewerking, de kwaliteit van de rhizomen en de vochtigheid van de bodem zijn hierbij de belangrijkste factoren (Dequidt & Ouvrard, 2009).

Miscanthus kan enkel vegetatief vermeerderd worden door stekken van wortelstokken (rhizomen) of in-vitro vermeerdering tot kluitplantjes (microplanten) (Scurlock, 1999).

Meestal bestaat het plantenmateriaal echter uit rhizomen. Hiervoor worden vermeerderingsvelden aangelegd waarin 3-6 planten/m² geplant worden. Na 2 tot 3 jaar worden de rhizomen met een frees in stukken van 40-100 gram versneden. Deze techniek heeft een vermeerderingsfactor 50 (Scurlock, 1999). De rhizomen kunnen herplant worden en zo nieuwe planten vormen. Bij planten zijn de rhizomen liefst 10-15 cm groot en bevatten twee tot drie ogen (Sieverdingbeck, 2010). De geoogste rhizomen dienen binnen de 4 uur opgeslagen te worden in een koelcel met een temperatuur van 4 graden, waar ze enkele weken bewaard kunnen worden. Herplanting van de rhizomen gebeurt het best binnen 4 uur na verwijderen uit de koelcel (Teagasc, 2015).

Rhizomen kunnen aangekocht worden bij:

- Novabiom, Frankrijk (www.novabiom.com)
- Renewable Energy Crops, Engeland (<http://www.recrops.com>)
- Sieverdingbeck, Duitsland (<http://www.sieverdingbeck-agrar.de/>)
- Cradle Crops, Nederland (<http://www.cradlecrops.nl/>)

Het bedrijf Promisc Bical Belux in België (www.promisc.be) verdeelt miscanthusrhizomen afkomstig uit Frankrijk of Engeland. Promisc Bical Belux gaat contracten aan met landbouwers waarbij het bedrijf zorgt voor de aanlevering van rhizomen met eventuele opvolging van de aanplanting, teelt en terugname van het oogstmateriaal. Indien gewenst, moet de landbouwer dus niet op zoek gaan naar een afzet, maar kan de oogst aan een afgesproken prijs verkocht worden aan Promisc.

Bij de Duitse firma Sieverdingbeck kan bij aankoop van rhizomen ook een begeleiding tijdens de aanplant gevraagd worden. Samen met de rhizomen wordt een aangepaste aardappelpoter met eg en roller vanuit Duitsland getransporteerd en wordt advies bij aanplant gegeven. Ook Cradle Crops uit Nederland kan nu deze dienst aanbieden. Zij leveren rhizomen en hebben een speciale plantmachine met gps-sturing waarmee zij de aanplant uitvoeren (Figuur 2).








Figuur 2: plantmachine miscanthus Cradle Crops (foto Cradle Crops, 2012)

De vermeerdering van miscanthus kan ook via in-vitro gebeuren. Deze techniek heeft een veel hogere vermeerderingsfactor (tot 2000), maar is veel duurder en de plantjes zijn gevoeliger voor onder andere droogte (Scurlock, 1999). Voor de aanplanting van het miscanthusveld wordt aanbevolen om 15 000-16 000 rhizomen/ha te planten. Op die manier zal een plantdichtheid van 10 000-14 000 planten/ha verkregen worden (Teagusc, 2015; ILVO, 2017). Promisc Bical Belux raadt echter aan om 20.000 rhizomen/ha aan te planten. Een hogere dichtheid zou de teelt ten goede komen (Robinet, 2008). Miscanthus stelt weinig eisen aan het bodemtype. De rhizomen worden in lichte bodem op 5 cm diep en in zware bodem op 1-6 cm diep geplant (Sieverdingbeck, 2010).

Naast de plantmachines van Sieverdingbeck en Cradle Crops zijn er nog andere plantmachines op de markt die ofwel manueel ofwel semi-automatisch werken (Tabel 1). Volledig automatisch werken is niet mogelijk, omdat de worteltjes van de rhizomen eerst ontward moeten worden (France Agricole, 2010).

Tabel 1: overzicht plantmachines rhizomen (La France Agricole, 2010; Novabiom 2010 & 2014; Soci ti  Thiérart, 2019; Teagasc, 2015; Rhizosfer, 2019, RMT biomasse, 2012)

	Aangepaste aardappelplanter of kolenplanter	Semi-automatische plantmachine	Semi-automatische plantmachine	Semi-automatische plantmachine	Manuele plantmachine
Aantal rijen	2	2 of 6	4	4	4
Methode	<ul style="list-style-type: none"> - Een ploegschaar zorgt voor het trekken van de plantgeulen. - De plantafstand wordt aangeduid door middel van een hefboom. - De grond wordt terug aangedrukt met een metalen staaf na planten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Een ploegschaar zorgt voor het trekken van de plantgeulen. - De rhizomen worden via het mechanisch systeem of noria (emmerketting) verdeeld. - De grond wordt dicht gegooid met een rakel en aangedrukt met een wiel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elke arbeider bedient een plantsysteem. - De rhizomen worden via het mechanisch systeem of noria (emmerketting) verdeeld. - Een gladde rol zorgt voor aandrukken van de grond na planten. 	<ul style="list-style-type: none"> - De machine heeft 2 voorraadbakken die aan elke kant bediend worden door 1 arbeider. - Methode is gelijkaardig aan het systeem van de machine uit Champagne Ardenne. 	<ul style="list-style-type: none"> - De rhizomen worden via een microgranulator op gelijke afstanden verdeeld tussen de ploegijzers. - De grond wordt terug aangedrukt met twee metalen staven.
Vorbereiding	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwarren kiemworteltje - De rhizomen uitstorten op de werkbank van de machine. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwarren kiemworteltje - Groottesortering van de rhizomen (≤ 10 cm in alle richtingen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwarren kiemworteltje - De rhizomen uitstorten op de werkbank van de machine. Voor het planten wordt er gefreesd om de 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwarren kiemworteltje - De rhizomen uitstorten in de trechter. De rhizomen worden verdeeld via het circulaire distributiesysteem. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwarren kiemworteltje - De rhizomen uitstorten op de werkbank van de machine.

			grond effen te leggen.		
Aantal personen	1 chauffeur 2 arbeiders	1 chauffeur 2 arbeiders/ 6 arbeiders	1 chauffeur 4 arbeiders	2 chauffeurs 4 arbeiders	1 chauffeur 4 arbeiders
Werksnelheid	6-7 h/ha	6-7 h/ha (2 arbeiders) 5 ha/dag (6 arbeiders)	Tractor rijdt 3 km/h of 1 h/ha	1 h/ha	10 000 rhizomen/h
Plantdiepte	15 cm	10-12 cm	8 cm	15 cm	
Rij-afstand	70 cm	90 cm	100 cm	100 cm	
Plant-afstand	80 cm	60 cm	50 cm	45 cm	
Beschikbaarheid van het materiaal	Oude plantmachine die vaak nog beschikbaar is op het landbouwbedrijf.	Machines gerealiseerd door het bedrijf Rhizosfer.	Plantmachine van de Luzéal-coöperatie in samenwerking met Société Thiérart (Champagne Ardenne).	Plantmachine van het bedrijf Novabiom.	Plantmachine van het bedrijf Novabiom.
					

8.3. OOGST

Het eerste jaar wordt niet geoogst omdat de opbrengst nog te klein is. Eventueel kan wel geoogst worden waarbij het verhakseld materiaal op het veld blijft liggen als mulch. Hierbij moet wel de kost voor oogsten gemaakt worden zonder een opbrengst te halen. Daarna kan jaarlijks geoogst worden vanaf februari tot april.

Met het oog op verder gebruik van de miscanthussnippers als groene grondstof of als brandstof is het beter om pas rond april te oogsten. Op die manier kan een lager vocht- en mineraalgehalte bereikt worden (Sieverdingbeck, 2011).

Miscanthus wordt pas geoogst als het gewas tot een vochtgehalte van ongeveer 15% is opgedroogd tijdens de wintermaanden (Scurlock, 1999). Deze late oogst gaat gepaard met een lagere oogstopbrengst, maar het gehalte aan vocht en mineralen is ook lager hetgeen voordelen heeft. Verder drogen van het oogstmateriaal is hierdoor niet meer nodig (Novem, 1999).

Miscanthus kan ofwel met een maïshakselaar ofwel met een maaier gevolgd door een balenpers geoogst worden. Deze laatste methode kan worden gebruikt wanneer compacter materiaal gewenst is. Oogsten is dan mogelijk in twee werkgangen. De meest gebruikelijke oogstmethode is die met een gewone maïshakselaar met kemperbek.

Er moeten scherpe messen gebruikt worden zodat homogeen hakselmateriaal van 2-3 cm verkregen wordt (Rampérez, datum onbekend). De snijmesses moeten ook verhard zijn om de extra slijtage door het relatieve hoog siliciumgehalte in miscanthus op te vangen (Scurlock, 1999). Het relatief harde oogstmateriaal vereist een trage rijsnelheid (2-3 km/h). De hoogte van de maaiwerk moet zo laag mogelijk ingesteld worden om rendementsverlies te vermijden (Figuur 3) (Nijskens, 2007).



Figuur 3: oogstmachine miscanthus (Eigen beeldmateriaal, 2011)

Het Franse bedrijf Kuhn bracht in 2013 een nieuwe maaidorser op de markt die miscanthus kan oogsten en in balen persen in één werkgang. De machine is speciaal ontwikkeld voor de oogst van

energiegewassen. Dit zorgt ervoor dat de oogstkosten verlaagd kunnen worden (Figuur 4) (Douard, 2013).



Figuur 4: maaidorser energiegewassen (www.kuhn.fr)

De oogst van miscanthus is heel volumineus (dichtheid van $\sim 100 \text{ kg/m}^3$), waardoor het van belang is dat de afzetbedrijven dichtbij gesitueerd zijn zodat transportkosten en milieu-impact gereduceerd kunnen worden (Le Syndicat Agricole, 2010). Wanneer het oogstmateriaal in balen geperst wordt, kunnen de transportkosten verminderd worden alsook het volume voor stockage. Er kunnen zowel balen van snippers (vastgemaakt met een draad en eventueel met plastic) als van de volledige stengels (zoals bij granen) gemaakt worden (eventueel met breker/hakmachine voor de balenpers om de stengels in te korten). De balen zijn rond of vierkant. De balen worden in een overdekte opslagruimte bewaard ofwel verpakt in plastic en buiten gestapeld (NNFCC, 2011).

Indien men het veld wil herzaaien voor bijvoorbeeld grasland is de verwijdering van miscanthus van het veld heel eenvoudig. Wanneer het gewas in het voorjaar opnieuw begint te groeien, wordt het gewas afgemaaid en bespoten met glyfosaat ofwel kan het veld worden diepgefreest. Na één jaar kan worden herzaaid (Teagasc, 2015).

8.4. ONKRUIDBESTRIJDING

Onkruid kan in competitie treden voor licht en water met de jonge miscanthusscheuten en kan zo het rendement van de teelt doen dalen; controle is dus heel belangrijk bij het jonge gewas (NNFCC, 2011).

In België zijn reeds verschillende onkruidbestrijdingsmiddelen in de miscanthusteelt toegelaten: Andes, Aspect T, Bofix, Border, Calaris, Callistar, Callisto, Click Premium, Click Pro, Cliophar 100 SL, Clopyrelco 100 SL, Gardo Gold, Gardoprim, Glopvr 100 SL, Haldis 100, Lifter, Logano 100 SC, Lumica 100, Matrigon, Matrigon 600, Meristo, Mesotriox 100 SC, Osorno, Primagram Gold, Promess, Temsa SC, Vivendi 100 SL (Fytoweb, 2019).

Onkruidbestrijding bij miscanthus is meestal enkel nodig in het jaar van aanplanten. Dit kan zowel mechanisch als chemisch gebeuren. Mechanische bestrijding kan uitgevoerd worden met bijvoorbeeld een maïsschoffel (Rampérez, datum onbekend). Voor de chemische bestrijding wordt aanbevolen om vóór de aanplanting het veld met glyfosaat (Roundup) te bespuiten. Het is van groot belang dat het veld onkruidvrij is bij aanplanten (International Energy Crops, 2010). In de zomer van het jaar van aanleg kan een herbicide gebruikt worden om de overblijvende onkruiden te

verwijderen. In de daaropvolgende lente, voor de nieuwe scheuten zichtbaar zijn, kan dit indien nodig nog eens toegepast worden (Teagasc, 2015).

Vanaf het tweede jaar is het gewas gesloten en de bodem voldoende bedekt. Ook de afgevallen bladeren van de winter vormen een bladerdek op de bodem zodat de meeste onkruiden geen kans hebben om uit te groeien (ILVO, datum onbekend; NNFCC, 2011).

8.5. BEMESTING

Het gewas vereist slechts een beperkte bodembemesting. De plant is in staat om aan het eind van het groeiseizoen de meeste voedingsstoffen vanuit de stengels en bladeren te verplaatsen naar de rhizomen waardoor bij de oogst slechts weinig nutriënten verloren gaan (NNFCC, 2011). In de winter vallen de bladeren af waardoor nutriënten gerecycleerd worden naar de bodem (Rampérez, datum onbekend). Tijdens de eerste teeltjaren blijven minder gewasresten achter, maar is de behoefte aan mineralen ook minder door de lagere productie (Novem, 1999). De hoeveelheid stikstof-, fosfor-, en kaliumbemesting is afhankelijk van het bodemtype, teeltgeschiedenis van het perceel en de bodemreserves (Teagasc, 2015).

In Groot-Brittannië wordt in het jaar van aanplant een stikstofbemesting van 85 kg N/ha aanbevolen (NNFCC, 2011). In Duitsland (Sieverdingbeck) wordt pas vanaf het tweede jaar bemest. Jaarlijks wordt dan 10-40 kg N/ha, 10-30 kg P₂O₅/ha en 10-50 kg K₂O/ha toegevoegd zodat het gewas na de oogst makkelijk de groei kan hervatten. Zij gebruiken hiervoor stalment. De bodem is dan door bladval bedekt met bladeren waardoor in principe geen organische mest meer gebruikt zou mogen worden. Door de kleine hoeveelheid zou dit echter geen problemen geven (Sieverdingbeck, 2011).

'Les chambres d'agriculture' in Frankrijk stellen echter dat een stikstofbemesting de eerste 3 jaar niet nodig is. Meer nog, een stikstofbemesting zou de groei van onkruiden bevorderen. In het voorjaar, na afvallen van de bladeren, bestaat het miscanthusstro uit 30 mg N/g DS. Bij een opbrengst van 5 ton DS/ha in het tweede jaar is dus slechts 25 kg N/ha nodig om de bodemreserves aan te vullen (Barthelemi, 2007). Ook in Ierland wordt geadviseerd om tijdens de eerste twee jaar niet te bemesten. Tot het moment dat het gewas gesloten is, kan een te hoge bemesting problemen met onkruid geven (Teagasc, 2015).

Het ILVO adviseert om in het voorjaar van het tweede jaar 40 tot 60 eenheden bemesting toe te dienen. Te hoge bemesting wordt best vermeden, omdat het gewas dan te weelderig groeit en bijgevolg niet afrijpt in het najaar. Dit zorgt voor een lagere opbrengst in het daaropvolgende jaar (ILVO, 2019; ILVO, datum onbekend).

8.6. ZIEKTEN EN PLAGEN

Momenteel wordt in Europa enkel de hybride *Miscanthus x giganteus* geteeld, waardoor de kans op uitbreken van ziektes en plagen reëel is. Ondanks het feit dat er studies werden gevoerd over ziektes bij miscanthus, lijken deze ziektes eerder incidenteel te zijn. Het gebruik van pesticiden is dus nog niet nodig.

Een studie uit 2012 wijst er wel op dat er aandacht dient besteed te worden wanneer de rhizomen bewaard of verplant worden. Aantasting door *Fusarium* kan voor rhizoomrot zorgen en dus voor het verlies van de aanplanting (Covarelli, 2012). Iers onderzoek uit 2015 bevestigt dat miscanthus

aangetast kan worden door graanschimmels (Glynn, 2015). Dit onderzoek toont aan dat er aandacht dient besteed te worden aan het ontstaan van eventuele ziektes.

Konijnen, herten en dassen kunnen eventueel vraatschade veroorzaken bij de jonge miscanthusplanten. Ook emelten en ritnaalden kunnen vraatschade veroorzaken aan de rhizomen, vooral na grasland of braakligging van het veld (International Energy Crops, 2010).

9. Gebruik

De miscanthussnippers (Figuur 5) kunnen voor diverse toepassingen ingezet worden. Het voornaamste en meest rendabele gebruik is en blijft als biobrandstof. Er is echter ook interesse voor het gebruik van miscanthus in constructiematerialen, biocomposieten, stalstrooisel of papier. Bovendien onttrekt miscanthus tijdens de groei CO₂ uit de atmosfeer, waardoor het materiaal heel milieuvriendelijk is.



Figuur 5: miscanthussnippers (Eigen beeldmateriaal, 2012)

9.1. BIOBRANDSTOF

9.1.1. Warmte en elektriciteit

Als energiegewas kan miscanthus gebruikt worden als brandstof voor verbranding of vergassing (Novem, 1999) voor de productie van warmte of elektriciteit. Dit kan onder de vorm van briketten, pellets of snippers aangeleverd worden (Figuur 6).



Figuur 6: miscanthuspellets als biobrandstof (Eigen beeldmateriaal, 2011)

In Tabel 2 wordt de energiebalans (verbruikte energie/geleverde energie) van verschillende energiegewassen met elkaar vergeleken. Er is te zien dat de productie van 1 ha miscanthus equivalent is met 8000 L stookolie (Rampérez, datum onbekend) of 1 ton miscanthus is equivalent met 500 L stookolie. Miscanthus heeft een zeer gunstige energiebalans (Tabel 2) en verbruikt meer CO₂ dan het uitstoot, omdat een deel ervan gestockeerd kan worden in de rhizomen (Le Syndicat Agricole, 2010). Bij verbranding wordt 90% minder CO₂ uitgestoten in vergelijking met steenkool (Scurlock, 1999).

Tabel 2: biomassa als energieleverancier (Rampérez, datum onbekend)

Energieleverancier	Energiebalans	Equivalent stookolie L/ha
Ethanol (suikerbiet)	1:1,7	3000
Koolzaad	1:3	1300
Tarwe	1:10	5000
Hout (korte omloop)	1:12	6500
Miscanthus	1:15	8000

In Tabel 3 worden de eigenschappen van verschillende soorten biomassa waaronder *Miscanthus giganteus* met elkaar vergeleken. Chemische elementen zoals chloor, zwavel en stikstof hebben naargelang hun concentratie invloed op de schadelijke rookgassen die vrijkomen bij verbranding. Het asgehalte is de asresidu, vervuiling door bijvoorbeeld zand, steentjes of bladeren, die achterblijft bij de verbranding en die voor extra onderhoud zorgt van de stookinstallatie. In Tabel 3 is te zien dat het asgehalte na verbranding van miscanthus (3%) veel hoger is dan bij verbranding van hout.

Tabel 3: eigenschappen van verschillende soorten biomassa (Scurlock, 1999; Rampérez, datum onbekend; Vassilev et al. 2010; in Schutte, 2010)

Eigenschappen	Miscanthus (%)	Wilg (%)	Populier (%)	Stro (%)
As	3,0	1,6	2,1	
Vluchtige bestanddelen	81,2	82,5	85,6	
Gefixeerde koolstof	15,8	15,9	12,3	
Koolstof (C)	49,2	49,8	51,6	
Waterstof (H)	6,0	6,1	6,1	
Stikstof (N)	0,4	0,6	0,6	0,1-0,4
Zwavel (S)	0,1-0,15	0,06	0,02	
Kalium (K)	0,49	0,27	0,27	0,4
Chloor (Cl)	0,13	0,01	0,03	0,35
Silicium (SiO ₂)	1,69	0,10	0,08	

De as van miscanthus bevat ongeveer 30-40% SiO₂, 20-25% K₂O, 5% P₂O₅, 5% CaO en 5% MgO. De chemische samenstelling van de as heeft invloed op de assmeltemperatuur en op de samenstelling van de rookgassen. Sintering of asverwerkingstemperatuur van de as is de temperatuur waarbij de as gaat smelten en treedt bij miscanthus al op bij 600 °C (Novem, 1999; Scurlock, 1999). Bij rietgras en wilg treedt dit pas op bij 900 °C. Miscanthus heeft dus een lager smeltpunt wat gepaard gaat met smelten van de as en vorming van slakken (kaliumsilicaat). De vorming van kaliumsilicaat is te wijten aan het relatief hoge gehalte aan silicium in combinatie met kalium in miscanthus (Tabel 3) (Scurlock, 1999).

Ook zorgt het relatief hoge gehalte aan chloor (Tabel 3) voor corrosie van de ketel wat de levensduur van een gewone houtverbrandingsketel beperkt.

De industriële verbranding van miscanthus vereist daarom een speciaal aangepaste ketel. De aanpassing houdt onder meer in dat een bewegend rooster aanwezig moet zijn om slakkenvorming te voorkomen. De ketel is ook voorzien tegen corrosie en bevat een automatisch reinigingssysteem voor afvoer van de assen. Deze ketels zijn te koop bij onder andere de firma Hargassner (<http://www.hargassner.be>) of bij de firma Heizomat (<http://www.heizomat.de>). Beide firma's hebben verdelers in België.

In een gewone houtverbrandingsketel kan theoretisch gezien tot 50% miscanthus worden toegevoegd; er wordt echter aangeraden om slechts tot 30% miscanthus toe te voegen voor de levensduur van de ketel. De houtkrullen kunnen automatisch gemengd worden met de

miscanthussnippers in het roersysteem dat voor de ketel kan worden aangesloten (Hargassner, 2010).

Miscanthus kan tot pellets geperst worden, maar dit vereist een combinatie met houtzaagsel. Er kan maximaal 10% miscanthus aan de houtpellets worden toegevoegd. De verbranding van zuivere miscanthuspellets in een pelletketel is namelijk niet mogelijk, omdat er te veel as gevormd wordt. De ketel raakt hierdoor onmiddellijk vol, waardoor verdere verbranding moeilijk verloopt. Miscanthusbriketten kunnen wel in een gewone houtkachel verbrand worden, maar dit vraagt extra onderhoud door de vorming van de vele assen (Delplanque, 2010).

Na verbranding kan de as van miscanthus gebruikt worden als bodembemester. Deze as is net als dat van hennep of stro meer geschikt als bodembemesting dan de as van hout.

Miscanthus kan ook vergast worden. In vergelijking met een verbrandingsketel heeft een vergassingsketel zowel voor- als nadelen. De vergassingsketel is veel goedkoper (geen bewegende onderdelen, vijzel...) en zou dus beter geschikt zijn indien slechts een klein vermogen nodig is. De miscanthus wordt in de vorm van briketten aangeleverd, maar de ketel moet hiervoor manueel bijgevuld worden (1 à 2 keer per dag). Voor vergassing zijn ook heel harde briketten nodig omdat deze door de hoge temperatuur snel openspringen. Hierdoor is het rendement van de vergassing veel lager dan verbranding (Hargassner, 2011).

Onderzoek naar de mogelijkheden voor de productie van biogas met miscanthus worden volop onderzocht. Recent Duits onderzoek toont aan dat miscanthus potentieel heeft om maïs voor de productie van biogas te vervangen. Belangrijk hierbij is dat de miscanthus groen geoogst wordt in oktober. Dit in tegenstelling tot de oogst van miscanthus voor de productie van warmte en elektriciteit (Kiesel, 2017).

9.1.2. Motorbrandstof

Miscanthus kan ook gebruikt worden voor de productie van bio-ethanol via het proces van alcoholische fermentatie, waarbij suikers omgezet worden. Miscanthus kan ook dienen als grondstof voor productie van biodiesel via het Fischer-Tropsch-proces. Hierbij wordt de biomassa vergast en daarna via het Fischer-Tropsch-proces omgezet tot vloeibare brandstof (Harmsen & Bos, 2010).

9.2. CONSTRUCTIEMATERIAAL

De sterkte van de vezel en de isolerende werking ervan maakt miscanthus ook geschikt als grondstof van bouw- of constructiematerialen (spaanplaten, isolatieblokken, binnenwanden, poreus beton) (Novem, 1999).

Ook voor de productie van LNS-platen (*light natural sandwich materials*) kan miscanthus gebruikt worden. LNS-platen kunnen ter vervanging dienen van vezelplaten, spaanderplaten en isolerende materialen zoals rotswol en schuimplastiek. LNS bestaan uit een buitenste en binnenste laag van triplex- of multiplexplaat en in de kern grashalmen. De grashalmen worden bij elkaar gehouden door een natuurlijke kleefstof, bv. op basis van gluten. De grashalmen kunnen afkomstig zijn van miscanthus, maar kunnen ook een mengeling zijn van verschillende grasachtigen (Jones & Walsh, 2001).

Net als kalk-hennepmengsels kunnen ook kalk-miscanthusmengsels als ecologisch bouw materiaal gebruikt worden. Het mengsel van kalk en miscanthussnippers kan met een spuitmachine aangebracht of in blokken geperst worden. Dit materiaal heeft een sterk isolerende werking en vochtregulerende capaciteit. Dit zorgt voor een goed binnenklimaat van het huis of gebouw. Het mengsel kan voor constructie van muren, vloeren, als dakisolatie en bepleistering gebruikt worden. Het kan niet als draagconstructie dienen en moet daarom in houtskeletbouw toegepast worden. In het project BCC-BAT, uitgevoerd door het WTCB, werden testen gedaan op kalk-miscanthusbetonmengsels. De kwaliteit van dit isolerend materiaal zou gelijkaardig zijn met het kalk-hennepbetonmengsel. Het miscanthusmengsel wordt in tegenstelling tot kalk-hennepmengsels nog niet commercieel geproduceerd (WTCB, 2010).

Miscanthus kent ook reeds verschillende toepassingen in de productie van poreus beton. Frank Bucher (Acroniq) is de uitvinder van 'Xiriton' (Figuur 7). Dit is een nieuw en duurzaam bouw materiaal dat lijkt op lagedestkerkebeton. Xiriton is volgens de huidige technische normen echter geen beton, maar een nieuwe materiaalgroep waarvoor terminologie en normen nog moeten worden opgesteld. Xiriton bevat miscanthussnippers die ter vervanging van zand en grind dienen. Daarnaast zit in Xiriton het mineraal olivijn dat de eigenschap heeft om extra CO₂ uit de omgeving te onttrekken. Door de structuur van het plantenmateriaal krijgt Xiriton een relatief hoog isolatievermogen m.b.t. temperatuur en geluid evenals een vrij hoog absorptievermogen van trillingen en schokken. Dankzij de natuurlijke vezel is het materiaal veel lichter en heeft het een zekere taaiheid. De productie van Xiriton is qua machines en infrastructuur in principe hetzelfde als voor beton. Simpele verwerkbaarheid, duurzaamheid en potentiële beschikbaarheid maken deze bouwstof economisch en ecologisch waardevol (EKwadraat Advies, 2009; Acroniq, 2010).



Figuur 7: Xiriton (Acroniq, 2010; V-eld, 2015)

Xiriton zou voor verschillende toepassingen gebruikt kunnen worden: bv. fundering in wegenbouw, als vervanger van kust-, dijk-, en oeverbescherming, maar ook voor diverse verhardingen of zelfs in woningbouw (Linssen, 2009). Verschillende Nederlandse openbare projecten werden uitgevoerd met Xiriton. Zo werd in 2015 in IJmuiden een groenzone aangelegd waarbij vloeren en banken werden ontworpen op basis van Xiriton (Figuur 8) (V-eld, 2015). In 2017 werd in Leeuwarden een circulair voetpad aangelegd. Per dag lopen of fietsen er zo'n 100 mensen over het pad en de opdrachtgever is tot op heden heel tevreden over de kwaliteit van het pad (Bouw Circulair, 2019).



Figuur 8: toepassingen van Xiriton: groenzone IJmuiden (links) en geluidsmuren van Strukton (rechts) (Smits Rinsma, datum onbekend; Strukton, 2019)

Ook de Nederlandse bedrijven Bio Bound en Strukton ontwikkelen beton met miscanthus. Bio Bound produceert voornamelijk bestratingsmaterialen en funderingen (Bio Bound, 2019). Strukton ontwierp de *Green Silence Wall*. Dit is een onderhoudsvriendelijk geluidsscherm gemaakt van prefab-beton met miscanthus (Figuur 8) (Strukton, 2019).

9.3. COMPOSITIEN

Composieten zijn vezelversterkte kunststoffen. Het zijn combinaties van twee of meer materialen. Samen geven de materialen het composiet eigenschappen die niet mogelijk zijn wanneer de materialen afzonderlijk beschouwd zouden worden. Composieten zijn opgebouwd uit een continue matrix (kunststof) en een niet-continue fase (vezels). Ook miscanthus kan als vezelversterkend materiaal toegepast worden.

Momenteel wordt er veel onderzoek gevoerd naar bio-afbreekbare materialen. Zo worden er ook composieten gemaakt die volledige bio-afbreekbaar zijn. Hiervoor worden plantaardige vezels zoals miscanthus gebruikt. Ook voor de ontwikkeling van de matrix zijn reeds bio-afbreekbare kunststoffen beschikbaar (Muthuraj, 2017).

Een uitdaging verbonden aan de ontwikkeling van composieten met natuurlijke vezels is dat deze vezels niet-wateroplosbaar zijn. Hierdoor kunnen ze niet opgelost worden in de matrix en hebben de composieten lage mechanische eigenschappen. Door het optimaliseren van de samenstelling van de matrix zijn onderzoekers er echter in geslaagd om de interactie tussen de vezels en de kunststof te verhogen en zo composieten te ontwikkelen die voldoen aan voldoende hoge mechanische eisen. Hierdoor ontstaan mogelijkheden om niet-afbreekbare composieten te vervangen door een bio-afbreekbare variant (Muthuraj, 2017).

Verschillende bedrijven gaan reeds aan de slag met miscanthusvezels in bio-afbreekbare plastics. Zo ontwikkelde het Nederlandse bedrijf Vibers bioplastics gemaakt met onder andere miscanthus. De bestanddelen van de bioplastic wordt gebruikt in massaproductietechnieken, zoals spuitgieten, extrusie en thermovormen. Hiermee kunnen verschillende producten geproduceerd worden, zoals verpakkingen, brooddozen en meubels (Vibers, 2019). Het Nederlandse Boeregoed uit 's-Gravensande maakt sinds 2018 gebruik van verpakkingsmateriaal ontworpen door Vibers

(Figuur 9). Boeregoed is een kleinschalig initiatief dat groenten en fruit van eigen kweek en lokale telers rechtstreeks verkoopt via Farmshops bij tuincentra (Agro & Chemie, 2018).



Figuur 9: verpakkingsmateriaal met miscanthus (Vibers, Agro & Chemie, 2018)

Ook bloempotten worden reeds uit miscanthussnippers gemaakt. Deze bloempotten zijn biologisch afbreekbaar en beperken het gebruik van gewoon plastic.

9.4. STALSTROOISEL

Miscanthus kan als strooisel in stallen van pluimvee, runderen en paarden of voor kleine huisdieren gebruikt worden. Miscanthussnippers hebben, in vergelijking met stro of houtkrullen, een sterk absorberend vermogen, het materiaal droogt snel en klit niet aan elkaar. Dit zorgt ervoor dat minder snippers nodig zijn in vergelijking met houtsnippers of stro. Miscanthus is ook in staat om stikstof op te nemen en bijgevolg ook ammoniak die een hinderlijke geur veroorzaakt (Cradle Crops, 2019).

9.5. PAPIERINDUSTRIE

In China wordt miscanthusvezel al vele jaren gebruikt bij de productie van papier. Het productieproces waarbij deze vezels gedelignificeerd worden, heet het Kraft-procédé. Dit procédé kan ook gebruikt worden voor vezels afkomstig van stro of korte omloophout. In tegenstelling tot bij houtvezels, kunnen de grasvezels voor 81% gedelignificeerd worden beneden de 100 °C. Dit houdt een belangrijke energiebesparing in (Jones & Walsh, 2001).

9.6. ANDERE GEBRUIKEN

Miscanthus kan ook gebruikt worden als bodembedekking ter vervanging van stro of houtsnippers om onkruid te bestrijden (ILVO, datum onbekend). De aanplanting van miscanthus zorgt dankzij de stevige wortels voor een bescherming tegen erosie. Het dichte gewas is ook een ideale schuilplaats voor fauna (insecten, vogels, zoogdieren) en vooral in de winter, omdat dit vrijwel het enige groene gewas is dat beschikbaar is. De aanplant van dit gewas zorgt daarom voor een goede biodiversiteit (Cradle Crops, 2019).

10. Onderzoek

In Europa wordt hoofdzakelijk het genotype *Miscanthus giganteus* geteeld; dit is een steriele hybride waardoor deze een enge genetische basis heeft en minder tolerant is aan vorst en watertekort. In het OPTIMISC-project (2011-2016) werden andere miscanthusvariëteiten onderzocht om aan de twee bovenstaande uitdagingen tegemoet te komen. Uit veldonderzoek op verschillende locaties in Europa bleek dat andere variëteiten meer geschikt kunnen zijn dan *Miscanthus giganteus* en dit afhankelijk van de locatie. In Tabel 4 worden de resultaten van dit onderzoek beknopt weergegeven (Lewandowski, 2016).

Tabel 4: resultaten uit het OPTIMISC-project (Lewandowski, 2016).

Variëteit	Geschikte locatie
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	Dit ras wordt soms aangeraden in Zuid-Europa en is enkel geschikt wanneer irrigatie bij droogte mogelijk is. Dit ras heeft hoge temperaturen nodig voor een goede opbrengst. De rhizomen verspreiden zich, waardoor verspreiding in het wild mogelijk is en voorkomen moet worden.
<i>M. sinensis</i> × <i>M. sacchariflorus</i> hybride	Deze hybride groeit goed op alle onderzochte locaties.
<i>Miscanthus</i> × <i>giganteus</i>	Dit ras groeit goed in heel Europa. Hoge opbrengsten.
<i>Miscanthus sinensis</i>	Dit ras groeit goed in Zuid-Europa, want is goed bestand in regio's met warme zomers en frequente droogte.

Ook onderzoek naar de ontwikkeling van methodes die de teeltkosten kunnen verminderen, is nodig. De hoge kosten voor aanplanting, vooral door de vegetatieve vermeerdering, kan namelijk een knelpunt zijn (Lewandowski, 2016; Zub & Brancourt-Hulmel, 2009). Tijdens het eerste teeltjaar van miscanthus is de opbrengst te laag om een inkomen te verzekeren. Daarom wordt er onderzoek gedaan naar intercropping, waarbij maïs en miscanthus tijdens het eerste jaar samen worden gezaaid/geplant (von Cossel, 2019). Beide gewassen werden geoogst in de herfst en gebruikt voor de productie van biogas. Uit het onderzoek bleek dat de drogestofopbrengst uit de intercropping van maïs met miscanthus significant hoger was dan wanneer miscanthus alleen werd geteeld. Dit door de hoge opbrengst van maïs tijdens het eerste jaar van de teelt. Ook werd vastgesteld dat tijdens het tweede jaar van de groei, dus wanneer er geen maïs meer werd gezaaid, de opbrengst van miscanthus hoger was dan de opbrengst van miscanthus die alleen stond tijdens het eerste jaar. Hieruit kan afgeleid worden dat er geen teeltjaren zijn zonder opbrengst. Echter, de installatie van het miscanthusveld kan ook verlaagd worden door intercropping. Meer onderzoek naar intercropping en de optimale zaai- en plantdichtheden is dus noodzakelijk (ILVO, 2017; von Cossel, 2019).

Zoals eerder vermeld wordt er onderzoek gevoerd naar de mogelijkheden van miscanthus voor de productie van biogas. Om dit mogelijk te maken is onderzoek nodig naar de nodige voorbehandelingen. Zo is er reeds geweten dat inkuilen een positief effect heeft op de biogasopbrengst en dat midden oktober de meest ideale oogstperiode is. Ook werd reeds afgeleid dat *Miscanthus giganteus* het meest geschikte ras is om in te kuilen. Ook de mogelijkheden van de teelt van miscanthus, al dan niet voor de productie van biogas, op marginale gronden¹ worden verder onderzocht (Wagner, 2018; Mangold, 2018; Kiesel, 2017; New-C-Land, 2019; MISCOMAR, 2019; GRACE, 2019).

11. Economische perspectieven voor de grensregio (Vlaanderen-Nederland)

De akkerbouwer zal alleen miscanthus gaan telen als hij er financieel baat bij heeft. De meerjarigheid van miscanthus betekent dat het productieveld langere tijd vastligt en niet beschikbaar is voor andere financieel interessante gewassen. De hoge investeringskosten vragen ook een grotere compensatie.

In België en Nederland wordt de aanplanting van miscanthus niet gesubsidieerd. Voor miscanthus kunnen wel betalingsrechten geactiveerd worden (gemiddeld 200 euro/ha voor Vlaanderen (2019)) (Ruraal Netwerk, 2015). Ook kan er voor de aankoop van een biomassaverbrandingsketel een VLIF-steun van 30% verkregen worden (VLIF, 2019). In Nederland is miscanthus een blijvende teelt waarvoor ook betalingsrechten aangevraagd kunnen worden. Deze bedragen in Nederland gemiddeld 262,91 euro/ha (RVO, 2019). Sinds 2019 kan miscanthus in Nederland ook ingezet worden om te voldoen aan het ecologisch aandachtsgebied, waarbij 1 hectare miscanthus voor 0,7 ha meetelt (RVO, 2019).

In vergelijking met andere courante gewassen is miscanthus een arbeidsextensieve teelt. Er moet wel rekening mee gehouden worden dat een ketel voor biomassa meer werk en opvolging vraagt dan een gewone stookolieketel.

¹ Een marginale grond is een grond die niet langer geschikt is voor de productie van voedsel- of voedergrassen. Deze gronden kunnen vervuild zijn, maar kunnen ook braak liggen omwille van de ongunstige klimatologische omstandigheden of ligging.

12. Besluit

De teelt van miscanthus biedt voor de landbouwer verschillende voordelen:

- Aanplant en oogst kan met traditionele landbouwmachines
- Na het jaar van aanplanten vereist de teelt verder weinig arbeid
- Groei op vervuilde of slechte bodems
- Bescherming tegen erosie
- Het meerjarige gewas is een schuilplaats voor fauna (hogere biodiversiteit)
- Jaarlijkse oogst, dus jaarlijkse inkomsten
- Oogst in het voorjaar waardoor minder afvoer van nutriënten en minder uitspoeling van mineralen.
- Hoge biomassaopbrengst
- Geen verdere droging van het oogstproduct vereist (energiebesparing)
- Hoge energetische waarde
- Winstgevende teelt (eigen gebruik snippers als brandstof)

13. Bronnen

Acroniq (2010). Xiriton technologie. Powerpointpresentatie.

Agro & Chemie (2018). Stap in de wereld van olifantsgras, met Vibers. <https://www.agro-chemie.nl/artikelen/stap-in-de-wereld-van-olifantsgras-met-vibers/>

Barbu, C.-H., Pavel, B.-P., Sand C., POP, M-R., 2009. Miscanthus Sinsensis Gigantheus' behaviour on soils polluted with heavy metals. "Lucian Blaga" University of Sibiu, Faculty of Agricultural Sciences, Food Industry and Environmental Protection.

Barthelemi J. (2007). Miscanthus. Chambre d'Agriculture Eure.Bio Bound (2019). www.biobound.nl

Bouw Circulair (2019).

<http://www.bouwcirculair.nl/static/files/tinymce/uploads/bouw%20circulair%201%202019.pdf>

Britt, C., Bullard, M., Hickman, G., Johnson, P., King, J., Nicholson, F., Nixon, P. and Smith, N. (2002). Bioenergy crops and bioremediation – a review. A contract report by ADAS for the Department for Food, Environment and Rural Affairs.

Covarelli, L., Beccari, G., & Tosi, L. (2012). Miscanthus rhizome rot: A potential threat for the establishment and the development of biomass cultivations. *Biomass and Bioenergy*, 46, 263-269

Cradle Crops (2019). www.cradlecrops.nl.

Darwinkel, A., Borm, G.E.L., Van Zeeland, M.G. & Floot, H.W.G. (2001). Teelt van biomassa niet rendabel. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/teelt-van-biomassa-niet-rendabel>.

Departement Landbouw en Visserij (2018). Voorlopige arealen landbouwteelten uit de verzamelaanvraag 2018. <https://lv.vlaanderen.be/nl/nieuws/voorlopige-arealen-landbouwteelten-uit-de-verzamelaanvraag-2018>.

Departement Landbouw en Visserij (2019). VLIF – investeringssteun voor land- en tuinbouwers. <https://lv.vlaanderen.be/nl/subsidies/vlif-steun/vlif-investeringssteun-voor-land-en-tuinbouwers>

Dequidt, C. & Ouvrard, N. (2009). Et si l'on se lançait dans le miscanthus? http://www.pleinchamp.com/article/detail.aspx?id=38116&menu_id=3&page=1&local=false&pub_id=

Douard, F. (2013). Nouvelle méthode économique de récolte du miscanthus en un seul passage. <https://www.bioenergie-promotion.fr/28401/nouvelle-methode-economique-de-recolte-du-miscanthus-en-un-seul-passage/>

Ekwadraat Advies (2009). CO2 footprint van het bouw materiaal Xiriton.

France Miscanthus (2019). Le miscanthus en chiffres. <https://www.france-miscanthus.org/le-miscanthus-en-chiffres/>

Fytoweb (2019). Teelt: Miscanthus. <http://www.fytoweb.be/indexNL.asp>.

GRACE. www.grace-bbi.eu

Glynn, E., Brennan, J. M., Walsh, E., Feechan, A., & McDonnell, K. (2015). The potential of Miscanthus to harbour known cereal pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, 141(1), 35-44

Harmsen, P. & Bos, H. (2010). Communicatie Bio-based Economy. Wageningen UR Food & Biobased Research.

Hargassner (2011). Mondelinge communicatie.

ILVO (2017). Miscanthus als biomassagewas. Powerpointpresentatie.

ILVO (datum onbekend). Teeltfiche miscanthus.

https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Brochures/Teeltfiche_miscanthus.pdf

International Energy Crops (2010). Miscanthus giganteus.

<http://www.energycrops.com/education.php?pg=18>.

Jones, M.B. & Walsh, M. (2001). Miscanthus for energy and fibre. James & James.

Kiesel, A., & Lewandowski, I. (2017). Miscanthus as biogas substrate - cutting tolerance and potential for anaerobic digestion. *Global change biology bioenergy*, 9, 153-167.

Kuhn (2019). WS 320 BIO. <https://www.kuhn.co.uk/uk/range/shredders/shredder-with-horizontal-axis/ws-320-bio.html>

La France Agricole (2010). Les établissements Thiérart créent une planteuse de miscanthus. 3338 - 04 juin 2010.

Lewandowski, I., Clifton-Brown, J., Trindade, L. M., van der Linden, G. C., Schwarz, K.-U., Müller-Sämman, K., et al. (2016). Progress on Optimizing Miscanthus Biomass Production for the European Bioeconomy: Results of the EU FP7 Project OPTIMISC. *Frontiers in Plant Science*, 7(1620).

Linex Pro-Grass (2011). Mondelinge communicatie.

Linssen J. (2009). CO₂ in beton. <http://www.cementenbeton.nl/>.

Mangold, A., Lewandowski, I., Hartung, J., & Kiesel, A. (2018). Miscanthus for biogas production: influence of harvest date and ensiling on digestibility and methane hectare yield. *Global change biology bioenergy*, 11

Miscanthus Pure (2010). <http://www.miscanthuspure.com/>.

MISCOMAR. www.miscomar.eu

Muthuraj, R., Mohanty, A., & Manjusri, M. (2017). Biocomposite consisting of miscanthus fiber and biodegradable binary blend matrix: Compatibilization and performance evaluation. *RSC Advances*, 7(44), 27538-27348.

New-C-Land. www.newcland.euNijskens, P. (2007). Fiche technique: le miscanthus. Valorisation de la Biomass (Valbiom) asbl.

NNFCC (2011). Crop Factsheet - Miscanthus.

http://www.nnfcc.co.uk/metadot/index.pl?id=7196;isa=DBRow;op=show;dbview_id=2539.

Novabiom (2019). Le miscanthus. <http://www.novabiom.com/>.

Novem (1999). Geteelde biomassa voor energieopwekking in Nederland. Identificatie van de meest veelbelovende mogelijkheden tot kostenreductie in vier ketens. Petten. maart 1999.

Promisc Bical Belux (2019). www.promisc.be

Rampérez, M. (datum onbekend). Miscanthus, Agrohort Energy, Forschungsbereich Nachwachsende Rohstoffe, Universität Bonn.

Rhizosfer (2019). <https://rhizosfer.com/fr/>

RMT Biomasse (2012). L'implantation du Miscanthus. https://www.biomasse-territoire.info/wp-content/uploads/2012/02/Fiche__implantation_Miscanthus.pdf.

Robinet, D. (2008). Plantations de miscanthus 2008. Valbiom.

Robinet, D. (2009). Les utilisations du miscanthus. Valbiom.

Ruraal Netwerk (2015).

https://ruraalnetwerk.be/sites/default/files/pagina_files/fiche%2004%20huisstijl%20Berekening%20en%20evolutie%20betalingsrechten%20tussen%202015%20en%202019.pdf

RVO (2019). Betalingsrechten. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/gemeenschappelijk-landbouwbeleid/betalingsrechten/voorwaarden-betalingsrechten-2019/voor-welke-landbouwgronden>

RVO (2019). Vergroeningseisen. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/gemeenschappelijk-landbouwbeleid/betalingsrechten/voorwaarden-betalingsrechten-2019/vergroeningseisen-2019/ecologisch>

Scurlock, J. M. O. (1999). *Miscanthus*: a review of European experience with a novel energy crop. ORNL/TM-13732. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee. 26 pp.

Sieverdingbeck, B. & A. (2010). Miscanthus. <http://www.sieverdingbeck-agrar.de/>.

Sieverdingbeck (2011). Mondelinge communicatie.

Smits Rinsma (datum onbekend). Kanaalzone te Ijmuiden. <https://www.smitsrinsma.nl/projecten-container/kanaalzone-te-ijmuiden.html>.

Société Thiérart (2019). La planteuse à rhizome. <https://www.thierart.fr/agriculture/la-planteuse-a-rhizome/>.

Strukton (2019). www.strukton.com

Sunbelt biofuels (2010). <http://www.sunbeltbiofuelsllc.com/about-giant-miscanthus.html>.

Teagasc (2015). Miscanthus, best practice guidelines. https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2011/Miscanthus_Best_Practice_Guidelines.pdf.

TFZ (2019). Miscanthus (Miscanthus x giganteus). <http://www.tfz.bayern.de/rohstoffpflanzen/mehrjaehrigekulturen/034681/index.php>

Valbiom (2018). Panorama des filières bois-énergie et agrocombustibles en Wallonie – Édition 2018. <https://monprojet.labiomasseenwallonie.be/download/file/fid/2449>.

Van maatschap Hoogterp (2019). Afbeelding aardappelplanter. <http://www.mtshoogterp.nl/pootaardappelen.php> .

Vassilev, S.V., Baxter, D., Anderson, L.K., Vassileva, C.G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. Fuel 89, 913-933. In Schutte, F. (2010). De teelt van bamboe. Ikebana, Universiteit Antwerpen. 24 pp.

V-eld (2015). Xiriton wint Climate Kik runnerupprijs. <http://v-eld.nl/2015/09/xiriton-wint-climate-kik-runner-up-prijs/>

Vibers (2019). Bioplastic. https://www.vibers.nl/?page_id=43

von Cossel, M., Mangold, A., Iqbal, Y., Hartung, J., Lewandowski, I., & Kiesel, A. (2019). How to Generate Yield in the First Year—A Three-Year Experiment on Miscanthus (Miscanthus × giganteus (Greef et Deuter)) Establishment under Maize (Zea mays L.). 9(5), 237.

Wagner, M., Mangold, A., Lask, J., Petig, E., Kiesel, A., & Lewandowski, I. (2018). Economic and environmental performance of miscanthus cultivated on marginal lands for biogas production. *Global change biology bioenergy*, 11, 34-49.

WTCB (2010). Mondelinge communicatie.

Zehnder, B. (2008). Du miscanthus sur les terres polluées de Metaleurop. L'Echo du Pas-de-Calais N° 97. http://www.echo62.com/article.asp?num_art=3075.

Zub, H.W. & Brancourt-Hulmel, M. (2009). Agronomic and physiological performances of different species of *Miscanthus*, a major energy crop. A review. *Agronomy for Sustainable Development*.

