



# Teelt van miscanthus als biomassa voor energiedoeleinden

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport (vertrouwelijk) geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij  
Postbus 20401  
2500 EK 's-Gravenhage

Onder programmanummer PO 25:  
Gebruik landbouwgrondstoffen voor duurzame energie  
Teelt van energiegewassen

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 – 29 11 11  
Fax : 0320 – 23 04 79  
E-mail : [info@ppo.dlo.nl](mailto:info@ppo.dlo.nl)  
Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1. INLEIDING .....	6
2. OVERZICHT EN BESCHRIJVING VAN HET UITGEVOERDE ONDERZOEK.....	8
3. RESULTATEN VAN ONDERZOEKINGEN .....	9
3.1 Productiviteit van miscanthus .....	9
3.1.1 Productieniveaus .....	9
3.1.2 Verloop van de jaarlijkse drogestofproductie (1993-2000) .....	10
3.1.3 Drogestofproductie en stikstofbemesting .....	10
3.1.4 Productie in de herfst en verliezen in de winter .....	11
3.2 Behoeftte en afvoer van mineralen.....	12
3.2.1 Chemische samenstelling .....	12
3.2.2 Behoeftte en afvoer van mineralen.....	13
3.2.3 Minerale bemesting .....	15
3.2.4 Kali en chloor in gewasbestanden .....	15
3.3 Vestiging van het gewas.....	17
3.3.1 Microplanten.....	17
3.3.2 Rhizomen .....	18
3.4 Teeltbeëindiging .....	23
3.5 Rendement van de teelt van miscanthus .....	23
3.6 Miscanthus als vanggewas tegen drift.....	25

# Samenvatting

Uit het onderzoek is gebleken, dat

- een meerjarig, gesloten gewas miscanthus per groeiseizoen 20 à 25 ton drogestof per hectare produceert (herfst), waarvan in het voorjaar nog 12 à 18 ton in de stengels aanwezig is.
- de stengelopbrengst in het voorjaar op klei- en lössgronden 15 à 18 ton drogestof per hectare bedraagt en 2 à 3 ton/ha hoger is dan op zand- en dalgronden
- er voor de sterke groei van het gewas veel mineralen worden opgenomen, maar dat daarvan een aanzienlijke hoeveelheid met afvallend blad en stengeltoppen op het perceel achter blijft. Na het oogsten van de houtige stengels in het voorjaar, kan de bemesting beperkt blijven tot 75 kg N, 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 150 kg K<sub>2</sub>O per hectare.
- aan het eind van de groeiperiode (herfst) door het gewas grote hoeveelheden kali en chloor zijn opgenomen. Door plantverliezen en uitloging is in het voorjaar nog slechts ongeveer de helft in de stengels aanwezig, wat gunstig is voor technologische (verbrandings)processen nadien.
- het verminderen van de vorstgevoeligheid van microplanten in de eerste winter door een halmverkorter (*ethefon*) kon door de zachte winters van 1998 en 1999 niet worden vastgesteld.
- de aanslag van rhizomen nog steeds wisselend en onzeker is. Grote rhizomen en vroeg poten (in winter en vroege voorjaar) komen de opkomst ten goede. Laat poten (van actieve rhizomen) gaf vrijwel steeds een teleurstellende opkomst. Over de opkomst van rhizomen, die voorwaarde is voor een productieve teelt, is de kennis nog steeds gebrekkig.
- het telen van miscanthus als energie-gewas (als gevolg van de dure, risicovolle aanplant, de lage prijszetting en de hoge grondprijzen) voor de akkerbouwer geen perspectieven biedt.
- miscanthus als vanggewas langs slootkanten kan bijdragen aan terugdringing van drift van bestrijdingsmiddelen als oppervlakkige afvoer van nutriënten. Het oogsten van een randstrook miscanthus voor biomassa-doeleinden is nog onrendabel.

# 1. Inleiding

In de laatste 2 decennia is er een toenemende belangstelling voor alternatieve bronnen van energie. Naast wind- en zonne-energie kwam daartoe ook nadrukkelijk het gebruik van biomassa in beeld. In de beleidsnota's over toekomstige energievoorziening neemt de opwekking van energie uit biomassa een belangrijke plaats in. Er zijn reeds diverse studies en onderzoeken uitgevoerd over de benodigde hoeveelheden, de logistiek en met name de (technologische) verwerking van biomassa. De waarde van biomassa als energiebron is gelegen in de aanwezigheid van organische stof, die bij verbranding energie oplevert. Biomassa omvat plantaardig geproduceerde stoffen, dat in uiteenlopende vormen wordt aangeleverd. Deels komt biomassa beschikbaar uit afvalstromen, zoals sloophout, snoeihout, stro, bermgras en (de laatste tijd) dierlijke mest, deels uit al dan niet doelgerichte productie van hout- of houtige gewasbestanden. Enerzijds betreft het de teelt van bomen (populieren, wilgen) voor kortere of langere rotaties, anderzijds de jaarlijkse aanwas van éénjarige gewassen zoals hennep, of van meerjarige gewassen zoals miscanthus.

In de overheidsdoelstelling voor duurzame energie (10% in 2020) zal een aanzienlijk deel van de biomassa door teelt van energiegewassen moeten worden geleverd. Ingeschat wordt, dat zeker 30000 ha energiegewassen nodig zijn. Voor meerjarige teelt op landbouwgronden komen naast bomen ook miscanthus in aanmerking. In het voorjaar worden uit de wortelstokken of rhizomen meerdere spruiten gevormd, die zich ontwikkelen tot bamboeachtige stengels van meer dan 3 meter lengte. Door vorst in de winter sterft het gewas bovengronds af en vallen blad en de stengeltoppen op de grond. De resterende stengels drogen in en kunnen in het vroege voorjaar worden geoogst. Door het lange groeiseizoen en de efficiënte benutting van het ingestraalde licht is het gewas zeer productief. In Nederland wordt reeds sinds 1993 teelttechnisch onderzoek uitgevoerd, waarbij met name aandacht werd besteed aan de opbrengstpotentie, aan de nutriëntenbehoefte en aan de problemen van de aanplant (opkomst, uitwintering). In de laatste jaren heeft tevens de chemische samenstelling i.v.m. de technologische verwerking (verbranding, vergassing) aandacht gekregen.

Het aanslaan van het plantgoed en het verliezen van planten in de eerste winter zijn bepalend voor het verkrijgen van een geslaagd miscanthusgewas voor de komende jaren. Vanaf het tweede jaar is miscanthus een probleemloos productiegewas. Ziekten en plagen zijn van geen betekenis of worden getolereerd. Het gewas houdt zich in stand door uitbreiding van het wortelstelsel, van waaruit zich vroeg in het voorjaar nieuwe spruiten ontwikkelen. Door zijn efficiënte energieomzetting (C4-cyclus), een grotendeels vegetatieve ontwikkeling en een lange groeiperiode produceert miscanthus zeer veel biomassa en is als zodanig uitermate geschikt als energiegewas. Voor de vestiging van een miscanthusgewas kan worden uitgegaan van (goedkope) rhizomenstukken of van (dure) microplanten.

In dit verslag zullen de resultaten van het onderzoek dat in de afgelopen jaren door het PAV werd uitgevoerd worden weergegeven \*). Eerst zal ingegaan worden op de productiviteit van

een ouder wordend gewas. Daarna zal aan de hand van de chemische samenstelling en nutriëntenafvoer ingegaan worden op de mineralenvoorziening van miscanthus. De problematiek van ongewenste mineralen (K en Cl) bij de procesmatige verwerking en van de vestiging van een oogstzeker miscanthusgewas zullen in de laatste hoofdstukken aan de orde komen.

Om de perspectieven van miscanthus op landbouwgronden aan te geven, werd een berekening gemaakt van het rendement van de teelt.

Het rapport wordt afgesloten met een kort overzicht van de (on)mogelijkheden van miscanthus binnen de lopende studie over "Vanggewassen op het akkerbouwbedrijf" .

*\*) voetnoot:* De resultaten van het onderzoek vóór 1998 zijn (door W.C.A. van Geel) samengevat in een Intern documentatieverslag, nr 129 (januari 1999). Vele gegevens zijn overgenomen en in dit verslag verwerkt.

## 2. Overzicht en beschrijving van het uitgevoerde onderzoek

In 1993 werden in het kader van een Europees onderzoeksproject "European Miscanthus Network" en in opdracht van de Biomass Technology Group (BTG) van de Universiteit Twente door het PAGV stikstofbestedingsproeven bij miscanthus aangelegd om de productiviteit van het gewas onder Nederlandse groeiomstandigheden vast te stellen. Op 3 verschillende locaties (Valthermond, Lelystad en Wijnandsrade) werden in het begin van juni 1993 proeven aangelegd en ingeplant met 4 microplanten per m<sup>2</sup>. Tot 1997 werden in 3-voud 0, 60 en 120 kg N/ha als N-trappen uitgevoerd; nadien werden de N-giften verlaagd tot 0, 30 en 60 kg N/ha. Vanaf het tweede oogstjaar werd in het vroege voorjaar de drogestofopbrengst (in t ds/ha) vastgesteld van de afgestorven, ingedroogde biomassa door 4x4 = 16 m<sup>2</sup> met een hand-zwadmaaier te oogsten.

In 1994 werd op kleinere schaal te Rolde een proef met microplanten bij 3 plantdichtheden (1, 2 en 3 planten/m<sup>2</sup>) aangelegd en werd te Westmaas en Rusthoeve een veld van 100 m<sup>2</sup> met rhizomen (1 per m<sup>2</sup>) geplant om aanvullende informatie over de biomassa-productie van miscanthus te vergaren.

In vele proeven werden de N, P en K-gehalten in het oogstproduct vastgesteld om de behoefte en afvoer van deze nutriënten vast te stellen. In 1998 werden op 11 locaties (proeven en praktijkpercelen) het verband tussen de bodemvoorraad en de gewasgehalten van kali en chloor vastgesteld; in 1999 werd de bemesting van 150 kg K/ha en van 100 kg Cl/ha op 5 proefplaatsen (Valthermond, Lelystad, Wijnandsrade, Rolde en Westmaas) nagegaan.

Verliezen aan biomassa en mineralen tijdens de winterperiode werden vastgesteld door het nemen van monsters uit bestaande proeven. Effecten van het oogsten in de herfst dan wel in het voorjaar op de biomassaopbrengst en de gewasontwikkeling werd vanaf 1998 getest in veldjes van 1 m<sup>2</sup>, die in 6-voud in het meerjarige proefveld te Lelystad waren uitgezet en met de hand (snoeischaar) werden geoogst. De minerale samenstelling van het oogstproduct werd op beide oogstdata bepaald. Daarnaast werd in een 2- en 3-jarig gewas de biomassa in herfst en voorjaar geoogst met de hand-zwadmaaier en de opbrengst bepaald.

In specifieke veldproeven werd aandacht besteed aan de problematiek van de vestiging van het gewas. Het betreft de uitwintering na het eerste groeiseizoen van microplanten (en rhizomen), meerdere aspecten aangaande de opkomst van rhizomen (leeftijd, poottijd, grootte, plantgoedbehandeling en planttechniek) en het beëindigen van een meerjarige teelt. In de meeste gevallen werden de proeven met de hand gepoot. Bij droge omstandigheden werd na het poten water gegeven.

Voor de bepaling van het drogestofgehalte van de biomassa werd steeds gedroogd gedurende 48 uur bij 70°C; dit gedroogde materiaal werd tevens gebruikt voor de bepaling van de minerale gehalten aan N, P, K en Cl door het Blgg te Oosterbeek.



### 3. Resultaten van onderzoeken

De resultaten van diverse, uiteenlopende proeven zullen worden weergegeven. Eerst zal ingegaan worden op de productiviteit van miscanthus. Nadien zal de minerale samenstelling uit oogpunt van productie en kwaliteit van het oogstproduct worden belicht. De problematiek van vestiging van het gewas, waarbij plantgoed en planttijd van belang zijn, zal dit hoofdstuk afsluiten.

#### 3.1 Productiviteit van miscanthus

In dit hoofdstuk zullen diverse aspecten van de productiviteit van een gewas miscanthus aan de orde komen. Het betreft informatie over de opbrengsten van miscanthus op diverse proefplaatsen, over het meerjarig verloop van de productie, over de drogestofproductie in relatie tot de stikstofbemesting en over opbrengsten aan het eind van een groeiseizoen en de opbrengstverliezen tijdens de winterperiode.

##### 3.1.1 Productieniveaus

In 1993 en 1994 werden op 6 locaties in Nederland productieproeven met miscanthus aangelegd. Na 3 à 4 jaren bereikt het gewas zijn maximale omvang en productiviteit. De aangelegde proeven hebben de laatste 4 jaren maximaal kunnen produceren. De productieniveaus, die daarbij werden bereikt voor de 6 locaties (Valthermond, Rolde, Lelystad, Westmaas, Colijnsplaat en Wijnandsrade) staan vermeld in tabel 1. De gegevens in deze tabel hebben betrekking op de oogst van afgestorven stengels na de winter, waarbij het blad en veel stengeltoppen zijn afgevallen. De opbrengsten fluctueren sterk tussen de jaren en tussen de proefplaatsen. Op de klei- en lössgronden werd meer biomassa geproduceerd dan op zand- en dalgronden, waar de omstandigheden (droogte, nachtvorst) sterker variëren. De opbrengst liep uiteen van 13 tot 20 ton drogestof per hectare, met een gemiddeld van ruim 17 ton. Tijdens de winter gaat ongeveer 30% van geproduceerde drogestof verloren, zodat aan het einde van de groeiperiode in oktober/november ongeveer 25 ton drogestof per hectare op het veld aanwezig is (zie ook par. 3.1.4)

Tabel 1. **Productie van biomassa (t ds/ha) van een volgroeid gewas miscanthus op 6 locaties. (Opbrengstgegevens van de groei-jaren 1997, 1998, 1999 en 2000).**

Locatie	Grondsoort	1997	1998	1999	2000	Gemiddeld
Valthermond	Dalgrond	13.1	12.8	17.2	15.8	14.7
Rolde	Zandgrond	10.8	13.8	13.5	15.0	14.2
Lelystad	Lichte klei	15.7	15.7	18.6	19.7	17.4
Westmaas	Zware klei	19.9	17.6	21.9	21.4	20.3
Colijnsplaat	Lichte klei	18.4	14.7	15.2	18.4	16.1
Wijnandsrade	Löss	16.6	14.7	17.8	18.5	16.9
Gemiddeld		15.8	14.9	17.4	18.1	16.6

### 3.1.2 Verloop van de jaarlijkse drogestofproductie (1993-2000)

In begin juni van 1993 werden 4 microplanten per m<sup>2</sup> geplant op 3 proefvelden, te Lelystad (kleigrond), Valthermond (dalgrond) en Wijnandsrade (lössgrond). De dichtstaande planten ontwikkelden zich gunstig en bereikten een opbrengst van ongeveer 8 ton drogestof per hectare. In de (eerste) winter 1993/94 trad er, ondanks afdekking door stro, ernstige vorstschade op, met name te Valthermond en Wijnandsrade. In de netto velden werden de afgestorven planten in het voorjaar vervangen door randplanten. Door droogte ontwikkelden deze planten zich traag, wat de opbrengst in 1994 heeft gedrukt. In 1996 werd het proefveld te Valthermond door een late nachtvorst in begin juni ernstig geschaad. Het gewas herstelde zich slecht, waardoor op dit proefveld niet meer dan 5 ton drogestof per hectare werd geoogst.

In tabel 2 zijn de gemiddelde opbrengsten van het 2<sup>e</sup> groei-jaar (1994) tot het 8<sup>e</sup> jaar (2000) vermeld. Alhoewel de opbrengsten nogal fluctueren, werd in deze proeven met een hoge plantdichtheid de maximale opbrengst reeds in het 3<sup>e</sup> groei-jaar (1995) bereikt. Lagere plantdichtheden bereiken vaak pas in het 4<sup>e</sup> jaar de maximale opbrengst, zoals met de gebruikelijke 1 plant per m<sup>2</sup> op het proefveld te Rolde kon worden vastgesteld.

Tabel 2. **Verloop van de drogestofopbrengsten (in t/ha) van miscanthus op 3 proefplaatsen na inplant van 4 microplanten per m<sup>2</sup> in 1993.**

Jaar	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Locatie							
Lelystad	6.8	17.2	16.0	15.7	15.7	18.6	19.7
Valthermond	3.1	13.2	4.6*	13.1	12.8	17.3	15.8
Wijnandsrade	4.8	14.6	18.4	16.5	15.4	17.9	18.5
Gemiddeld	4.9	15.0	13.0	15.1	14.6	18.0	18.0

\* mislukt gewas door een late nachtvorst in de eerste week van juni.

### 3.1.3 Drogestofproductie en stikstofbemesting

In de proeven te Lelystad, Valthermond en Wijnandsrade werden 3 niveaus van de stikstofbemesting aangebracht. In de eerste jaren was dat 0, 60 en 120 kg N/ha. In alle proeven bleek de hoge N-gift duidelijk te ruim; na een onbemest rustjaar (1997) kregen de veldjes vanaf 1998 respectievelijk 0, 30 en 60 kg N/ha toegediend. De effecten van de N-bemesting op de opbrengst van een volgroeid gewas miscanthus zijn berekend als gemiddelde over de jaren 1998 t/m 2000 en zijn vermeld in tabel 3.

Tabel 3. **Drogestofopbrengsten van een volgroeid gewas miscanthus bij 3 N-giften (gemiddelde van 1998 t/m 2000) te Lelystad, Valthermond en Wijnandsrade.**

Proefplaats	Lelystad	Valthermond	Wijnandsrade	Gemiddeld
N-gift				
0	16.8	14.8	16.8	16.1
30	18.3	15.8	17.9	17.3
60	18.9	15.4	17.1	17.1

De effecten van de stikstofbemesting waren duidelijk aanwezig in Lelystad, waar het onbemeste object duidelijk lichter van kleur en lager in opbrengst was; de stengels waren beduidend dunner. Op beide andere proefvelden onderscheidde het onbemeste object zich nog wel in kleur, maar niet of nauwelijks in opbrengst. Een N-gift van 30 kg N/ha scoorde op alle proefvelden gunstig. Hoge giften van 120 kg N/ha, zoals in de voorafgaande jaren waren toegediend, waren te ruim en, door het optreden van legering soms negatief.

### 3.1.4 Productie in de herfst en verliezen in de winter

Reeds vroeg in het voorjaar worden de rhizoomknoppen actief en beginnen spruiten te vormen, welke vaak reeds vanaf eind april (tot in de herfst) bovengronds verschijnen. De spruiten strekken zich en de stengelgroei komt op gang. In het voorjaar kunnen de jonge spruiten door nachtvorst afsterven, waardoor het gewas opnieuw moet uitlopen. Normaliter is het gewas omstreeks 1 juni ongeveer 1 meter hoog en bereikt half augustus een maximale hoogte, die meer dan 3 meter kan bedragen. Het gewas blijft groen tot het optreden van vorst. De bladeren verdorren snel en ook de stengel sterft (geleidelijk) af. Door de lage temperaturen stopt de productie in de herfst (eind oktober) en dan wordt de maximale opbrengst bereikt. Uit incidentele metingen is gebleken dat er dan rond 25 ton drogestof aanwezig kan zijn, waarvan 1/4 tot 1/3 tijdens de winterperiode verloren gaat.

In het meerjarige proefveld te Lelystad werd vanaf het groei-jaar 1998 (6<sup>e</sup> jaars gewas) in na- en voorjaar de biomassa en stengelaantal vastgesteld op vaste, gemarkeerde plekken om de gevolgen van een herfst-oogst op productiviteit en gewasontwikkeling in de er opvolgende jaren (1999, 2000) te bestuderen. In een andere proef te Lelystad werd vanaf 1999 een soortgelijk onderzoek uitgevoerd in een 2<sup>e</sup> jaars (rhizoom)gewas, waar de hoeveelheid biomassa werd vastgesteld. In tabel 4 zijn de gegevens daarvan vermeld.

Tabel 4. **Drogestofopbrengsten (t/ha) en het aantal stengels per m<sup>2</sup> bij de oogst van een meerjarig en een jong gewas miscanthus. Proefplaats: Lelystad**

	groei-jaar	Drogestofopbrengst		Aantal stengels per m <sup>2</sup>	
		najaar	voorjaar	najaar	voorjaar
6 <sup>e</sup> jaars gewas	1998	26.0	18.1	64	53
7 <sup>e</sup> jaars gewas	1999	25.5	23.4	52	56
8 <sup>e</sup> jaars gewas	2000	20.7	22.0	47	51
2 <sup>e</sup> jaars gewas	1999	17.1	13.7	-	-
3 <sup>e</sup> jaars gewas	2000	27.4	22.8	-	-

In het meerjarig gewas bedroeg de biomassa in de herfst ruim 25 ton drogestof per hectare. Afhankelijk van de weersomstandigheden in de winter ging daarvan 2 tot 8 ton per hectare verloren. De verliezen bestaan vrijwel uitsluitend uit afgevallen bladeren en afgewaaide stengeltoppen. Bij continue oogsten in de herfst lijkt de drogestofopbrengst in het 2<sup>e</sup> oogstjaar (1999) nog niet of nauwelijks beïnvloed te zijn, maar in het 3<sup>e</sup> oogstjaar (2000) reeds aanzienlijk lager te zijn. Daardoor leverde het continue oogsten in het voorjaar (ondanks de winterverliezen) zelfs een hogere drogestofopbrengst. Opmerkelijk is de afname van het aantal geoogste stengels bij continue oogsten in de herfst; blijkbaar wordt de opslag van reservestoffen in de rhizomen verminderd, waardoor de hergroei van spruiten in het volgende groeiseizoen wordt benadeeld.

In een jong gewas miscanthus konden na 3 jaar tussen het oogsten in herfst of voorjaar geen effecten op de biomassa-productie worden vastgesteld.

## 3.2 Behoeftte en afvoer van mineralen.

Met het oogstproduct in het voorjaar worden veel mineralen afgevoerd. Dit is slechts een deel van de mineralen, welke voor de groei nodig zijn en welke aan het eind van de groeiperiode (begin november) in het gewas aanwezig zijn. De hoeveelheid bovengrondse biomassa is dan maximaal en neemt nadien af door verliezen tijdens de winterperiode (zie tabel 4). Dit betekent, dat tijdens de groeiperiode aanzienlijk meer mineralen moeten worden opgenomen, dan er in het voorjaar met het oogstproduct wordt afgevoerd. In het geoogste plantmateriaal werden uit oogpunt van productie de gehalten aan stikstof, fosfor en kali gemeten en uit oogpunt van kwaliteit de gehalten aan kali en chloor. Met deze gegevens kan de behoefte en de afvoer van mineralen worden bepaald en dit levert een belangrijke bijdrage voor de bemesting van het gewas.

### 3.2.1 Chemische samenstelling

In tabel 5 zijn de gehalten aan stikstof, fosfor en kali vermeld, die in het voorjaar in het oogstproduct aanwezig waren. De cijfers in deze tabel hebben betrekking op de volgroeide, meerjarige gewasbestanden van de proeven te Lelystad, Valthermond en Wijnandsrade in 1998, 1999 en 2000. In het houtige stengel materiaal waren de gehalten aan stikstof en fosfor laag, die van kali vrij hoog; dit is vergelijkbaar is met graanstro.

Tabel 5. **Gemiddelde gehalten aan N, P en K in het oogstproduct in het voorjaar.**

	Stikstof (g N/kg)	Fosfor (g P/kg)	Kali (g K/kg)
1. Jaar			
1998	3.2	0.73	6.5
1999	1.9	0.64	6.9
2000	2.5	0.70	6.7
2. Proefplaats			
Lelystad	2.2	0.54	7.0
Valthermond	3.0	0.98	6.3
Wijnandsrade	2.4	0.58	6.8
3. N-giften			
0 kg N/ha	2.1	0.89	5.9
30 kg N/ha	2.5	0.68	6.8
60 kg N/ha	2.9	0.53	7.4

Het N-gehalte vertoonde duidelijke verschillen tussen de jaren; bij fosfor en kali was daarvan nauwelijks sprake. Tussen de proefplaatsen bleek het P-gehalte op dalgrond (Valthermond) duidelijk hoger dan op beide andere locaties. Een hogere stikstof resulteerde in hogere N- en K-gehalten, maar in lagere P-gehalten.

De gehalten van N, P en K waren in de herfst aanzienlijk hoger dan in het voorjaar (tabel 6). De afval van bladeren en uitloging tijdens de winter hebben daartoe geleid. Uit metingen in een 3<sup>e</sup> jaars gewas in de herfst van 1995 bleek, dat het N- en het P-gehalte in het blad beduidend hoger waren dan in de stengel; het K-gehalte was vrijwel gelijk. Het verlies van blad in de winterperiode zal in belangrijke mate de lage gehalten van stikstof en fosfor in het voorjaar hebben veroorzaakt. De daling van het K-gehalte zal mede veroorzaakt zijn door uitloging van de stengels. Vanaf 1997 werden 5 meerjarige proeven bemonsterd om de verandering in de chemische samenstelling vast te leggen. De resultaten zijn in tabel 6 vermeld. Naast N, P en K is ook het gehalte van het ongewenste chloor beduidend lager.

Tabel 6. **Gehalten aan stikstof, fosfor, kali en chloor in het gewas in het najaar en in het oogstproduct in het voorjaar. Gemiddelde van 5 meerjarige proefvelden (periode 1997-2000).**

	Najaar	Voorjaar
Stikstof (g N/kg)	3.56	2.34
Fosfor (g P/kg)	0.62	0.50
Kali (g K/kg)	11.08	7.54
Chloor (g Cl/kg)	7.58	4.58

### 3.2.2 Behoeftte en afvoer van mineralen

Tijdens de groeiperiode wordt veel biomassa geproduceerd, waarvoor het gewas veel mineralen op neemt. De hoeveelheid mineralen, welke in de herfst in het gewas aanwezig is, is een maat voor de minerale behoefte. De mineralen bevinden zich deels in de stengels en deels in plantendelen, die tijdens de winter afvallen.

In 1998, 1999 en 2000 werd in de herfst de biomassa en de N-, P- en K-gehalten van het

meerjarig gewas op het PAV vastgesteld; in het voorjaar werden deze bepalingen aan de oogstbare stengels uitgevoerd. In tabel 7 zijn de gegevens vermeld in.

Tabel 7. **Biomassa, minerale gehalten en minerale inhoud in het gewas in de herfst en in de geoogste stengels in het voorjaar in het meerjarige gewas te Lelystad.**

	Groei-jaar 1998		Groei-jaar 1999		Groei-jaar 2000		Gemiddeld	
	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar
Biomassa								
Tonnen ds/ha	26.0	18.1	25.5	23.4	20.7	22.0	-	-
Gehalten								
N (g N/kg)	4.6	3.1	2.9	2.3	3.3	2.1	3.6	2.5
P (g P/kg)	0.7	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.6	0.5
K (g K/kg)	14.9	7.2	10.6	7.3	10.8	5.7	12.1	6.7
Cl (g Cl/kg)	9.2	3.6	7.6	4.1	6.9	3.5	7.9	3.7
Inhoud								
N (kg N/ha)	120	56	74	54	68	46		
P (kg P/ha)	18	11	10	7	12	9		
K (kg K/ha)	387	130	270	171	224	125		
Cl (kg Cl/ha)	239	65	194	96	143	77		

De drogestofproductie van miscanthus, als er voortdurend in de herfst dan wel in het voorjaar wordt geoogst, is reeds eerder beschreven (par. 3.1.4; tabel 4). De minerale gehalten in het oogstproduct zijn in het voorjaar aanzienlijk lager dan in de herfst. Vooral de gehalten aan kali en chloor namen tijdens de winterperiode sterk af; de gehalten werden ongeveer gehalveerd. Voor stikstof en fosfor was de afname van de gehalten wat minder. Door de hogere gehalten wordt er bij het oogsten in de herfst met het oogstproduct aanzienlijk meer mineralen afgevoerd dan in het voorjaar.

#### Oogstproblematiek:

Bij de handmatige oogst van de proeven bestond het oogstproduct (vrijwel) uitsluitend uit stengels. De afgevallen plantenresten werden buiten beschouwing gelaten. Deze bladeren en stengeltoppen, die in de winter afvallen, vormen een laag van 10 à 15 cm dikte. Bij een machinale oogst komt, afhankelijk van de maaihoogte, daarvan echter een meer of minder groot deel in het oogstproduct terecht. Bij een diepe afstelling, waarbij vrijwel de gehele stengel wordt geoogst, wordt ook een groot deel van het afgevallen plantenresten meegenomen. Wanneer de mineraalrijke, afgevallen plantenresten niet gewenst zijn, zal hoger gestoppeld moeten worden. Naast de plantenresten blijven dan ook lange stoppels op het veld achter, wat de opbrengst aan biomassa aanzienlijk verlaagt.

Het al dan niet mee oogsten van de afgevallen plantenresten beïnvloedt niet alleen de opbrengst aan biomassa, maar ook de afvoer van nutriënten. En dit heeft weer consequenties voor de voorziening van mineralen.

### 3.2.3 Minerale bemesting

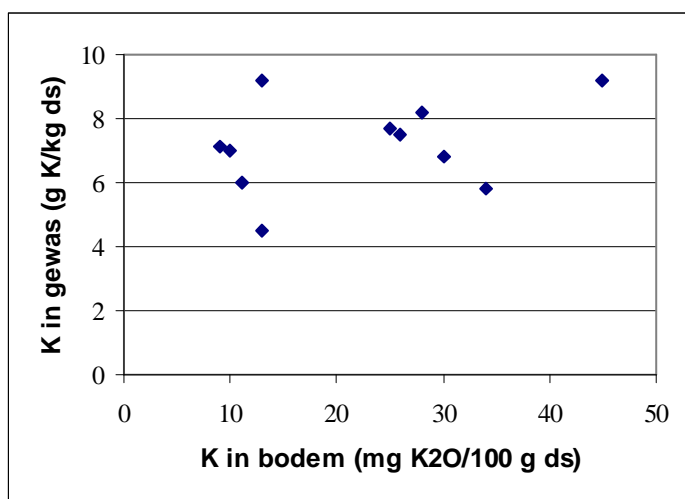
Bij een opbrengstniveau van ca. 25 ton droge biomassa per hectare nam het gewas 74 à 120 kg N/ha, 10 à 18 kg P/ha en 270 à 387 kg K/ha op. De behoefte van miscanthus kan derhalve globaal gesteld worden op 100 kg N/ha, 15 kg P/ha en 300 kg K/ha. Doordat in het voorjaar uitsluitend stengels werden geoogst, werd ruim 50 kg N/ha, 10 kg P/ha en ongeveer 150 kg K/ha afgevoerd. Analoog aan kali wordt ook veel chloor opgenomen en afgevoerd met het oogstproduct.

In een meerjarig gewas zal de afvoer van nutriënten bepalend zijn voor de bemesting. Bij de oogst van uitsluitend houtige stengels in het voorjaar is een bemesting met 60 kg N/ha, 25 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 175 kg K<sub>2</sub>O per hectare voldoende. Wordt ook een aanzienlijk deel van het afgefallen plantmateriaal afgevoerd, dan zal de voorziening al gauw 50% hoger moeten zijn.

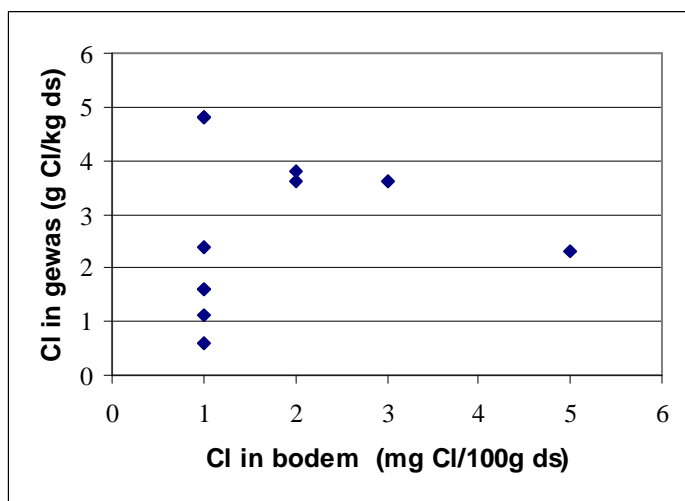
Bij het oogsten van de (volledige) biomassa in de herfst worden de meeste mineralen afgevoerd. Om deze onttrekking van nutriënten te compenseren zal zeker 100 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 400 kg K<sub>2</sub>O per hectare toegediend moeten worden.

### 3.2.4 Kali en chloor in gewasbestanden

Kali en vooral chloor zijn schadelijk in de technologische verwerkingsprocessen. Als grondstof voor bio-energie zijn producten gewenst met lage gehalten van deze mineralen. Over de minerale samenstelling van miscanthus was met name ten aanzien van chloor weinig bekend. Daarom werd in het groeiseizoen 1998/99 op 11 percelen, verspreid over heel Nederland, de K- en Cl-gehalten vastgesteld in de bodem (voorjaar 1998) en in het oogstproduct (voorjaar 1999). Alhoewel de bodemvoorraad voor beide mineralen sterk uiteen liep (met name voor kali), kon geen verband tussen de hoeveelheid K en Cl in de bodem en in het gewas worden vastgesteld (figuur 1).



Figuur 1a. **Verband tussen het K-gehalte van de grond en in het K-gehalte in het oogstproduct. (Gegevens van 11 locaties).**



Figuur 1b. Verband tussen het Cl-gehalte van de grond en in het Cl-gehalte in het oogstproduct. (Gegevens van 11 locaties).

In 1999 werd de invloed van voorziening van kali en chloor nader onderzocht. Op 5 meerjarige proefplaatsen (Lelystad, Valthermond, Wijnandsrade, Rolde en Westmaas) kreeg het gewas respectievelijk 0, 300 kg kalisulfaat (= 150 kg K) en 250 kg K60 (= 150 kg K + 100 kg Cl) toegediend.

In tabel 8 staan de K- en Cl-gehalten vermeld, welke in het oogstproduct werden gemeten.

Tabel 8. K- en Cl-gehalten in het oogstproduct in het voorjaar na toediening van 0, 250 kg/ha  $K_2SO_4$  (= 150 kg K) en 250 kg/ha K-60 (= 150 kg K + 100 kg Cl).

Locatie	PAV	KP	WR	KB	WS	Gemiddeld
K-gehalten (g K/kg)						
0	8.3	6.7	6.5	6.5	6.7	6.9
150 K	8.3	6.9	7.9	8.8	6.8	7.7
150 K + 100 Cl	8.6	4.6	6.2	8.9	7.2	7.1
Cl-gehalten (g Cl/kg)						
0	2.8	2.4	2.3	1.7	3.3	2.5
150 K	3.0	2.6	3.1	2.0	4.7	3.1
150 K + 100 Cl	3.8	1.8	2.7	2.2	5.2	3.1

De toediening van kali en chloor had slechts een geringe verhoging van het gehalte van beide mineralen in het oogstproduct tot gevolg. Bij een opbrengst van 17 ton drogestof per hectare werd de hoeveelheid kali in het oogstproduct met amper 15 kg K per hectare verhoogd na een gift van 150 kg K/ha; voor chloor was dit ca. 10 kg bij een gift van 100 kg Cl/ha. De geringe effecten van de K- en Cl-toediening sluiten aan bij de resultaten van het onderzoek in 1998, toen geen verband kon worden gelegd tussen de hoeveelheden K en Cl in de bodem en in het oogstproduct (figuur 1ab).



## 3.3 Vestiging van het gewas

Een gewas miscanthus kan worden verkregen door inplant van microplanten (of meristeemplanten, die in laboratoria worden ontwikkeld) en door het planten van wortelstokken of rhizomen. Na opkomst vormt de plant bovengronds houtige stengels en ondergronds (een horst van) rhizomen, die jaarlijks omvangrijker wordt. Voor een goed gewas is één plant per m<sup>2</sup> voldoende; na 3 à 4 jaar kan het gewas maximaal produceren. Bij een grotere plantdichtheid wordt dit vaak al na 3 jaar bereikt.

Microplanten zijn duur, maar met bestaande machines gemakkelijk te poten. De investeringskosten zijn erg hoog, en de risico's van uitwintering bij een matige tot strenge vorst in de eerste winter erg groot. Rhizomen zijn relatief goedkoop, maar het poten vraagt aangepaste machines. De investeringskosten zijn vrij hoog, de opkomst niet zeker en het risico van uitwintering mag niet worden uitgesloten. Voor microplanten is vooral de vorstgevoeligheid en voor rhizomen vooral de opkomst een onzekere factor bij de start van de teelt van miscanthus. Het verkrijgen van een goed gewas na de eerste winter is cruciaal en is de basis voor een hoge productiviteit nadien. Om een goede vestiging van het gewas te bewerkstelligen is onderzoek uitgevoerd naar een vermindering van de vorstgevoeligheid van microplanten en naar een verbetering van de aanslag van rhizomen.

### 3.3.1 Microplanten

Microplanten worden met kluit geleverd. De aanslag van de plant is meestal volledig; uit oogpunt van gewasontwikkeling kan met één plant per m<sup>2</sup> worden volstaan. In het eerste groei-jaar worden vele stengels met veel blad gevormd. In de winter sterft het gewas bovengronds af. Na een zachte winter loopt het gewas vanuit knoppen op de rhizomen weer uit. In een (matig) koude winter kunnen planten door vorst afsterven; in ernstige gevallen kan de plantverliezen tot 100% oplopen. Voor de teelt van miscanthus is dit probleem een groot handicap.

In Duitsland werden in de jaren 1993-1997 een groeiregulator (Camposan met de werkzame stof ethefon) toegepast om het doodvriezen van planten in de winter te verminderen. Het middel remt de bovengrondse groei (kortere stengels) en had in 1996 een positief effect op de overwintering. Bij toediening in augustus gaf deze groeiregulator een beter resultaat dan in september.

Soortgelijk onderzoek met dezelfde groeiregulator (ethrel) werd in 1998 en 1999 uitgevoerd te Lelystad en Valthermond. De invloed van dosering en tijdstip van toediening ervan werd nagegaan op de ontwikkeling en overwintering van microplanten. Door de zachte winters trad er vrijwel geen sterfte van planten op en kon dus geen invloed van ethrel worden vastgesteld. Wel was er in de herfst sprake van een duidelijke verkorting van het gewas. Deze kwam het sterkst naar voren bij een vroege, hoge dosering (3 l/ha, halverwege augustus) en bij een herhaalde bespuiting (4 x ¾ l/ha, tussen half augustus en half september).

### 3.3.2 Rhizomen

Rhizomen worden verkregen door een bestaand miscanthus gewas op te rooien en de pollen te versnijden (met een frees). De variatie in grootte van de verkregen rhizoomstukken is groot. Ook de leeftijd van de rhizomen varieert sterk. Elk jaar worden nieuwe rhizomen gevormd; van een meerjarige (moeder)plant worden dus rhizomen met uiteenlopende leeftijden geogst. Naarmate de moederplant ouder is, is het aandeel oude rhizomen groter en neemt de variatie tussen de geogste rhizomen toe. Naast poottijd en pootomstandigheden zijn bovenstaande verschillen van belang voor de opkomst van rhizomen.

#### 3.3.2.1 Leeftijd van moederplanten

De effecten van de leeftijd van moederplanten op de opkomst van rhizomen werd in 4 proeven onderzocht te Valthermond en Lelystad. In tabel 9 zijn de resultaten vermeld.

Tabel 9. **Opkomst (%) van rhizomen, afkomstig van meerjarige moederplanten.**

Proefplaats	Valthermond	Valthermond	Valthermond	Lelystad
Jaar	1995	1996	1999	1999
Leeftijd moederplanten				
2 jaar	76	80	--	--
3 jaar	77	68	--	--
4 jaar	91	75	74	62
5 jaar	--	79	--	--
7 jaar	80	--	67	55
8 jaar	--	68	--	--

Om het effect van de leeftijd van moederplanten op de opkomst vast te stellen moesten de rhizomen geroid worden op verschillende percelen. Een (beperkt) effect van deze verschillen in herkomst op de opkomst mag niet worden uitgesloten; de achterblijvende opkomst van rhizomen van de 3-jarige moederplanten hangt wellicht hier mee samen. Overigens zijn de leeftijdseffecten beperkt van omvang. Wel tenderden de rhizomen van oude moederplanten tot een wat lagere opkomst.

Door de jaarlijkse vorming van nieuwe rhizomen neemt de hoeveelheid rhizomen met het ouder worden van het gewas toe. In oude moederplanten zijn een groot deel ervan meerdere jaren oud en minder vitaal; de lagere opkomst kan daaraan worden toegeschreven. Uit tabel 9 kan worden afgeleid, dat jongere gewassen de beste rhizomen opleveren. In een 2- of 3-jarig gewas is de hoeveelheid oogstbare rhizomen nog aan de krappe kant. Gewassen van 4, 5 of 6 jaar lijken het meest geschikt voor de voorziening van rhizomen als plantgoed. Ook rhizomen van oudere gewassen kunnen daarvoor best gebruikt worden; om de geringere vitaliteit te compenseren zullen wat meer en bij voorkeur grotere rhizomen gepoot moeten worden.

#### 3.3.2.2 Oogst- en poottijdstip van rhizomen in het voorjaar

Het oogsten van rhizomen als plantgoed vindt normaliter plaats na de oogst van de bovengrondse biomassa, dus meestal in april. Vaak zijn de rhizomen dan al actief en lopen uit, zeker als de oogst van de biomassa is vertraagd tot de 2<sup>e</sup> helft van april. Het rooien en het

machinaal versnijden van de rhizoompollen kan bij uitlopende rhizomen tot schade leiden. Het effect van het tijdstip van oogsten en poten van de rhizomen is in meerdere proeven onderzocht. In tabel 10 zijn de resultaten samengevat. In de tijd tussen oogst en poten werden de rhizomen in een koelcel bij ca. 5°C bewaard en vochtig gehouden (om uitdrogen te voorkomen).

Tabel 10. Opkomst (%) van rhizomen bij onderscheiden oogst- en poottijdstippen.

Jaar	Proefplaats(en)	Oogsttijdstip	Poottijdstip	Opkomst (%)
1994	Valthermond	15 april	15 april	41
		15 april	9 mei	16
1995	Valthermond	20 april	21 april	71
		20 april	16 mei	63
1996	Valthermond	25 maart	26 april	68
		25 maart	23 mei	83
		26 april	26 april	69
		26 april	23 mei	70
1999	Lelystad/Valthermond	30 maart	31 maart	69
		30 maart	28 april	69
		27 april	28 april	70
		27 april	19 mei	66

Voor de proeven werden uitsluitend middelgrote rhizomen geselecteerd en met de hand gepoot. Deze tamelijk gunstige pootomstandigheden resulteerde in opkomsten van ongeveer 70%. Effecten van oogst- en poottijdstip op de opkomst van rhizomen was van beperkte betekenis, zolang de handelingen plaats hadden in maart en april. Bij zeer laat poten, bijv. eind mei/begin juni, was de opkomst lager, maar bleef door een goede bewaring nog op een redelijk niveau.

Vroeg poten gaf een vroege opkomst. Dit kwam de groei en ontwikkeling ten goede; er werden meer spruiten en meer biomassa geproduceerd.

De resultaten van deze opkomstproeven zijn aanzienlijk beter dan praktijkervaringen. In de praktijk kunnen de bodemomstandigheden sterk wisselen en is het gebruikte plantgoed duidelijk heterogener (naast grote ook veel kleine rhizomen). Bovendien zijn de geoogste rhizomen meestal niet meer in rust, maar reeds actief en kwetsbaar. Uitdroging is funest voor deze rhizomen, zowel tijdens de bewaring als bij het poten.

### 3.3.2.3 Het oogsten en poten van rhizomen in de winter

In de herfst stopt de groei en ontwikkeling van miscanthus. Dan kunnen rhizomen worden geoogst, die 'in rust' verkeren. Na een koele bewaring worden de inactieve rhizomen in het voorjaar geplant. Pas daarna worden de rhizomen geïnduceerd tot spruitvorming, die ongestoord kan plaats hebben. In 1995 werd te Valthermond een proef uitgevoerd, waarvan de resultaten in tabel 11 zijn weergegeven.

Tabel 11. **Opkomst (%) van rhizomen, gerooid in de winter en gepoot op diverse tijdstippen in het voorjaar na een koele bewaring. Proefplaats: Valthermond (1995).**

Pootdatum	6-4-95	21-4-95	16-5-95	7-6-95
Rooidatum				
19-1-1995	64	70	77	52

In deze proef bleek, dat rhizomen, die in de winter geoogst en koel (en vochtig) bewaard werden gedurende langere tijd hun vitaliteit konden handhaven. Pas bij poten in juni nam de opkomst af. Tot half mei waren de rhizomen visueel nog niet actief; dit was wel het geval in begin juni.

Goede resultaten werden ook verkregen met het rooien en het poten van rhizomen in de winterperiode. Het rooien, het versnijden en het poten van de rhizomen vond binnen een paar dagen plaats. In tabel 12 zijn de resultaten vermeld van 2 proeven in 1998/99 en 1999/00.

Tabel 12. Opkomst (%) van rhizomen na rooien en poten in de winterperiode.

Proefplaats	Lelystad	Valthermond
Rooi/pootdatum		
17-12-1998	84	72
5-2-1999	80	70
23-11-1999	83	61
26-1-2000	88	85
30-3-2000	25	19

Het rooien en het poten van rhizomen in de winterperiode resulteerde in een goede opkomst, die zeker niet onderdoet voor die van het voorjaar (tabel 10). Het poten in november is wellicht aan de vroege kant; wellicht is de plant nog actief in de herverdeling van assimilaten naar de ondergrondse organen. De zeer lage opkomst van 30-3-2000 is niet verklaarbaar, al toonden de rhizomen na de milde winter bij het poten reeds enige activiteit.

### 3.3.2.4 Rhizoomgrootte

Rhizomen zijn wortelstokken, waarop zich meerdere knoppen bevinden, die kunnen uitlopen en nieuwe spruiten voortbrengen. Bij het machinaal rooien en versnijden van de pollen worden rhizomen van zeer uiteenlopende grootte geproduceerd. Alleen vitale rhizomen zijn in staat om uit te lopen en om zich tot planten te ontwikkelen. Dit zal zeker gelden voor grote rhizomen (met veel knoppen en reservestoffen). Het plantgoed bestaat echter voor een aanzienlijk deel uit kleine rhizomen. De vitaliteit van de kleine rhizomen is van belang voor de vaststelling van de benodigde hoeveelheid plantgoed. In meerdere proeven werd de opkomst van grote en kleine rhizomen vastgesteld, al dan niet in combinatie met de leeftijd van moederplanten. In tabel 13 is het effect van rhizoomgrootte op de opkomst en in tabel 14 de opkomst van grote, middelgrote en kleine rhizomen van ouder wordende moederplanten vermeld.

Tabel 13. **Opkomst (%) van grote en kleine rhizomen.**

Proefplaats	Lelystad		Valthermond	
Rhizoomgrootte	Groot	Klein	Groot	Klein
1995			93	63
1996			82	56
1998	82	63	87	66
1999	68	44	67	17

De verdeling van rhizomen naar grootte is op het oog gedaan. Grote (en middelgrote) rhizomen waren meestal meer dan 8 à 10 cm lang en wogen meer dan 40 g vers gewicht; de kleine rhizomen wogen gemiddeld ongeveer 25 g vers gewicht. In alle proeven kwamen de grote rhizomen duidelijk beter op dan de kleine rhizomen. Bij de grote rhizomen was de variatie in opkomst tamelijk beperkt, maar voor de kleine rhizomen groot (17 – 63%). Behalve de grotere opkomst kwamen de grote rhizomen eerder boven en vormden beduidend forsere planten met meer spruiten dan de kleine rhizomen.

De opkomst van grote rhizomen was, ongeacht de leeftijd van de moederplanten, hoog. De opkomst van kleine rhizomen nam echter duidelijk af met het ouder worden van de moederplant (tabel 14). De moederplanten zijn afkomstig van verschillende percelen; deze verschillen in herkomst kunnen van invloed zijn op de opkomst. Daarom kan de opkomst van de kleine rhizomen het best onderling worden vergeleken met die van grote rhizomen, hetgeen in tabel in relatieve cijfers (tussen haakjes) is weergegeven. De rhizoommassa van oude moederplanten bestaat voor een aanzienlijk deel uit overjarige rhizomen, waarop zich weinig vitale knoppen bevinden. Met name bij kleine rhizoomstukken zal dit de lage opkomsten hebben veroorzaakt.

Tabel 14. **Opkomst (%) van grote en kleine rhizomen in afhankelijkheid van de leeftijd van de moederplanten. Proefplaats Valthermond (1996).**

Rhizoomgrootte	groot	middelgroot	klein
Leeftijd moederplanten			
2 jaar	85	87	67 (79)
3 jaar	77	70	55 (71)
4 jaar	91	77	56 (62)
5 jaar	95	85	57 (60)
8 jaar	94	66	44 (47)

### 3.3.2.5 Plantgoedbehandeling

In het onderzoek werden meerdere kleine proeven uitgevoerd om de opkomst te verbeteren door een behandeling van het pootgoed. Enerzijds werd dit gedaan door ongunstige invloeden op de spruitvorming en opkomst tegen te gaan (ontsmetting van het plantgoed), anderzijds werd getracht de opkomst te bevorderen (voorkiemen, opwarmen, groeistoffen). Het versnijden van de ondergrondse massa tot rhizomen veroorzaakt wonden, die als invalspoort voor schimmels kunnen dienen. Een ontsmetting zou de schimmelinfectie kunnen

tegen gaan. Het ontsmetten van het plantgoed met een aantal (niet toegelaten) middelen bleek echter geen effect op de opkomst te hebben.

Een verbetering van het uitlopen van de rhizomen werd verkregen door ze voor te trekken, bijv. door rhizomen in te kuilen of voor te warmen. Door ze met de hand voorzichtig te poten kon een hogere opkomst worden verkregen. De uitgelopen spruiten zijn echter erg kwetsbaar en breken gemakkelijk af. Bij het machinaal poten zullen dan ook vele spruiten afbreken, wat negatief zal uitwerken op de opkomst.

In de plant wordt de initiatie tot spruitontwikkeling gegeven door groeistoffen. Op de markt zijn (niet-toegelaten) groeistoffen beschikbaar, zoals gibberellinezuur en promalin.

Behandeling van het plantgoed met deze middelen liet echter geen verbetering van de opkomst van de rhizomen zien. Opgemerkt moet worden, dat de rhizomen reeds enige activiteit vertoonden, toen de behandeling plaats had.

### 3.3.2.6 Poten op praktijkschaal

Het vestigen van een perceel met miscanthus kan gemakkelijk plaats vinden met microplanten. Deze zijn snel met een plantmachine te poten en slaan gemakkelijk aan. Microplanten zijn echter duur en erg vorstgevoelig in de eerste winter. Deze teeltwijze is erg duur en zeer risicovol. Voor de teelt van miscanthus op praktijkschaal zal het gebruik van rhizomen dan ook de voorkeur hebben.

Omstreeks 1995 werden in Nederland ca. 20 à 30 hectare miscanthus gepoot. Het plantgoed bestond overwegend uit rhizomen. Het poten was arbeidsintensief en werd uitgevoerd met een aangepaste, 2-rijige aardappelpootmachine. Dit systeem is vergelijkbaar met het 'handpoten' van rhizomen in de veldproeven. Andere mogelijkheden voor de opschaling van de teelt van miscanthus zijn het leggen van rhizomen in geulen, afdekken en aandrukken en het oppervlakkig verspreiden van rhizomen (met mestverspreider) en onderploegen. In 2000 werd de opkomst van deze 3 systemen in een veldproef te Lelystad onderzocht. Middelgrote rhizomen, afkomstig van een 6-jarig praktijkperceel, werden op 4-4-2000 gepoot onder vochtige, ongunstige omstandigheden. Op de veldjes werden een vastgesteld aantal rhizomen aangebracht. De opkomst werd in de herfst vastgesteld en was bij alle objecten laag, waarschijnlijk als gevolg van de ongunstige omstandigheden bij het poten. In tabel 15 is de opkomst van de 3 systemen aangegeven.

Tabel 15. **Opkomst (%) van rhizomen van miscanthus in 3 praktijkgerichte pootsystemen. Proefplaats Lelystad (2000).**

	Opkomst (%)
Rhizomen poten in gaten en afdekken	32
Rhizomen poten in geulen en afdekken	25
Rhizomen verspreiden en onderploegen	21

De verschillen in opkomst tussen de 3 systemen waren beperkt van omvang. De verschillen tussen de objecten kunnen in verband gebracht worden met de zorg, die aan het poten van rhizomen besteed wordt.

## 3.4 Teeltbeëindiging

Na verloop van tijd zal de teelt van een meerjarig gewas miscanthus worden beëindigd en zal het perceel weer voor andere gewassen gebruikt kunnen worden. Ongetwijfeld kan het gewas chemisch gedood worden, maar dan nog zullen mechanische bewerkingen nodig zijn om de massale hoeveelheid rhizomen in de grond te versnipperen. Daarom werd de beëindiging van een 4-jarig proefveld te Valthermond in 1996 gebruikt om de mogelijkheden van mechanische bewerkingen in combinatie met het inzaaien van een gewas (oriënterend) te onderzoeken.

Na de oogst van de biomassa werden in het begin van april op het proefveld de volgende 3 bewerkingen uitgevoerd: 2x frezen, 3x frezen en 2x frezen met ploegen tussendoor. Naast een braakveldje werd het proefveld op 13-5-96 ingezaaid met zomergerst, hennep, gras (natuurbraak). In augustus werden het aantal opgekomen stengels van miscanthus geteld of geschat. De resultaten ervan zijn vermeld in tabel 16.

Tabel 16. **Aantal miscanthus-stengels per m<sup>2</sup> bij een aantal behandelingen na beëindiging van een 4-jarig gewas miscanthus. Proefplaats Valthermond (1996).**

Bewerkingen	2 x frezen	3 x frezen	Frezen/ploegen/frezen
Gewassen			
Zwarte braak	≈ 100	≈ 125	≈ 55
Zomergerst	< 10	< 10	< 2
Hennep	0	0	0
Gras (natuurbraak)	< 5	< 10	< 1

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt, dat er goede mogelijkheden zijn om miscanthus na de teeltbeëindiging te onderdrukken. Om de ondergrondse rhizoommassa te versnipperen, was minimaal 2 x frezen nodig; met het ploegen werden de rhizomen dieper in de grond gebracht. Zonder de teelt van een volggewas kwam een groot aantal spruiten tot ontwikkeling. Door kort na het frezen (2 c.q.3 keer) een gewas in te zaaien kon de opslag van miscanthus tot (zeer) lage aantallen worden teruggebracht. In zomergerst en gras stak nog een enkele miscanthus-spruit boven het gewas uit; bij hennep was dit niet het geval. Frezen, in combinatie met ploegen, gaf de beste resultaten. In het volgend jaar kwamen nog een enkel miscanthus-spruit boven, maar deze zijn in een dicotyl gewas chemisch goed te bestrijden.

## 3.5 Rendement van de teelt van miscanthus

De teelt van miscanthus is nieuw en de teelttechniek verkeert nog in een stadium van ontwikkeling. De opbrengsten en de kosten van een aantal teeltmaatregelen zijn alleen bij benadering in te schatten. Daarom is niet gekozen voor een saldoberekening, zoals al jaren door Kwantitatieve Informatie voor de verschillende gewassen wordt uitgevoerd. Verder zijn mogelijke inkomsten door subsidieregelingen buiten beschouwing gelaten.

Miscanthus wordt gezien als een gewas, dat 10 à 15 jaren een vaste plaats op het bedrijf

inneemt en dientengevolge als alternatief geldt voor het gemiddelde van het bouwplan. In die zin zal ook het economisch perspectief van dit gewas beoordeeld moeten worden. In de rendementsberekening is uitgegaan van 2 verschillende locaties met uiteenlopende bouwplannen, t.w. de zand/dalgronden en kleigronden. Voor zand/dalgronden is uitgegaan van een veenkoloniaal bouwplan met 50% zetmeelaardappelen, 25% suikerbieten en 25% wintertarwe; voor kleigronden met 25% consumptieaardappelen, 25% suikerbieten en 50% wintertarwe (als gemiddelde van het Noordelijke, het Centrale en het Zuidwestelijke kleigebied).

Volgens Kwantitatieve Informatie 2000-2001 leveren de bovenstaande bouwplannen (bij eigen mechanisatie) op de zand/dalgronden een gewassaldo van f 2683 per hectare; op de kleigronden een saldo van f 4536 per hectare. Als alternatief gewas zal van miscanthus eenzelfde gewassaldo moeten opleveren.

Voor de teelt van miscanthus is de mechanisatie ten aanzien van het planten en het oogsten nog in ontwikkeling. Als plantgoed wordt uitgegaan van rhizomen; microplanten zijn (te) duur en de risico's voor uitwintering na het 1<sup>e</sup> groei-jaar groot. Voor het verkrijgen van een regelmatig gewas met voldoende planten zijn ongeveer 20000 rhizomen per hectare nodig; de kosten van een rhizoom is gesteld op 25 ct/stuk. Het plantgoed vraagt een investering in het eerste jaar van f 5000 per hectare, waarvoor (gemakshalve) jaarlijks 5% of f 250 aan rente wordt berekend. Gedurende 15 groei-jaren worden de toegerekende kosten voor bemesting (ca. f 3000) en onkruidbestrijding en gewasbeëindiging (ca. f 500) op f 3500 ingeschat, wat (incl. rente) neerkomt op circa f 250 per jaar. Het totaal van toegerekende kosten komt uit op ca. f 500 per hectare per jaar. Voor beide grondsoorten lopen deze kosten weinig uiteen.

In tabel 17 zijn voor beide gebieden de teeltkosten en de biomassa-opbrengsten vermeld. en het noodzakelijke saldo en de prijszetting van miscanthus berekend. Op basis van de gegevens van tabellen 1 en 2 is er aan biomassa na 15 oogstjaren op zand/dalgrond ca. 197 ton drogestof en op kleigrond ca. 225 ton drogestof per hectare geproduceerd. Per jaar is dit respectievelijk 13,1 en 15,0 ton drogestof per hectare. Om het bouwplansaldo te verkrijgen, zal miscanthus per ton drogestof op zand/dalgrond minimaal f 243 moeten opbrengen en op kleigrond zelfs f 336. Dit is een aantal malen meer dan de huidige prijszetting voor biomassa. Bij akkerbouwmatige teelt zijn lagere productprijzen niet te verwachten, omdat de kosten voor het poten en het oogsten relatief hoog zijn (vergelijk maishakselen: ca. f 500/ha) en de eventuele kosten voor het drogen en bewaren niet in rekening zijn gebracht. Daarnaast zal de afnemer te maken hebben met aanzienlijke transportkosten.

Tabel 17. **Globale weergave van teeltkosten, opbrengsten en prijszetting van miscanthus voor een rendabele teeltwijze op zand/dalgronden en op kleigronden.**

	Zand/dalgronden	Kleigronden
Toegerekende kosten (gld/ha)	500	500
Bouwplan-saldo (gld/ha)	2683	4536
Vergelijkbaar bruto-opbrengst (gld/ha)	3183	5036
Biomassa-opbrengst (t ds/ha)	13.1	15.0
Productprijs (gld/t ds)	243	336



## 3.6 Miscanthus als vanggewas tegen drift

In het kader van het 'Lozingenbesluit' zijn maatregelen opgenomen om drift bij het verspuiten van bestrijdingsmiddelen te reduceren. Voor het terugdringen van depositie in het oppervlaktewater kunnen technische aanpassingen nog worden aangevuld met een strook van een hoog gewas langs afvoerende watergangen. Dergelijke 'vanggewassen' moeten op het tijdstip van een bespuiting een lengte hebben, die minimaal overeenkomt met de hoogte van de spuitboom. Met name gewassen, die vroeg in het voorjaar hoog opgroeien en pas laat in het groeiseizoen afrijpen, komen daarvoor in aanmerking. Naast granen (rogge, triticale, tarwe en maïs) en enkele andere gewassen krijgen ook hennep en miscanthus als vanggewas aandacht.

De technische en economische aspecten van vanggewassen vormen onderwerp van een studie "Vanggewassen op het akkerbouwbedrijf", dat momenteel door PPO-AGV in opdracht van LNV wordt uitgevoerd. De resultaten van deze studie zijn verslagen in het projectrapport nr 1232013, dat aan het eind van oktober 2001 verschijnt. Een aantal eigenschappen van de gewassen, die in bovengenoemde studie zijn onderzocht en in een overzicht zijn samengevat, zijn overgenomen in tabel 18. Daaruit kan worden afgeleid, dat miscanthus een gewas is dat emissie naar sloten door drift in zeer belangrijke mate kan tegengaan. Na de winter vormt een strook miscanthus een 'scherm' van rechtopstaande verdroogde stengels en vroeg in het voorjaar ontwikkelen zich de nieuwe spruiten. Zo'n strook miscanthus beschikt gedurende de gehele groeiperiode over een sterke driftreducerende werking. Voor verdere informatie wordt verwezen naar het rapport van bovenvermelde studie.

Tabel 18. Samenvatting toetsing van potentiële vanggewassen aan criteria.

Vanggewas	Tijdstip 50 cm hoogte	Tijdstip vanggewas versleten	Invloed N op lengte Vanggewas	Maximale lengte onbemest	Onkruid-Onderdrukking	Kans op zaadopslag in nateelt	Opmerkingen
<b>Haver en zomertarwe</b>	Eerste helft juni	Eind augustus	-/+	85-95 cm	-	Ja	Haver gaat wel eens hangen
<b>Zomergerst</b>	Eerste helft juni	Eind augustus	-/+	50-75 cm	-	Ja	Vormt in de regel een te dicht gewas en is legeringsgevoelig.
<b>Wintertarwe</b>	Tweede helft mei	Begin september	+	70 - 100 cm	-	Ja	
<b>Triticale en Rogge</b>	Omstreeks half mei	Begin september	-	120-150 cm	-	Ja	
<b>Maïs</b>	Tweede helft juni	Oktober	++	120-150 cm	-	Nee	
<b>Vezelhennep</b>	Eerste helft juni	Oktober	+	130-160 cm	-	Nee	
<b>Bladrammenas en gele mosterd</b>	Tweede helft juni	Omstreeks half juli	+	60-80 cm	-	Ja	Maaien voorkomt zaadvorming, maar gewas is na het maaien te kort.
<b>Olifantsgras en riet</b>	Maart	n.v.t.	-	250-270 cm	+	Nee	Beide gewassen zijn meerjarige teelten.
<b>Veldbonen</b>	Tweede helft mei	Half september.	-	150-175 cm	-	Nee	Bij ziekte verliest het veel blad. Bij droog weer blijft het kort.

+ goed of gewenst

- slecht of niet gewenst