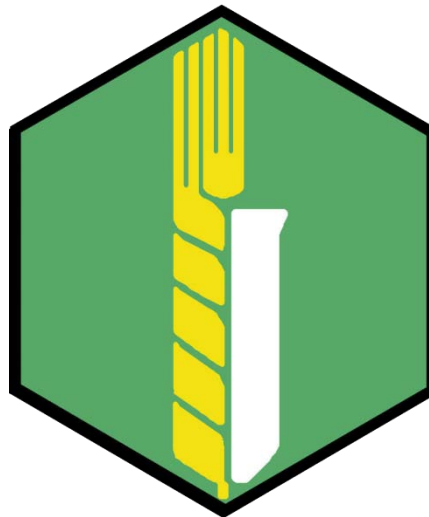


## **2. Grenzübergreifendes Bioenergieforum am 12. Oktober 2012 in Chomutov Nová Spořice**



Miscanthus –  
Ergebnisse von den Versuchsstandorten  
Z. Stražil, VÚRV, v.v.i.

# Riesen-Chinaschilf (*MISCANTHUS X GIGANTEUS*)

- Gattung *Miscanthus* kommt v.a. in den tropischen und gemäßigten Gebieten vor. Sie besteht aus insgesamt 33 Arten. Die ursprüngliche Heimat von *Miscanthus* ist Ostasien (Süd-Kurilen, östlicher Teil von Russland, China-Mandschurei, Taiwan, Korea, Thailand, Polynesien).
- Nach Europa insbesondere nach Dänemark wurde der *Miscanthus* zum erstenmal im Jahr 1935 aus seiner Heimat importiert. In seiner Heimat wurde er als Futtermittel verwendet oder als Erosionsschutz angepflanzt. Der eingebrachte Klon wurde durch ein außerordentliches Wachstum charakterisiert und deswegen als *Miscanthus sinensis* „Giganteus“ bezeichnet. Von diesem ursprünglichen Klon stammen die meisten Arten der zeitgenössischen Anpflanzungen in Europa.
- Verwendete Arten sind v. a. *M. tinctorius*, *M. sinensis* und *M. sacchariflorus*, die für die Biomasseproduktion oder für die industrielle Nutzung verwendet werden. Die größte Verbreitung und zurzeit wahrscheinlich auch die größte Bedeutung und Nutzung hat *Miscanthus sinensis* Andersson.
- Aus Sicht der Flächennutzungsplanung ist *M. sinensis* für Nordeuropa, *M. x giganteus* für Mitteleuropa und *M. sacchariflorus* für Südeuropa (v.a. Mittelmeerraum aufgrund der benötigten warmen Bedingungen) am besten geeignet.

# Miscanthus – Stand der Vegetation Ende September und Februar



- Von den genannten Arten ist *M. sacchaflorus* sehr invasiv. Seine Wurzelstöcke breiten sich ähnlich wie bei *Reynoutria* intensiv aus.
- Die Klone *M. sinensis* verhalten sich zur Tageslänge neutral und blühen häufig in Europa. *M. x giganteus* blüht nur selten in den nördlichen Gebieten Europas.
- Bei der Art *Miscanthus sinensis* wurde bei einigen Klonen unter hiesigen klimatischen Bedingungen die Samenreifung und die nachfolgende spontane Ausbreitung in die Landschaft beobachtet. Aus diesem Grund ist die Auswahl der einzelnen Klone der Gattung *M. sinensis* von Bedeutung, auch um unerwünschte Kreuzungen zu vermeiden.
- *M. x giganteus* J.M.Greef & Deuter ist ein steriler triploider Hybrid ( $2n=3x=57$ ) zwischen dem diploiden *M. sinensis* und tetraploiden *M. sacchariflorus*.
- **Bei der risikofreien Anpflanzung, ohne unerwünschte Pflanzenausbreitung in die Landschaft, können wir den Klon *M. x giganteus* empfehlen. Bei diesem Klon breiten sich die Wurzelstöcke nicht so invasiv aus, die Pflanzen sind nicht aggressiv und unter unseren klimatischen Bedingungen reifen keine Samen, die sich dann in die Landschaft ausbreiten könnten.**

Spontane Ausbreitung *M. sinensis* -  
Situation im Areal VÚKOZ Průhonice (Photo Weger VÚKOZ)



# Allgemeine Charakteristik

- Miscanthus lässt sich allgemein als ein ausdauerndes hochwüchsiges Gras ( $C_4$  - Pflanze) charakterisieren. Unter günstigen Bedingungen kann über 30 Tonnen Trockenmasse geerntet werden. Es nutzt die Sonnenenergie, Wasser, Nährstoffe gut und es ist sehr resistent gegenüber Krankheiten und Schädlingen.
- Was den Miscanthus angeht sind im Tschechischen Sortenbuch keine Sorten, Klone oder Formen eingetragen. Im Ausland wurde eine große Menge von Formen gezüchtet, die sich in Höhe, Habitus, Blätteranordnung auf dem Halm, Farbigkeit, Erntepotenzial usw. unterscheiden.
- Aus dem Ausland werden die leistungsfähigen und ertragreichen Formen "Giganteus", "Goliath", "Silberfeder", "Sirene" und die neu gezüchteten Klone „Desert“, „Spat“, „Hornum“ und „Resistent 01“, die eine hohe Lebensfähigkeit, gute Leistungsfähigkeit usw. zeigen, angeboten.

# Standortsansprüche

- Miscanthus wächst am besten auf leichteren, strukturierten Böden, in eher wärmeren Gebieten mit höheren Niederschlagsmengen. Es werden humose sandige Böden mit einem hohem Grundwasserniveau (nicht mehr als 60 cm), mit geringem oder keinem Unkraut (z. B. Quecke, Sauerampfer) empfohlen. Die Bodenansprüche sind nicht so stark ausgeprägt. Die flachen Böden in Kombination mit langanhaltenden Trockenzeiten im Sommer oder auch kalte Lehmböden sind für das Chinaschilf nicht gut geeignet. Der pH-Wert des Bodens ist im Bereich 5,5 bis 6,5 optimal.
- Die meisten Pflanzen des  $C_4$ -Typs sind nicht in der Lage unter  $12\text{ °C}$  Photosynthese zu betreiben. Die Untergrenze für die photosynthetische Aktivität des Chinaschilfs liegt zwischen  $8$  und  $12\text{ °C}$ ; d. h., dass sich der Miscanthus im Unterschied zu den meisten  $C_4$ -Pflanzen, die in Mittel- und Nordeuropa angepflanzt werden, an niedrigere Temperaturen angepasst hat.

# Einordnung in die Fruchtfolge

- Das Saatgut oder die Rhizome sind am besten nach guten „Vorfrüchten“ anzupflanzen. Die Miscanthusanpflanzung ist günstig nach Hackfrüchten wie Zuckerrübe oder Kartoffeln und nach Hülsenfrüchten und Getreide.
- In SRN hat sich die Anpflanzung nach Triticale (Raps, Sorghum, Mais) als vorteilhaft erwiesen. Miscanthus sollte mindestens für 10 bis 20 Jahre angepflanzt werden.



# Vegetationsgründung

- Die Miscanthus-Pflanzung kann durch das Aussäen von Samen, durch Rhizome oder Stecklinge, die aus Gewebekulturen (Mikropropagation) gezogen wurden, erfolgen.
- Meist erfolgt die Anpflanzung in Europa durch Stecklinge oder Rhizome.
- Die in den Gewebekulturen herangezogenen Stecklinge werden bei Bodentemperatur über 10 °C gesetzt, d. h. ab Mitte April bis Mitte Juli. Damit dies rentabel geschieht werden 10.000 bis 20.000 Stück/ha ausgebracht. Beim Anbau der Stecklinge ist die Anfeuchtung der Wurzelballen sowie die Bewässerung der angepflanzten Vegetation vorteilhaft.
- Für die Pflanzung, die aus Rhizomen gegründet wird, ist die zeitige Ausbringung, bevor die Rhizome zu sprießen beginnen, von Bedeutung. Somit werden die jungen Schösslinge bei der Bodenbearbeitung nicht abgebrochen. Der Boden soll nur bis zur Tiefe der Anpflanzung, nicht tiefer, vorbereitet werden. Die Ursache dieser Vorgehensweise liegt darin, dass so die Kapillarität des Bodens nicht beschädigt wird und das Chinaschilf besser wurzeln kann. Somit kann es im ersten Jahr nach dem Anbau frostresistenter sein. Auch soll die Erde um die Rhizome herum befestigt werden, damit sie bei der Ernte nicht verletzt werden.

# Mechanisierte Anpflanzung von Miscanthus



# Pflanzenschutz

- Im ersten Jahr nach dem Auflaufen des Unkrautes im Frühjahr ist die Nutzung einer vorbeugenden Anwendung von Glyphosat und vor dem Austrieb des Miscanthus die Anwendung von Paraquat möglich. Die Anwendung ist beim Aufgehen von einkeimblättrigen Unkräutern wie z. B. Kriech-Quecke (*Elytrigia repens*) und Rispengras (*Poa annua*) erforderlich.
- Nach dem Austreiben können selektive Herbizide für die Beseitigung von jährlich auftretenden, zweikeimblättrigen Unkräutern verwendet werden. Gegen die zweikeimblättrigen Unkräuter werden in Deutschland die gleichen Herbizide eingesetzt, die auch beim Mais verwendet werden.
- In den nachfolgenden Jahren wird das Unkrautvorkommen reduziert. Am Anfang durch Laubabfall und nachfolgend durch die Vegetationsdichte, die den Lichteinfall am Boden reduziert.

**Laubabfall (Mulch) –  
Vegetationsstand von Miscanthus nach der Ernte im März vier  
Jahre nach Bestandsgründung.**



## Herbizide, die zum Schutz des Miscanthus verwendet werden [Bullard et al. (1995)].

Aktivní složka	Poznámka
atrazine	Gesaprim (2,5 l/ha)
bromoxynil / ioxynil	Briotril (2,5 l/ha)
bromoxynil / fluroxypyr / ioxynil	Advance (2,0 l/ha)
clopyralid	(100 g/l účinné látky) (2,4 l/ha)
dichlorprop	(667 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
diflufenican / isoproturon	(100:500 g/l účinné látky) (3 l/ha)
fluroxypyr	Starane 2 (2,0 l/ha)
glyphosate <sup>2</sup>	Roundup (3,0 l/ha)
isoproturon	Tolkan (4,0 l/ha)
metsulfuron methyl	Ally (30 g/ha)
metsulfuron methyl + bromoxynil / ioxynil <sup>3</sup>	Ally (30 g/ha) + Deloxil (1,0 l/ha)
metsulfuron methyl + fluroxypyr <sup>3</sup>	Ally (20 g/ha) + Starane 2 (0,5 l/ha)
MCPA	(750 g/l účinné látky) (5,0 l/ha)
MCPA – MCPB	Triflex-Tra (7,7 l/ha)
mecoprop – P	Duplosan (6,0 l/ha)
paraquat <sup>2</sup>	Gramoxone (4,0 l/ha)
tribenuron methyl	75 %

Poznámky: <sup>2</sup>herbicidy užívané před vzejitím

<sup>3</sup>tank mix

# Ernte und Biomasseausbeute

- Das Chinaschilf wird im ersten Jahr (Jahr der Anpflanzung) nicht geerntet. Im zweiten Jahr beträgt die Phytomasseproduktion bis zu 10 t/ha Trockenmasse, im dritten und den weiteren Jahren 15-25 t/ha Trockenmasse. Bei einer intensiven Bewirtschaftung können sogar mehr als 30 t/ha Trockenmasse erzielt werden.
- Allgemein kann man sagen, dass die Biomasseausbeute von Miscanthus vom ersten bis zum dritten bzw. vierten Jahr des Anbaus ansteigt. Danach bleiben die Erträge bei Beibehaltung der bodenklimatischen Bedingungen konstant. Im Laufe des Jahres steigen die Erträge von Miscanthus bis zum Aufblühen und dann gehen sie allmählich zurück.
- Bei einer Ernte im Frühjahr muss man mit einem gewissen Biomasseverlust nach der Winterperiode rechnen. Für Südeuropa erreichen die Biomasseverluste beim Miscanthus während der Frühlingsernte 30 bis 50% im Vergleich zur Ernte im Herbst.
- Aus unseren Ergebnissen zeigt sich, dass es zu einer Verringerung der Ausbeute im Frühling um rund ein Drittel, bei 19,42 t/ha (über 6,59 t/ha, d.h. 33,6%) kam. Die Verluste über die Winterperiode waren am Standort Lukavec mit 37,3% höher als am Standort Ruzyň mit 31,1%. Dies lässt sich durch die ungünstigen Bedingungen in den Wintermonaten in Lukavec, v. a. durch starken Wind und Frost, die den erhöhten Laubabfall und die Brüchigkeit der Halme verursacht haben, begründen.

# Ernte des Miscanthus



# Biomasseertrag

- Die durchschnittlichen Erträge im ersten Jahr nach Clifton-Brown et al. (2001) betragen in einigen EU-Ländern 2 t/ha Trockenmasse. Die Ausbeuten sind weiter gestiegen und im zweiten Jahr wurden 9 und im dritten Jahr 18 t/ha Trockenmasse erzielt. Die höchsten Erträge im dritten Jahr betragen in Schweden 24,7, Dänemark 18,2, England 18,7 und Deutschland 29,1 t/ha Trockenmasse. Die Miscanthusgenotypen mit den höchsten Erträgen, die in Dänemark und Schweden angepflanzt wurden, haben zu den Arten mit den geringsten Erträgen in Portugal und Deutschland gehört. Dies zeigt die starke Interaktion zwischen dem Genotyp und der Umgebung auf.
- In unseren Versuchen haben wir im Durchschnitt eines 9-jährigen Zeitraums während der Ernte im Herbst die Ausbeute von 19,42 t/ha Trockenmasse erreicht. Nach Verlust der Biomasse über den Winter lag der durchschnittliche Ertrag im Frühjahr bei etwa 12,83 t/ha Trockenmasse.



# Einfluss von Stickstoffdüngung in den einzelnen Jahren auf die Biomasseerträge von Miscanthus „Giganteus“ während der Herbsterntete, umgerechnet auf die Trockenmasse (t/ha) auf bestimmten Standorten (durchschnittliche Werte)

Hnojení N	Stanoviště	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	5. rok	6. rok	7. rok	8. rok	9. rok	Průměr
N0	Ruzyně	1,08	8,59	17,79	22,00	18,04	30,07	23,58	19,82	36,25	19,69
	Lukavec	1,15	4,04	4,83	24,08	24,44	15,93	21,35	22,50	31,57	16,73
	Průměr	1,12	6,31	11,31	23,40	21,24	23,00	22,46	21,16	33,91	18,21
N1	Ruzyně	1,08	10,29	18,51	23,12	19,77	30,46	24,33	27,40	28,56	20,39
	Lukavec	1,15	4,44	6,42	25,80	24,18	24,17	22,93	24,75	27,37	17,91
	Průměr	1,12	7,37	12,46	24,46	21,97	27,32	23,63	26,07	27,96	19,15
N2	Ruzyně	1,51	11,07	20,55	25,33	22,05	30,88	31,06	26,59	37,77	22,98
	Lukavec	1,15	5,21	6,89	26,60	25,99	27,34	19,24	26,95	29,70	18,79
	Průměr	1,33	8,14	13,72	25,97	24,02	29,11	25,15	26,77	33,74	20,88
Průměr N		1,19	7,27	12,50	24,61	22,41	26,48	23,75	24,67	31,87	19,42

Legenda: N0=0, N1=50, N2=100 kg/ha N

**Anbauversuch mit Miscanthus-  
Anpflanzung von Rhizomen  
in Lukavec 4.5.2007, Průhonice am 15.5.2007**

č. klonu	kód klonu	Taxon ( <i>Miscanthus</i> )	Původ
M1	M-GigM53-003	<i>M. × giganteus</i>	Německo
M2	M-GigFou-009	<i>M. × giganteus</i>	Dánsko
M3	M-sin902-005	<i>M. sinensis</i>	Dánsko
M4	M-sinGOF-002	<i>M. sinensis</i>	Německo
M5	M-sin903-006	<i>M. sinensis</i>	Dánsko
M6	M-sinM43-004	<i>M. sinensis</i>	Německo

# Miscanthus Lukavec 24.11.2011

Miscanthus von links M1, M6 und die am stärksten blühende M5



# Miscanthus- Lukavec 11.4.2012



**Die durchschnittlichen Trockenmasseerträge (t/ha x 1. Jahr) bei den bestimmten Miscanthusklonen  
(ohne Düngung) bei der Frühlingsernte in Lukavec und Průhonice (2008-2011)  
- M1, M2: M. x giganteus, weitere M. sinensis**

Ukazatel	Stanoviště	Klony ozdobnice					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
<b>2008 – jaro</b>							
Prům. výnos	Lukavec	0,82	0,44	0,26	0,42	0,35	0,66
	Průhonice	0,39	0,36	0,19	0,23	0,34	0,58
	<i>Průměr</i>	<i>0,61</i>	<i>0,40</i>	<i>0,23</i>	<i>0,33</i>	<i>0,35</i>	<i>0,62</i>
<b>2009 – jaro</b>							
Prům. výnos	Lukavec	1,58	1,76	2,39	1,33	2,36	2,12
	Průhonice	2,41	1,91	1,51	1,10	1,83	3,48
	<i>Průměr</i>	<i>2,00</i>	<i>1,84</i>	<i>1,95</i>	<i>1,22</i>	<i>2,10</i>	<i>2,80</i>
<b>2010 – jaro</b>							
Prům. výnos	Lukavec	10,88	11,45	7,68	9,20	10,75	11,00
	Průhonice	14,30	13,16	5,06	11,36	6,86	11,90
	<i>Průměr</i>	<i>12,59</i>	<i>12,31</i>	<i>6,37</i>	<i>10,28</i>	<i>8,81</i>	<i>11,45</i>
<b>2011 – jaro</b>							
Prům. výnos	Lukavec	13,68	17,65	8,43	13,12	11,48	15,25
	Průhonice	19,89	20,93	5,98	18,95	6,89	8,69
	<i>Průměr</i>	<i>16,79<sup>a</sup></i>	<i>19,29<sup>a</sup></i>	<i>7,21<sup>c</sup></i>	<i>16,04<sup>a</sup></i>	<i>9,18<sup>bc</sup></i>	<i>11,97<sup>b</sup></i>
<b>Průměr 2008-2011</b>							
Prům. výnos	Lukavec	6,74	<b>7,83</b>	4,69	6,02	6,24	<b>7,26</b>
	Průhonice	<b>9,25</b>	<b>9,26</b>	3,19	7,91	3,98	6,16
	<i>Průměr</i>	<i>8,00</i>	<i>8,55</i>	<i>3,94</i>	<i>6,97</i>	<i>5,11</i>	<i>6,71</i>

<sup>a, b, c, d</sup> statisticky průkazné rozdíly výnosů v roce 2010 (MP ANOVA, test MPD  $p < 0,05$ ; homogenita rozptylu Levenův test  $> 0,05$ )

# Einfluss des Stickstoffdüngemittels auf die Erträge

- Die jährliche N-Düngung im Frühjahr in der Höhe von 50 kg/ha bzw. 100 kg/ha hat die Biomasseproduktion um 4.9 % bzw. 12.8 % im Vergleich zu den ungedüngten Varianten erhöht. Die N-Düngung hatte auf den Biomasseertrag keine statistisch nachweisbaren Einfluss.
- Aus unseren Miscanthus-Anbauversuchen kann abgeleitet werden, dass dem Miscanthus auf fruchtbaren Böden eine jährliche Stickstoffdüngung von 50 kg/ha und auf weniger fruchtbaren Böden 80 kg/ha ausreicht.
- Auch die internationalen Quellen sagen, dass es bei höheren Stickstoffmengen (über 100 kg/ha) zu keinem wesentlichen Biomasseanstieg kommt.

# Einfluss des Erntetermins auf die Erträge und weitere Indikatoren

- Bei der Ernte ist wichtig, dass für die nachfolgende Lagerung und Verbrennung ein optimaler Wassergehalt in der Pflanzen vorhanden ist. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass die Pflanzen bis nach dem Erstfrost bzw. über den Winter auf dem Feld bleiben. Deswegen wird meist nach dem Winter (Februar, März) geerntet, somit ist keine zusätzliche Trocknung notwendig. Zu diesem Zeitpunkt hat die geerntete Biomasse laut internationaler Daten einen Feuchtigkeitsgehalt von 22 bis 38%. Gemäß unserer Beobachtungen hatte die geerntete Biomasse im Durchschnitt über den untersuchten Zeitraum an den Standorten im Herbst 51,9% Trockenmasse, im Frühling 79,5% Trockenmasse.
- Die Pflanzeninhaltsstoffe sind weitere wichtige Faktoren: einerseits zur Bestimmung des Nährstoffentzuges aus dem Boden, andererseits aus Sicht der Phytomasseverbrennung. Für die Verbrennung ist ein möglichst geringer Stickstoffgehalt der Biomasse von Bedeutung (geringere Produktion an  $N_{ox}$ ). Bei geringem Schwefel- und Chlorgehalt ist auch das Korrosionsrisiko für die Verbrennungsanlage gering. Der Gehalt an Kalium, Magnesium usw. beeinflusst die Temperatur des Ascheschmelzpunktes.
- Bei Miscanthus sinkt der Anteil der Inhaltsstoffe in der Biomasse mit der Aufschiebung des Erntetermins, was für den Verbrennungsprozess vorteilhaft ist.

## Miscanthusinhaltsstoffe zu verschiedenen Ernteterminen

Termín sklizeně	Obsah prvků v % sušiny				
	N	P	K	Ca	Mg
Podzim	0,876	0,086	0,631	0,358	0,103
Jaro	0,829	0,079	0,292	0,228	0,086
Průměr	0,853	0,083	0,462	0,293	0,095



# Schlussfolgerung

- Die höchsten Biomasseerträgen des Miscanthus werden ab dem 3. Jahr nach der Pflanzung erreicht. Das Ertragspotenzial des Miscanthus überholt die meisten heimischen Arten, einschließlich der schnellwachsenden Baumarten.
- Miscanthus scheint eine vielversprechende Pflanze für die energetische Verwertung zu sein. Während ihres Anbaus lassen sich zahlreiche Vorteile wie z.B. höhere Trockenmasseerträge, die hocheffektive Wassernutzung, die Ernte mit gewöhnlichen Erntemethoden usw. nutzen. Ein bedeutender Vorteil beim Anbau des Miscanthus ist auch ein relativ geringer Aufwand an Düngemitteln und Pestiziden.
- Bei der Kraftstoffgewinnung werden die niedrigeren Biomasserträge im Frühjahr durch eine bessere Qualität des Treibstoffes als bei der Herbsterte ausgeglichen. Auch fällt bei der Frühjahrsernte die aufwendige Trocknung weg. Qualität des Biokraftstoffes aus Miscanthus ist mit der von Kraftstoff aus Gehölzen vergleichbar.
- Anhand der Ergebnissen kann man sagen, dass Miscanthus innerhalb der Energiepflanzen eine bedeutende Rolle einnimmt, sowohl für die stoffliche als auch für die energetische Nutzung.

# Bodenfräsen – eine Möglichkeit der Vegetationsbekämpfung



# Miscanthus in unterschiedlichen Wachstumsphasen

