

Demo biomassagewassen binnen project Energieboerderij

Ing. H.J. van der Mheen

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Opdrachtgever:



Projectnummer: 3250034800

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : +31 320 29 11 11
Fax : +31 320 23 04 79
E-mail : info.agv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Achtergrond Biomassademo	5
2	OPZET EN UITVOERING DEMO	7
3	ONTWIKKELING EN OPBRENGSTEN VAN DE GEWASSEN	9
3.1	Witte Krodde	9
3.2	Reed Canary Grass (RCG)	10
3.3	Switchgrass	10
3.4	Milkweed	11
3.5	Tagetes patula	12
3.6	Tagetes minuta	12
3.7	Mariadistel	13
3.8	Landschapsmais	13
3.9	Overzicht waarnemingen en bijzonderheden	14
4	VEEVOEDERANALYSES GRASSEN	15
5	BIOMASSAOPBRENGSTEN EN VERGISTINGSRESULTATEN	16
6	CONCLUSIES.....	19
	BIJLAGE 1 SCHEMA DEMO BIOMASSAGEWASSEN MEGELSUM 2011	21

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Deze rapportage is onderdeel van het project Energieboerderij. Het project Energieboerderij heeft als doel om de duurzaamheid van in Nederland geproduceerde biomassa inzichtelijk te maken en te verbeteren. In plaats van het rekenen met gegevens uit de literatuur worden op praktijkbedrijven gegevens verzameld en geanalyseerd. Deze informatie vormt de basis voor het berekenen van duurzaamheidskengetallen en het optimaliseren van energieteelten.

Achtergrond van het project is de discussie over de oplossingsrichtingen voor het energievraagstuk en de bijdrage die hernieuwbare grondstoffen (in het bijzonder energieteelten) daaraan kunnen leveren. De initiatiefnemers van Energieboerderij hanteren als uitgangspunt dat de energieteelt dient te voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals vastgelegd in de EU richtlijn voor energie uit hernieuwbare grondstoffen (RED). Ook de regionale impact van meer energieteelten dient inzichtelijk te zijn. Uitgangspunt daarbij is dat alle berekeningen en resultaten eenduidig en transparant zijn voor alle betrokkenen en geïnteresseerden.

Er is in Energieboerderij gewerkt met een drietal in de praktijk functionerende ketens. De ketens dienen als basis voor de verzameling van bruikbare praktijkcijfers. Het betreft de volgende ketens:

1. maisteelt – vergisting - elektriciteit
2. suikerbietenteelt – vergisting – elektriciteit
3. koolzaad - PPO/biodiesel.

Per keten is een groep ondernemers betrokken waar een van de bovengenoemde gewassen is geteeld. In de keten zijn teelt en verwerking gevolgd (registratie) en de benodigde metingen uitgevoerd. Met deze gegevens is over een periode van 4 jaar de duurzaamheid van het energiegewas voor de totale keten bepaald.

Daarnaast zijn van elk gewas jaarlijks proefvelden en zogenaamde 'best practice' demo's aangelegd, waarin teeltvarianten zijn vergeleken en de invloed op de duurzaamheid is bepaald. De verzamelde praktijkcijfers en de cijfers van de proefvelden en de demo's zijn met de verschillende telersgroepen besproken, met als doel vast te stellen waar de verbeterpunten liggen.

De duurzaamheid is bepaald met een, in het project ontwikkelde, meetlat voor energie-efficiency en broeikasgasemissiereductie.

Energieboerderij is een initiatief van Vereniging Innovatief Platteland. De uitvoering is in handen van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (Wageningen UR), IRS en Cultus Agro advies.

Het project wordt mogelijk gemaakt door de volgende organisaties: Ministerie van EL&I, Wageningen UR, provincie Limburg, LLTB, Productschap Akkerbouw, Cosun en IRS, Argos Oil, Attero, Carnola, Vitelia, HAS Kennistransfer en OCI-Nitrogen.

1.2 Achtergrond Biomassademo

In het kader van het project Energieboerderij Vredepeel werd in februari/maart 2011, op basis van gegevens uit de literatuur en eigen teeltveraring, in een projectverslag een aantal gewassen beschreven die zich, liefst na de winning van interessante componenten (volgens de cascaderingsgedachte), voor de biomassaproductie zouden kunnen lenen. Van een twaalfal gewassen werden aanbevelingen gedaan m.b.t. de teeltperspectieven onder Nederlandse omstandigheden.

Gedeeltelijk gebaseerd op deze aanbevelingen werden door de Stuurgroep Energieboerderij op 16 maart 2011 de in een velddemo te beproeven gewassen vastgesteld. Gekozen werd voor de navolgende acht gewassen: Landschapsmais, Mariadistel, Tagetes minuta, Tagetes patula, Milkweed, Switchgrass, Reed Canary Grass

(RCG) en Witte Krodde.

Met uitzondering van de matig ontwikkelde Witte Krodde en Milkweed werd van alle gewassen op het tijdstip van maximale gewasvorming de hoeveelheid biomassa bepaald en werd aan gedroogde gewasmonsters de methaangasopbrengst bij vergisting vastgesteld.

Aan gewasmonsters van de landschapsmaïs en de Reed Canary Grass en Switchgrass grassen werd de veevoedingswaarde bepaald. Aan monsters van de overige gewassen (of gewas-componenten ervan) werden, voor zover mogelijk, de aanwezige relevante bioactieve inhoudsstoffen (gehalten) bepaald. In hoofdstuk 3 wordt per gewas een beeld geschetst van de gewasontwikkeling en worden de relevante opbrengsten/inhoudstofgehalten gegeven.

Op de veevoederanalyses van de vier grasgewassen wordt in hoofdstuk 4 ingegaan. De biomassa-opbrengsten en de vergistingsresultaten/methaangasopbrengsten daaruit worden van alle zes gewassen gezamenlijk in hoofdstuk 5 besproken.

2 Opzet en uitvoering demo

De proefboerderij Vredepeel bood geen ruimte voor deze activiteit en daarom werd de demo aangelegd op een praktijkperceel van dhr. Hermans (voorzitter Stichting Innovatief Platteland) in Megelsum (bij Meerloo in Noord-Limburg). Er werd uitgegaan van enkelvoudige veldjes van 3 x 7 meter (21 m²). Vanuit praktische overwegingen werden de velden in de lengterichting achter elkaar in een strook van drie meter breed langs de perceelsrand gesitueerd. Met het oog op een vervolgbeoordeling in 2012 en een compacte demo in het tweede jaar, werden de drie overjarige gewassen (Reed Canary Grass, Switchgrass en Milkweed) aaneengesloten in het 2-de, 3-de en 4-de veld uitgezaaid. Bij een aantal gewassen werden binnen de veldjes variaties aangelegd voor wat betreft rassen, rijenafstanden of zaadbehandeling. Bijlage 1 geeft het schema van de demo.

Het proefveld werd op 6 mei uitgezet. Ten behoeve van de inzaai met een eenrijige Thilot handzaaimachine werden op de juiste regelafstand met een rijentrekker de zaairegels voorgetrokken en de gewassen ingezaaid. De inzaai van de twee Tagetes soorten werd i.v.m. de vorstgevoeligheid van deze plant uitgesteld tot 17 mei. Het praktijkperceel werd verder ingezaaid met deder. Vanwege de aanhoudende droogte werd het perceel inclusief demoveld vanaf half-mei tot half-juni een tweetal keren beregend.

De demo werd extensief gevolgd. De eerste periode na zaai vond maandelijks een bezoek plaats (juni/juli/aug), waarbij naast gewaswaarnemingen overigens ruimschoots tijd moest worden besteed aan de handmatige beheersing van het onkruid (schoffelen, wieden). In de maanden september en oktober werd, o.a. vanwege de noodzakelijke oogst van monsters, de demo steeds tweemaal bezocht. Bijlage 2 geeft in een samenvattende tabel een overzicht van de gewaswaarnemingen (gewaslengte, opbrengsten, gehalten) van de demogewassen op de verschillende bezoekdata.

3 Ontwikkeling en opbrengsten van de gewassen

3.1 Witte Krodde

Door proefboerderij Vredepeel waren in 2010 vanuit de US (USDA, North Central Regional Plant Introduction Station) reeds een vijftal verschillende zaaizaadmonstertjes van Witte Krodde (*Thlaspi arvense*) ontvangen. Het betrof 10 gram zaad van vijf verschillende herkomsten (accessies) te weten: US-Iowa, US-Illinois, Germany, France Bas-Rhin en Serbia/Monte-negro. Omdat Witte Krodde bekend staat als een hardnekkig onkruid werd ervoor gekozen om dit gewas uit te zaaien in het eerste veldje aan de rand (kopakker) van het perceel. Op het 3 meter brede demoveldje werden op 6 me, op regels met een regelafstand van 25 cm achtereenvolgens de herkomsten US-Iowa (4 regels), Germany (4 regels) en France Bas-Rhin (3 regels) uitgezaaid. Omgerekend werd ongeveer 2 kg/ha zaaizaad op een beperkte zaaidiepte van 0,5-1 cm ingezaaid.

Bij de eerste waarneming op 30 juni bleek van herkomst France Bas-Rhin niets te zijn opgekomen. Van de Duitse herkomst waren er een twintigtal planten opgekomen, die ogenschijnlijk direct waren doorgeschoten en bij een lengte van 20-30 cm reeds in de bloei stonden. De herkomst US-Iowa vertoonde een mooie regelmatige opkomst met in de regels een aaneengesloten rij plantozetjes van ± 5 cm. De onkruiddruk in het veldje was groot en het bleek moeilijk om de herkomst US-Iowa zonder plantverlies te schoffelen/wieden. In juli was het beeld nauwelijks veranderd. De herkomst US-Iowa had zich nauwelijks verder vanuit het rozetstadium ontwikkeld. De plantjes vertoonden een kwetsbare zwakke plantbasis, alsof aangetast door bodemschimmels. Van de Duitse herkomst waren 20 matig ontwikkelde (40-50 cm) en geelverkleurende planten over waarvan er 8 voor zaadwinning werden geoogst en de herkomst France Bas-Rhin liet nog steeds geen opkomst zien. In augustus werden van de Duitse herkomst nog eens 10 afgerijpte planten opgetrokken. De rozetplantjes herkomst US-Iowa waren op dat moment nagenoeg weggekwijnd en door onkruid overwoerd.

De ontwikkeling van deze Witte Krodde herkomsten voldeden dus geenszins aan het onkruidbeeld wat er vooraf van gevormd was. Een oogst voor biomassa was dan ook niet aan de orde. Aan het gewonnen zaad van de 18 planten van de Duitse herkomst (tot. 15,4 gram) werd het oliegehalte en de vetzuursamenstelling bepaald (zie tabel bijlage 3). Een oliegehalte van 27,5% in het fijne zaad lijkt redelijk, maar is niet extreem hoog. Omdat een opbrengstbepaling ontbreekt, kan het niet gerelateerd worden aan een zaadopbrengst per hectare. Opvallend is het hoge vetzuuraandeel C22:1 (Erucazuur, 34,0%), C18:2 (Linolzuur, 22,4%) en C18:3 (alfa w3, 13,2%). Deze vetzuur-combinatie is wellicht voor de karakteristieke lage stollingstemperatuur, van Witte Krodde-olie, waardoor het bijgemengd kan worden in vliegtuigbrandstof, verantwoordelijk.

Er kan bij het zaad van deze Witte Krodde herkomsten bij de voorjaarsinzaai sprake zijn geweest van 'dormancy' (herkomst France Bas-Rhin) of behoefte aan vernalisatie (herkomst US-Iowa). Van beide aspecten wordt m.b.t. Witte Krodde in de literatuur melding gemaakt. Vandaar dat waarschijnlijk gesproken wordt van succesvollere nazomerzaai en overwintering. Om dit te beproeven werd op 21 september op hetzelfde goed schoongeschoffelde veldje (volgens dezelfde methodiek als in mei) opnieuw Witte Krodde ingezaaid. Ditmaal van de herkomsten Germany (5 regels), US-Illinois (3 regels) en Serbia/Montenegro (3 regels). Begin oktober bleken alle drie de herkomsten goed te zijn opgekomen, waarbij herkomst Germany ditmaal de minste plantaantallen vertoonde.

Wellicht dat bij de inzaai in mei, toevalligerwijze, de slechtste zaaizaadherkomsten gekozen zijn, maar het kan ook zijn dat najaarszaai voor Witte Krodde beter geëigend is. De mate van overwintering, doorgroei in het voorjaar en zaadproductie nadien, moet dit uitwijzen. Indien een tijdige zaadoogst in het voorjaar mogelijk is, kan een Witte Krodde winterteelt mogelijk gecombineerd worden met een ander gewas in de zomer (bv. deder).

3.2 Reed Canary Grass (RCG)

Ook van Reed Canary Grass was op proefboerderij Vredepeel in 2010 aangevraagd zaaizaad beschikbaar. Het betrof het ras Bamse van kweekbedrijf Svalöf Weibul. Hiermee werd het tweede demoveldje ingezaaid. Drie regels op een regelafstand van 50 cm en 5 regels op 25 cm rijafstand, beide met ongeveer 25 kg zaaizaad/ha.

De opkomst verliep voorspoedig. Op 30 juni was er reeds een mooi regelmatig bestand gevormd van ± 20 cm lengte. De onkruidbezetting met voornamelijk straatgras was echter ook enorm. Bij het schoffel- en wiedwerk tussen de 25 cm zaairegels kon niet voorkomen worden dat RCG plantjes werden meegenomen en enige open plekken ontstonden. Eind juli had het gewas al een lengte van 70 cm bereikt en was het deel op 25 cm regelafstand gesloten. In augustus en september nam de gewaslengte tot 90 cm toe en was er nog weinig verschil tussen de rijenafstanden zichtbaar. Op 2 september waren enkele bloemstengels/bloempluimen te zien. Uiteindelijk werden dat er niet meer dan 10 stuks op het gehele veld. Het RCG vertoonde een snellere beginontwikkeling en was wat (licht-)groener en bladrijker dan de Switchgrass grassen. In september, na hagel en regen, ontstond er wat legering en kon enige bruine roest op het blad worden waargenomen. Symptomen die duiden op gewasveroudering/ gewasslijtage. Op 4 oktober werd in het bestand met 25 cm regelafstand over 1 strekkende meter regellengte een gewasmonster gesneden. De verse opbrengst kwam neer op 48,5 ton/ha. Bij een ds-percentages van 26,4% komt dit neer op 12,8 ton/ha drogestof.

In het eerste groeijjaar lijkt RCG zich nog als een redelijk grasachtig gewas te ontwikkelen en zou het wellicht een keer als veevoedergewas geoogst kunnen worden. Vandaar dat naast het gewasmonster ter bepaling van de methaangasopbrengst bij vergisting ook een monster voor een veevoerkundige analyse werd bestemd. Op de uitslag hiervan wordt in hoofdstuk 4 verder ingegaan.

De volledige biomassa potentie van RCG wordt pas vanaf het tweede groeiseizoen en in de jaren daarna gehaald. Misschien kan dan nog een vroege eerste snede voor ruwvoerwinning benut worden. De biomassa productie is dan echter primair gericht op de oogst na de winter (in het vroege voorjaar) van de afgestorven uitgedroogde stengels met weinig blad. Dit product kan worden gebruikt voor papierpulp/vezelwinning of voor directe verbranding in biomassakachels. Om een indruk te verkrijgen over de verbrandingswaarde en -eigenschappen van een eenjarig RCG gewas, wordt in het voorjaar van 2012 een gewasmonster gesneden waaraan deze specifieke analyses plaatsvinden.

3.3 Switchgrass

Van een onderzoeker bij de Noble Foundation in Ardmore Oklahoma werd zaaizaad van twee in de US bekende Switchgrass rassen (Alamo en Cave-in-Rock) verkregen. In het derde demoveldje werden bij een regelafstand van 25 cm van beide rassen ieder vijf regels uitgezaaid. De inzaai van de Switchgrass rassen vond met een zaaizaadhoeveelheid van ± 25 kg/ha op een vergelijkbare wijze plaats als bij RCG.

De opkomst van de Switchgrass verliep zonder problemen en van beide rassen werd een mooie regelmatige stand bereikt. De beginontwikkeling bleef met een gewaslengte van 17 cm eind juni en 50 cm eind juli wat achter bij die van RCG. Tot begin september bleef de achterstand van de Switchgrass met RCG bestaan (80 vs. 90 cm), maar de Switchgrass groeiden daarna nog door waarbij in oktober eindlengtes van 120 (Cave-in-Rock) tot 130 (Alamo) cm werden bereikt.

Het ras Alamo toonde een wat grovere, vollere, groenere groei met breder blad in vergelijking met het meer grijskleurige, smalbladige en wat compactere ras Cave-in-Rock. Dit komt overeen met de rasbeschrijvingen. Het ras Alamo zou zich sneller ontwikkelen, langer doorgroeien, minder snel nutriënten richting wortels redistribueren en daardoor minder winterhard zijn dan het ras Cave-in-Rock. Of dit onder de Nederlandse winterse omstandigheden een verschil maakt, valt te betwijfelen.

Net als bij RCG werd ook van de beide Switchgrass rassen op 4 oktober een gewasmonster van 1 strekkende

meter regellengte geoogst ter bepaling van de biomassa en vergistingswaarde en voor een analyse van de veevoederkwaliteit. De respectievelijke resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 5 en 4.

De biomassaopbrengst van het ras Alamo kwam met 63 ton/ha vers en een drogestofpercentage van 22,0% uit op 13,9 ton/ha droog. De opbrengsten van Cave-in-rock waren (24,5 T/ha vers, 22,9% ds en 5,6 T/ha droog) nogal wat lager. De beperkte monsteroppervlakte en enkelvoudige monsternamen relativeren de nauwkeurigheid van de uitkomsten. Gezien het visuele verschil in groeiwijze en de grote verschillen in verse opbrengst is het opmerkelijk dat de drogestofgehalten op hetzelfde niveau liggen.

Ook voor Switchgrass geldt dat het in het eerste groeijjaar en mogelijk in een vroege voorjaarsoogst in de vervolgjaren als veevoedergewas kan worden geoogst. De werkelijke potentie van Switchgrass ligt in de latere groeiseizoenen en betreft de biomassa-productie van het oogstproduct na de winter (dus natuurlijk gedroogd en met weinig blad) t.b.v. ethanolproductie (zoals toegepast in de US) of directe verbranding in biomassakachels. In het voorjaar van 2012 worden monsters genomen waaraan de verbrandingswaarde en -eigenschappen (van een dan nog éénjarig Switchgrass gewas) worden onderzocht.

3.4 Milkweed

Helaas lukte het niet om van een Milkweed onderzoeker van het Agricultural Research Service Instituut (ARS-USDA) in Preoria, Illinois betrouwbaar zaaizaad te verkrijgen. Uiteindelijk werd Milkweed zaad betrokken van een Amerikaanse online zaad(pakjes)handel (Everwilde.com).

Omdat vermoed werd dat het lastig zou zijn om van dit meerjarige gewas bij inzaai ter plaatse eenvoudig een plantbestand te krijgen werden er, naast onbehandeld, een tweetal zaadvoorbehandelingen vergeleken. Met per object 300 zaden werden op demoveldje vier op regels van 25 cm afstand achtereenvolgens de objecten onbehandeld zaad (3 regels), zaad met diepvriesbehandeling (4 regels) en voorgeweekt zaad (4 regels) uitgezaaid. Het zaad werd vermengd met zand en met de hand verzaaid waarna regels met de zaaimachine werden dichtgereden.

Op 30 juni waren er in alle objecten Milkweedplanten zichtbaar, maar in dunne stand en met een enorme variatie qua grootte (van kiemplant tot 5-10 cm). Van het voorgeweekte zaad leek de opkomst wat beter, maar de verschillen tussen de objecten waren beperkt. Ogenschoonlijk was het plantenbestand met een gemiddelde opkomst van $\pm 20\%$ in het gehele veldje regelmatig te dun. Omdat Milkweed een vaste plant is en een meerjarig gewas moet vormen, was moeilijk in te schatten hoeveel planten noodzakelijk zijn voor de vorming van een volwaardig bestand.

De onkruidbezetting (straatgras) was enorm en het was onvermijdelijk dat bij het schoffelen en wieden plantjes sneuvelden. De planten ontwikkelden zich traag en erg onregelmatig. Begin september waren de planten met veelal enkelvoudige stengels met grote bladeren 30-50 cm. Omdat er geen gesloten gewas werd gevormd bleef onkruidontwikkeling een probleem. Verwaaid uitgedorst dedersaad vormde in september een deken van kiemplantjes in het Milkweed veldje. In augustus/september vertoonden diverse planten een bruin/zwartverkleuring aan de plantbasis, waardoor de stengels doorbogen en verwelking vertoonden. Onduidelijk was of het een bodemschimmel betrof. Het kan ook te maken hebben met herbicide residuen uit voorgaande (mais)teelten.

In oktober werden enkele plantstengels met dikke stevige bladeren geoogst voor een bepaling van het latexgehalte. De gewasstand was te dun voor een relevante bepaling van de biomassa. Het komt echt op de komende jaren aan of er een gewas gevestigd wordt met de in de literatuur beschreven productiemogelijkheden van biomassa, latex, oliezaad en zaadpluis.

3.5 Tagetes patula

Tagetes werd in de demo ingebracht vanuit het idee dat de bloemen geplukt zouden kunnen worden voor extractie van luteïne/zeaxanthine (xanthofyll-productie) en de overige biomassa nadien zou kunnen worden vergist.

Ondanks uitvoerige navraag bij de zaadbedrijven Pan American Seed en Chrysantis, die speciaal voor de xanthofyll productie hooggehaltige Tagetes erecta rassen ontwikkeld hebben, lukte het helaas niet om hiervan zaaizaad te verkrijgen. Op de valreep van het seizoen werd daarom besloten tot uitzaaai van een standaard Tagetes patula (ras: Ground control) die, met als voornaamste doel de bestrijding van Pp-aaltjes, op zandgronden als groenbemestingsgewas geteeld wordt. Tagetes patula heeft kleine bloemen met lage xanthofyll gehalten en leent zich niet voor bloemproductie. Tagetes patula teelt voor de bestrijding van Pratylenchus penetrans kan hoogstens extra worden benut door de oogst (en vergisting) van de biomassa.

Op 17 mei werd demoveldje vijf op een regelafstand van 25 cm en met een zaaizaadhoeveelheid van 3 kg/ha met Tagetes patula ingezaaid. Opkomst en beginontwikkeling verliepen vlot. Op 30 juni had zich reeds een mooi dicht gewas gevormd met een hoogte van 50 cm. Een maand later bij een gewas lengte van 110-120 cm was de eerste bloei zichtbaar. In augustus zakte het volop bloeiende gewas door eigen gewicht en regenval wat ineen (80-90 cm). Op 2 september werd bij een ogenschijnlijk maximale biomassa productie een gewasmonster van 1 m² geoogst. De verse opbrengst bedroeg 49,3 T/ha. Bij een drogestofgehalte van 16,4% resulteerde dit in een droge opbrengst van 8,1 T/ha.

Terwijl begin september in het ineenzakkende gewas de bloei beëindigd leek, was er wellicht vanwege de goede weersomstandigheden in oktober weer sprake van wat hergroei en een tweede bloeiperiode.

3.6 Tagetes minuta

Met Tagetes minuta, een hoog opgroeiende Tagetes soort, was reeds eerder (in 2008) ervaring opgedaan in een teelt gericht op de productie van etherische olie. Het gewas bleek een laag gehalte aan etherische olie te bevatten, maar de groei en biomassa productie viel toen op. Reden om het gewas in deze demo mee te nemen. Zaad werd verkregen van Vreekens Zaden. Op 17 mei werd demoveldje 6 op een regelafstand van 25 cm en met een zaaizaadhoeveelheid van 3 kg/ha met Tagetes minuta ingezaaid.

De opkomst was aanzienlijk minder en begingroei veel trager dan van de T.patula. Op 30 juni stond er een nog open gewasje van 20-25 cm. Vanaf juli kwam de groei goed op gang. Begin september werd een gewas lengte van 170 cm gemeten en begin oktober passeerde het gewas met stevige dikke stengels de 2 meter. Dan komt, vanwege lichtgebrek (?), in het massieve bestand bladverlies op gang. Door de gunstige weersomstandigheden (of vanwege de afnemende daglengte?) bereikte het gewas in oktober een maximale lengte van 240 cm (!) en was er enige bloemvorming (van kleine gele bloempjes) zichtbaar.

Op 21 september en op 4 oktober werd van 1 m² een gewasmonster gesneden met opbrengsten van achtereenvolgens 81,6 en 44,9 T/ha vers. Bij drogestofgehalten van achtereenvolgens 18,2 en 27,2% komt dit neer op een opbrengst van 14,8 en 12,2 T/ha droog. Vooral vers is het verschil tussen de twee oogstdata enorm. Bladverlies en verschillen in de enkelvoudige bemonstering zullen van invloed zijn geweest. Door een aanzienlijke drogestoftoename zijn de verschillen in drogestofopbrengst beperkt. Aanhouden van het gemiddelde hiervan (13,5 T/ha droog) lijkt reëel.

Op drie momenten (21-september, 4 en 27-oktober) werd middels destillatie het etherische oliegehalte bepaald. Dat verschilde nauwelijks en lag met 0,088% op een laag niveau. Omgerekend komt het bij de oogst op 12 september echter wel neer op een opbrengst van 70 liter olie/ha.

3.7 Mariadistel

Bij de Mariadistel kon worden teruggegrepen op oud zaaizaad van een voormalige goede praktijkherkomst. Hiermee werd op 6 mei het zevende demoveldje op regels van 50 cm en tegen 14 kg zaaizaad/ha ingezaaid. Per ongeluk werd ergens midden in het veld één tussenregel meegenomen, waardoor er drie naastliggende regels op 25 cm kwamen te liggen. De opkomst en begingroei was goed. Eind juni (30/6) stond het gewas bij een lengte van 50-70 cm dicht, eind juli (29/7) was de gewaslengte 130-140 cm en waren de eerste (10) bloemstengels en bloemen zichtbaar. Het deel met de nauwe rijafstand had steeds een iets hogere lengte, maar was nauwelijks meer herkenbaar.

Half augustus had het gewas een lengte van 2 meter en stond het volop in bloei. Vanwege de hagel was er begin september schade aan blad en stengels zichtbaar. Er was veel bloei bij gekomen en in de eerste zaadbollen begonnen af te rijpen. De zaadbollen van mariadistel drogen door het zaadpluis en de dikke bloembodem moeilijk uit en zijn daardoor onder natte weersomstandigheden gevoelig voor schimmelziekten. In september ontstond door de dichte stand en veroudering, bladverlies. Op 21 september werd aan de opbrengst van 1 m² de biomassa bepaald. Deze bedroeg vers 76 T/ha. Bij een drogestofgehalte van 19,4%, komt dit neer op een droge gewasopbrengst van 14,7 T/ha.

Op 4 oktober werden van een oppervlakte van 10,5 m² de zaadbollen geplukt. Na drogen, dorsen en schonen resulteerde dit in 955 gram, wat omgerekend neer komt op een zaadopbrengst van 910 kg zaad per ha. Het oliegehalte bedroeg 23,7%, met als belangrijkste component linolzuur (C18:2, 65,2%) en als tweede oliezuur (C18:1, 16,7%). Er kon geen lab gevonden worden die onder redelijke condities het extractgehalte aan sylimarine in het zaad kon bepalen. Sylimarine, als farmacognostisch gestandaardiseerd extract, wordt gebruikt voor de bescherming tegen leverintoxicaties.

3.8 Landschapsmais

Op het laatste (achtste) demoveldje werden van het landschapsmais-ras Calimero de zaden op regels van 50 cm en een plantdichtheid van 160.000 planten/ha (8 pl/m) met een pootstok in de grond gedrukt. De opkomst verliep probleemloos (100%) en de beginontwikkeling was goed. Eind juni stond er al een gewas van 130 cm en op 29 juli werd een bloeiend gewas van 190-200 cm aangetroffen. Dit bleef de eindlengte. Ook de mais ondervond aanzienlijke hagelschade aan blad en stengel. Op 21 september was het gewas afgerijpt en werd een biomassa monster van 1m² geoogst. De verse opbrengst bedroeg 66,3 T/ha. Bij een drogestofgehalte van 30%, komt dit neer op een droge gewasopbrengst van 19,9 T/ha.

3.9 Overzicht waarnemingen en bijzonderheden

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de waarnemingen (ontwikkeling, gewaslengte) die gedurende het seizoen aan de gewassen in de demo gedaan werden en bijzonderheden die het vermelden waard zijn.

Gewas	30/6	29/7	19-Aug	2-Sept	21-Sept	4-Okt	27-Okt
Witte Krodde	Duits, kort en geel, 20-30 cm	Duits, 8 planten zaadwinning	Duits, 10 planten uitgetrokken voor zaadwinning Opbr.l: 15,4 g.	Opgeruimd	Najaars inzaai, 5 r. Duits, 3 rij Illinois, 3 rij Servië	2-de zaai: Duits +, Illinois: ++, Servië: ++	Opkomst 2-de zaai
RCG	20-30 cm	70 cm	80 cm, beetje gelegerd	90 cm, groener en voller als Switchgrass, eerste pluimen.	80-85 cm, enkele pluim	Pluimen lichtgroen, 90 cm 1214 g/m ³ , 26,4% ds	Legering, bruine roest, 90 cm
Switchgrass Alamo	15-17 cm	(40)-50 cm	80 cm	80 cm	110 cm	Breedbladig, 120-130 cm 1578 g/m ³ , 22,0% ds	110-120 cm
Switchgr. Cave-in-Rock	15-17 cm	40-(50) cm,	70-75 cm	75 cm, enkele pluim	100 cm	Smalbladig, 120 cm 613 g/m ³ , 22,9% ds	110 cm
Milkweed	5-10 cm geschoffeld	5-30 cm redelijke stand	35-40 cm, Onkruid hakken	30-50 cm, zeer veel deder opslag	16-40-50, enige verwelking opslag deder geschoffeld	Beste planten 50 cm, ook zieke planten	Blad/stengel afstervend Ziek of op retour. Monstername, 16,4% ds
Tagetes patula Zaai: 17 mei	Mooi dicht, 50 cm	110-120, eerste kleine bloemen, bloemplukmonster	Ineengezakt 80 cm	Ineengezakt, 70 cm, monstername 4932 g/m ² , 16,4% ds	In elkaar gezakt, beetje bloei	Weer volop bloei, 90	Doorbloei, 90-100
Tagetes minuta Zaai: 17 mei	Open, 20-25 cm	110 cm	160 cm	160-170 cm Beetje hagelschade op stengels	190-200, 8165 g/m ² , 18,2% ds, 0,088% olie	4,49 kg/m ² , 27,2% ds, 0,083% olie	Bloei, 230-240 1/11; 0,088%, ds: 25,2%
Mariadistel	50-60 cm	130-140 cm, Eerste enkele bloemstengels	200 cm, bloei + eerste uitbloei	210 cm, eerste bloeschimmels, eerste zwarte zaad + zaadpluis	Bloei en zaadrijping, bladverlies 200-220 cm, 7608 g/m ² , ds: 19,4%	Zaadoogst 3r à 7 mtr: 10m ² 410,9 verse zaadbollen 955,5 g zaad, restant 1551 g zaad	
Energiemais	130 cm	190-200, kolfzetting + bloei	200 cm	200 cm	Versleten, afgerijpt door hagel, 200 cm, 6628 m ² , 30% ds	Volledig rijp, 210 cm	

4 Veevoederanalyses grassen

De biomassagewassen Reed Canary Grass en Switchgrass zouden in het eerste groeijjaar en wellicht als vroege snede jaarlijks in het voorjaar geoogst kunnen worden voor veevoederwinning. Op de prairies in de VS wordt bij Switchgrass op deze wijze ruwvoerwinning en biomassateelt gecombineerd.

Vanuit deze gedachte werd van de biomassagewassen Reed Canary Grass, Switchgrass werden droge gewasmonsters bij ALNN onderzocht op de veevoederwaarde. Landschapsmais werd als standaard veevoedingsgewas meegenomen. De mais kon middels NIR onderzocht worden, de RCG en Switchgrass werden 'klassiek' geanalyseerd. Tabel 1 geeft een overzicht van de gewasopbrengsten en belangrijkste veevoederwaarden van de vier gewassen.

Tabel 1. **Drogestof opbrengsten (T/ha) en veevoederwaarden (in g/kg ds) van de vier biomassa-grasgewassen.**

	Drogest. T/ha	Ruw eiwit	Ruw celstof	Ruw as	Vert.coëff OS	VEM	DVE
Reed Canary Grass	12,1	139	280	98	68,3	772	67
Switchgrass 'Alamo'	13,2	92	342	73	63,3	708	46
Switchgr. 'Cave-in-Rock'	5,3	97	336	75	61,8	690	45
Landschapsmais	18,7	68	177	41	74,6	949	
Streefwaarde graskuil	9-12	106-190	230-260	<120	75-80	840-900	>70

Mais wordt als veevoedergewas vooral gewaardeerd voor de energiewaarde (VEM). RCG en Switchgrass zijn, hoewel in een laat stadium geoogst, eigenlijk meer grasgewassen. Ter vergelijking zijn de veevoederwaarden zoals gehanteerd bij ALNN van een graskuil in de tabel opgenomen.

Met name de veevoederwaardes van de Switchgrass komen nogal wat ongunstiger uit dan de gehanteerde streefwaarden voor een graskuil. De veevoederkwaliteit van Reed Canary Grass is duidelijk beter dan die van de Switchgrass maar komt, met uitzondering van Ruw Eiwit, ook lager uit dan de graskuil.

De voederwaarde lijkt toe te nemen in de mate van bladrijkeid en groenkleuring van het gewas. Dus van Switchgrass 'Cave-in-Rock' via Switchgrass 'Alamo' naar het Reed Canary Grass. De verteringscoëfficiënt, het Ruw eiwit percentage en de VEM-waarde van Reed Canary Grass komen in de richting van de graskuil. Gezien het late oogststadium en de vezelige structuur van RCG en de Switchgrass grassen, was te verwachten dat de kwaliteit niet gelijkwaardig zou zijn aan die van gewoon weidegras. Dat betekent niet dat er voor deze producten geen plaats is in de veevoedermarkt. Misschien niet voor hoog productief melkvee, maar het kan wel geschikt zijn voor droogstaande koeien of voor mest- en jongvee. Boeren hebben soms behoefte aan vezelrijk product om bij te mengen.

Er is een dagmarktprijs voor veevoedergrondstoffen gebaseerd op VEM en DVE (www.voederwaardeprijzen.nl). Bij een kVEM en kgDVE toeslag van resp. €15,1 en €73 valt te berekenen dat de actuele (13/3/2012) voederwaarde van Reed Canary Grass met een VEM van 772 en een DVE van 67, €11,66 + € 4,89 = €16,55 per 100 kg ds bedraagt €165,50/ton. Theoretisch, bij een drogestof opbrengst van 12,1 T/ha, komt dit neer op een financiële waarde van €2002,-/ha.

5 Biomassaopbrengsten en vergistingsresultaten.

Door Dumea BV (Wijhe) werd met de drogestofmonsters een vergistingsproef uitgevoerd. Aan de ingezonden monsters werd het drogestof en Organische stofgehalte bepaald. Deze staan vermeld in Tabel 2.

Op basis van deze gehalten kan uit de drogestofopbrengst per hectare de volledig droge Organische Stof opbrengst (beiden in T/ha) worden berekend. Opmerkelijk is het lage drogestofgehalte van het RCG monster (69,84%) en het lage Organische stofgehalte van dit product.

Tabel 2. **Drogestofgehalten en gehalten aan Organische stof van de voor vergistings ingezonden gewasmonsters, Demo biomassagewassen Energieboerderij 2011.**

	Drogestof T/ha	Ds-gehalte monster	OS-gehalte drogestof	OS opbrengst T/ha
Reed Canary Grass	12,8	69,84	63,13	5,6
Switchgrass Alamo	13,9	96,96	89,51	12,1
„ Cave-in -Rock	5,6	97,09	89,77	4,9
Tagetes patula	8,1	95,15	84,81	6,5
Tagetes minuta	13,5	97,77	90,88	12,0
Mariadistel	14,7	86,33	74,82	9,5
Landschapsmais	19,9	96,57	91,81	17,6

Gedurende een vergistingsperiode van 45 dagen werd de cumulatieve gasproductie gemeten. Bij de twee Switchgrassrassen werd omstreeks dag 35 een opeiling in de gasproductie geconstateerd (zie ook figuren 1 en 2). Door onduidelijke redenen kwamen er omstreeks die tijd bij de Switchgrass vergisting nieuwe fermenteerbare stoffen vrij. Vanwege dit feit werd besloten om de vergisting van de Switchgrass rassen nog iets langer door te laten lopen (tot 60 dagen).

In tabel 3 geeft de biogas en methaangasopbrengsten per ton droog product zoals geoogst werd en, op basis van PPO droogstofmonsters berekend.

Tabel 3. **Biogas en Methaanproductie (per ton product en per ha) van de gewasmonsters, Demo biomassagewassen Energieboerderij 2011.**

	Ds T/ha	Biogas productie m ³ /ton	Biogas productie m ³ /ha	Methaan CH ₄ %	Methaan-productie m ³ /ton	Methaan-productie m ³ /ha
Reed Canary Grass	12,8	447,1	5723	57,7	258,0	3302
Switchgrass Alamo (45d)	13,9	544,0	7582	57,3	311,7	4333
„ Cave-in -Rock (45d)	5,6	548,7	3073	57,4	315,0	1764
Switchgrass Alamo (60d)		559,5	7777	58,7	328,4	4565
„ Cave-in -Rock (60d)		568,5	3184	58,7	333,7	1869
Tagetes patula	8,1	434,6	3520	57,3	243,3	2017
Tagetes minuta	13,5	390,7	5274	57,2	223,5	3017
Mariadistel	14,7	422,3	6208	57,7	243,7	3582
Landschapsmais	19,9	595,7	11854	57,8	344,3	6852

De biogasproductie per ton product is van mais (met 595 m³/ton) het hoogst maar de Switchgrass, zeker bij een iets langere vergisting komen hier aardig bij in de buurt. Het Reed Canary Grass en de Tagetes blijven hierbij achter. Omgerekend naar hectare is mais nog steeds veruit de grootste gasproducent. Switchgrass ras Alamo produceert, vanwege een goede ds-productie veel beter dan het ras Cave-in-Rock. Vanwege de hoge drogestofproductie per ha stijgt Tagetes minuta, m.b.t. de biogasproductie/ha, in de rangorde.

Omdat de methaangas percentages van het biogas, geproduceerd door de gewassen nauwelijks verschilt, toont de methaanproductie per ton en per ha, een overeenkomstig beeld als de biogasproductie. Opmerkelijk is dat het methaangehalte van de Switchgrassen bij 60 dagen vergisting iets hoger ligt dan bij 40 dagen.

In tabel 4 staan de gegevens weergegeven gebaseerd op de biogas en methaangasopbrengsten in mg/g Organische Stof. Op basis van de hoeveelheid Organische stof is, via de geanalyseerde waarden van biogas- en methaangasproducties in ml/g, de hoeveelheid geproduceerde biogas en methaangas in m³/ha berekend. Door onduidelijke redenen komen die anders (nogal wat lager) uit in vergelijking met de productie, berekend op basis van m³/ton. per ton.

De hoeveelheden Biogas in ml/g verschillen weinig tussen de producten. Vanwege het lage Ds en OS gehalte van het Reed Canary Grass ligt de waarde per g OS van alle producten het hoogst. De biogas en methaangasproductie in ml/g ligt bij Tagetes minuta het laagst.

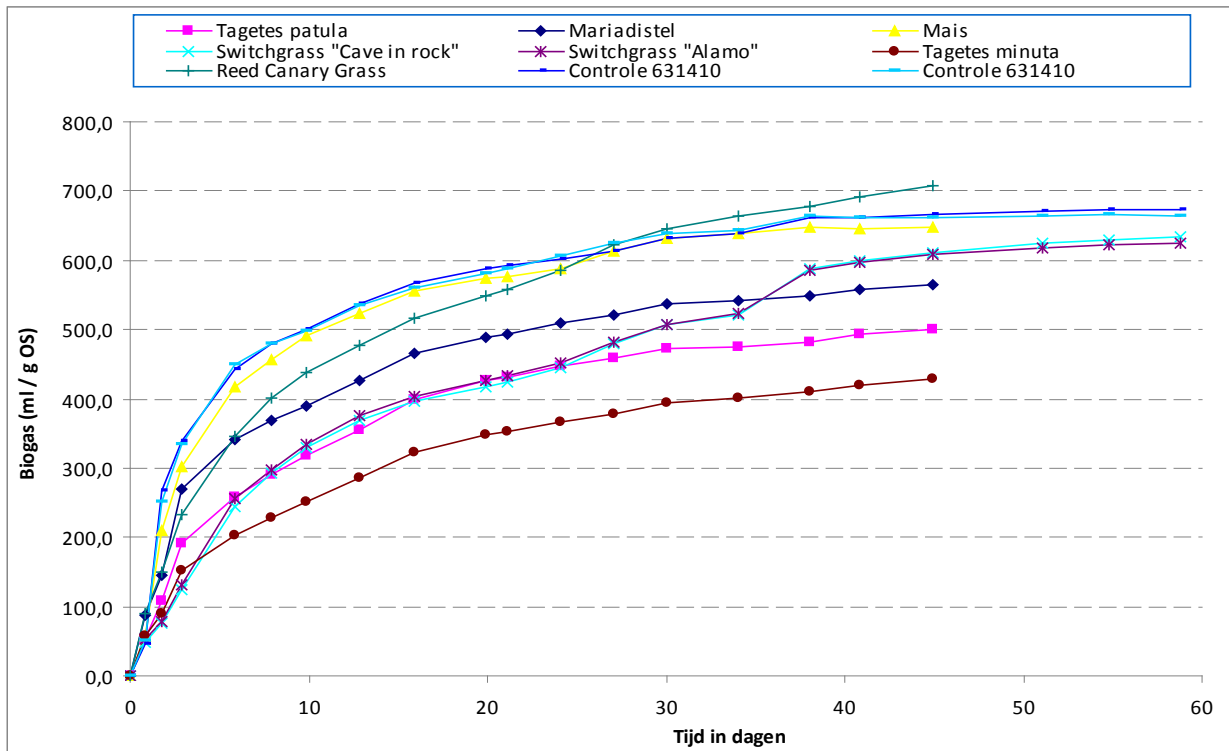
Tabel 4. **Biogas en Methaanproductie (per g Organische stof en per ha) van de gewasmonsters, Demo biomassagewassen Energieboerderij 2011.**

	OS T/ha	Biogas ml/g OS	Biogas m ³ /ha	Methaan CH ₄ %	Methaanproductie ml/g OS	Methaanproductie m ³ /ha
Reed Canary Grass	5,6	708,3	3966	57,7	408,7	2288
Switchgrass Alamo (45d)	12,1	607,7	7353	57,3	348,2	4213
„ Cave-in -Rock (45d)	4,9	611,2	2995	57,4	350,8	1719
Switchgrass Alamo (60d)	12,1	625,1	7564	58,7	366,9	4440
„ Cave-in -Rock (60d)	4,9	633,3	3103	58,7	371,7	1821
Tagetes patula	6,5	500,7	3255	57,3	286,9	1865
Tagetes minuta	12,0	429,9	5159	57,2	245,9	2951
Mariadistel	9,5	564,4	5362	57,7	325,7	3094
Landschapsmais	17,6	648,8	11419	57,8	375,0	6600

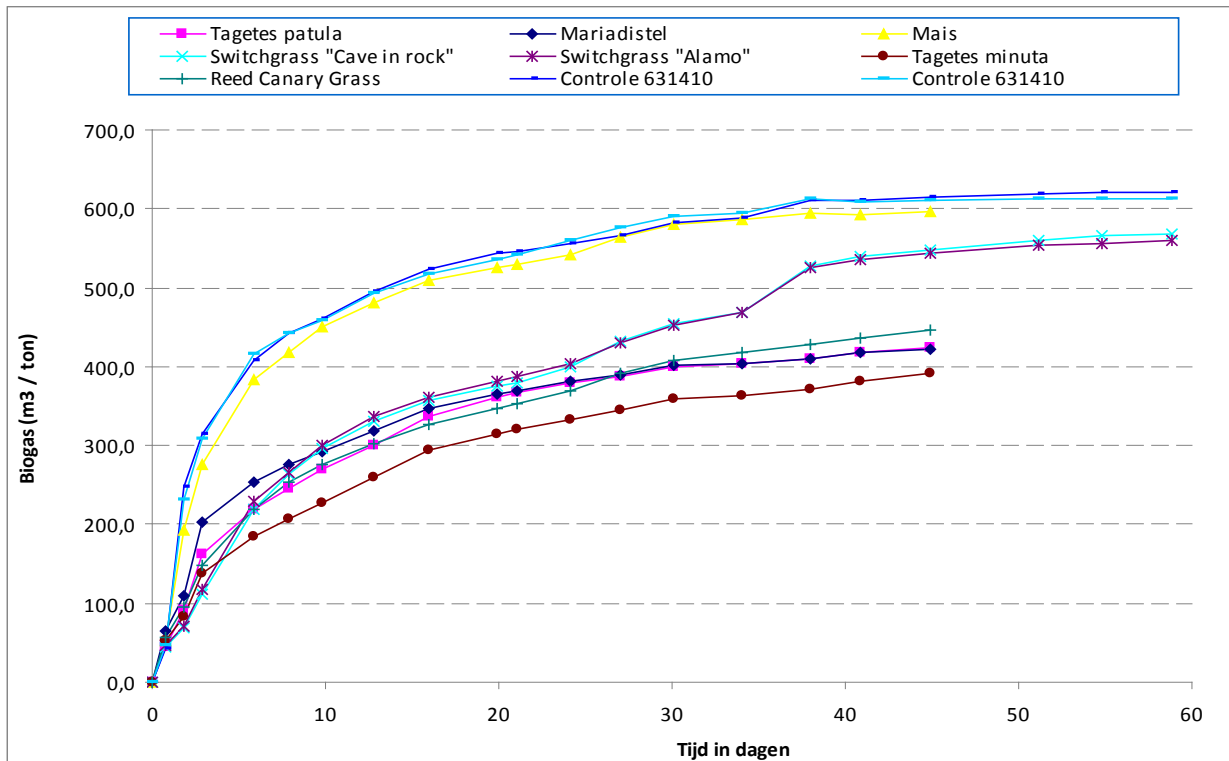
De figuren 1 en 2 geven de grafische weergave van het verloop van de gasopbrengst gedurende de tijd in resp. ml/g OS en 2 m³/T.

In figuur 1 komt de biogasopbrengst van Reed Canary Grass (in ml/g OS) uiteindelijk als hoogste uit. In figuur 2 ligt de productie (in m³/T) van RCG, maar net boven die van de Tagetes soorten en de Mariadistel. Duidelijk is de opleving in gasproductie van de beide Switchgrass rassen rond dag 35. De gasproductie van Switchgrass komt, per eenheid product, het dichtst in de buurt van de Landschapsmais.

Figuur 1. **Cumulative gasproductie van de monsters in ml / g OS.**



Figuur 2. **Cumulative gasproductie van de monsters in m³ biogas / ton product.**



6 Conclusies

In 2011 werd in het kader van Energieboerderij een biomassa demo aangelegd waarin een aantal, zorgvuldig gekozen gewassen, werden uitgezaaid. Met uitzondering van de Witte Krodde en Milkweed, vormde de inzaai, veldopkomst en gewasontwikkeling van de gewassen weinig teelttechnische moeilijkheden. De uitzaai op 6 mei was relatief laat, en het seizoen met nattigheid na droogte, niet ideaal, waardoor de verkregen opbrengsten een reële inschatting vormen (normaliter haalbaar moeten zijn).

Benadrukt moet worden dat het gaat om enkelvoudige veldjes en monsternames van kleine oppervlaktes daaruit. Dit betekent dat de resultaten onder voorbehoud, en met de nodige voorzichtigheid, beoordeeld dienen te worden.

Omdat van *Tagetes* niet de juiste (xanthofyll rijke) soort kon worden bemachtigd en van de mariadistel het zaad niet op sylimaringehalte kon worden geanalyseerd, werd dubbeldoelteelt (productie biomassa na hoogwaardige inhoudstoftoepassingen) niet echt gerealiseerd. Etherische olie productie van in Nederland geteelde *Tagetes minuta* lijkt, hoewel de berekende olieopbrengst/ha aardig lijkt, gezien het lage gehalte niet realistisch. De zaad- en zaadolie-opbrengsten van Witte Krodde konden, vanwege het beperkte aantal planten wat werd geoogst, niet gekwantificeerd worden. De zaadopbrengst van mariadistel lag, met 900kg/ha aan de lage kant (normaal 12-1600 kg). De oliegehaltes van beide oliezaad-gewassen lag aan de lage kant. De vetzuursamenstelling van de oliën werd niet gevalideerd.

Gebruik van een vroege snede van de grassen RCG en Switchgrass voor veevoederdoeleinden is mogelijk, maar de voederwaarde ligt duidelijk lager dan die van mais en graskuil.

Duidelijk is dat van een aantal meerjarige gewassen (Milkweed, Switchgrass en Reed Canary Grass (RCG)) dit eerste jaar slechts gewasvestiging plaats had. Pas in de navolgende jaren kan de potentie van deze gewassen volledig in kaart worden gebracht. In die zin is het opmerkelijk dat met RCG en de Switchgrassen, met name het ras Alamo, als eerstejaarsgewas al relatief hoge drogestofopbrengsten verkregen werden. Van de Switchgrass rassen kwam de vergistingswaarde daarbij ook nog eens een eind in de richting van Landschapsmais.

Ook van de manshoge gewassen *Tagetes minuta* en de mariadistel lagen de drogestofopbrengsten op een goed niveau, maar daarvan waren de vergistingswaarden aan de lage kant.

Van de RCG en de Switchgrass zal, aan in het voorjaar van 2012 geoogste monsters, de energiewaarde bij directe verbranding worden bepaald. Als meerjarig biomassagewas, voor vergisting of directe verbranding hebben deze grassen, met name Switchgrass, vermoedelijk meer productiepotentie dan mais. Het is wenselijk om de veldjes met meerjarige gewassen (RCG, Switchgrass en Milkweed) als demo blijvend te volgen. Van de najaarszaai/winterteelt Witte krodde kan in het voorjaar van 2012 de zaadopbrengst worden vastgesteld.

Bijlage 1 Schema demo biomassagewassen Megelsum 2011

<p>8. Landschapsmais 50 cm, 160.000 pl/ha</p>	
<p>7. Mariadistel 50 cm</p> <p>1 extra tussenregel (25 cm) gezaaid</p>	
<p>6. Tagetes minuta spp. 25 cm</p>	
<p>5. Tagetes patula spp. 25 cm</p> <p>Tagetes Ground Control</p>	
<p>4. Milkweed 25 cm</p> <p>3 regels, onbehandeld 4 regels, diepvries 4 regels, voorgeweekt</p>	
<p>3. Switchgrass 25 cm</p> <p>5 regels, Cave-in-Rock 5 regels, Alamo</p>	
<p>2. Reed Canary grass</p> <p>SW Bamse 3 regels op 50 cm 5 regels op 25 cm</p>	
<p>1. Witte krodde 25 cm</p> <p>3 regels France/Bas Rhin 4 regels Duits 4 regels VS/Iowa</p>	7 m

3m