



Miscanthusstroh als Heizstoff

Dipl.-Ing. agr. Mario Rampérez und Priv.-Doz. Dr. Ralf Pude

Forschungsbereich Nachwachsende Rohstoffe
Universität Bonn



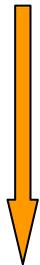
Campus Klein-Altendorf, Universität Bonn



Science-to-Business Center AgroHort: **Start am 22.8.2009**



Freilandanbau Energiepflanzen



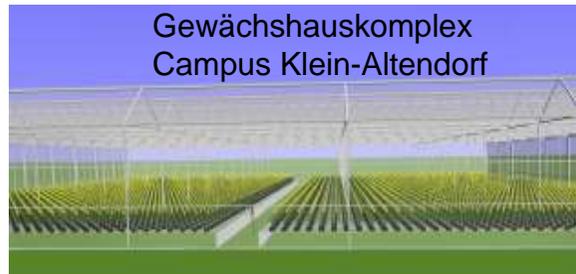
AgroHort energy
(Pude)



AgroHort solar
(Pude)

Geschützter Anbau

Gewächshauskomplex
 Campus Klein-Altendorf



AgroHort med
(Noga, Schurr)



AgroHort phäno
(Goldbach, Léon)



AgroHort rainout
(Léon, Goldbach)

Freilandanbau Nahrungspflanzen



„Nachhaltige Energieversorgung“

„Anpassung an Klimawandel“



Anbau von low-input Pflanzen

Miscanthus

- Mehrjähriges Landschilf aus Asien
- C₄-Gras (wie Mais)
- Wuchshöhe 3 - 4 Meter
- Überwinterungsorgan: Rhizom
- Düngbedarf Stickstoff: 50 kg/ha *a
- Ernte März-April (Maishäcksler)
- <18 % Feuchte (lagerfähig)
- Erträge: 15 bis 25 t TM/ha+a

etwa **7.000 l HÄ/ha** (17,5 MJ/kg)



=> www.miscanthus.de

Umweltwirkungen



Energetische Nutzung:

- CO₂ neutral
- bis 7.000 l HÄ/ha

Stoffliche Nutzung:

- dauerhafte Bindung von 30 t CO₂ pro ha*a
- Minderung Energieverbrauch

unterirdisch:

Organische Substanz

Miscanthus: + 8,5 t/ha*a

Luzerne: + 6,5 t/ha*a

Switchgrass: + 5,8 t/ha*a

Gerste + Stroh: + 4,8 t/ha*a

Weizen -- Stroh: - 3,0 t/ha*a

Silomais: - 3,0 t/ha*a



Miscanthus-Genotypenpool am Campus Klein-Altendorf (seit 2002)



M. x giganteus



M. sacchariflorus



M. sinensis



M. robustus

=>Ziel: Qualitätsverbesserung

abhängig von

- Standort / Düngung
- Ernte / Erntetermin
- Herkunft

Miscanthus-Genotypenpool



Einfluss Genotyp



Einfluss Düngung





Herkünfte und ihre Erträge:



Miscanthus sinensis
2, 21, 25



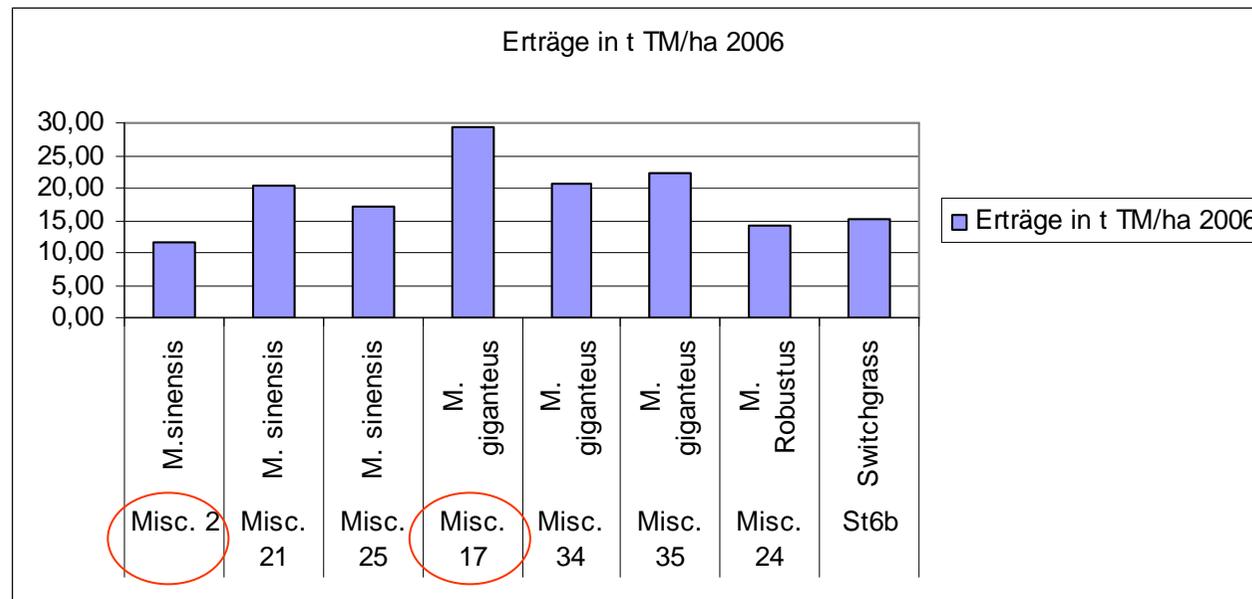
Miscanthus x giganteus 17, 35, 34



Miscanthus Robustus 24



Switchgrass *Panicum virgatum* Cave-in-Rock



Erträge Miscanthus Campus Klein-Altendorf, Pflanzung 2002 nach Pude (unveröffentlicht)



HT-Rotationsviskosimeter

Ascheschmelz-, Agglomerationsverhalten

- 1 g Probe in Zylinder
- Rampe 2 Grad/ Minute
- 200°C – 800°C

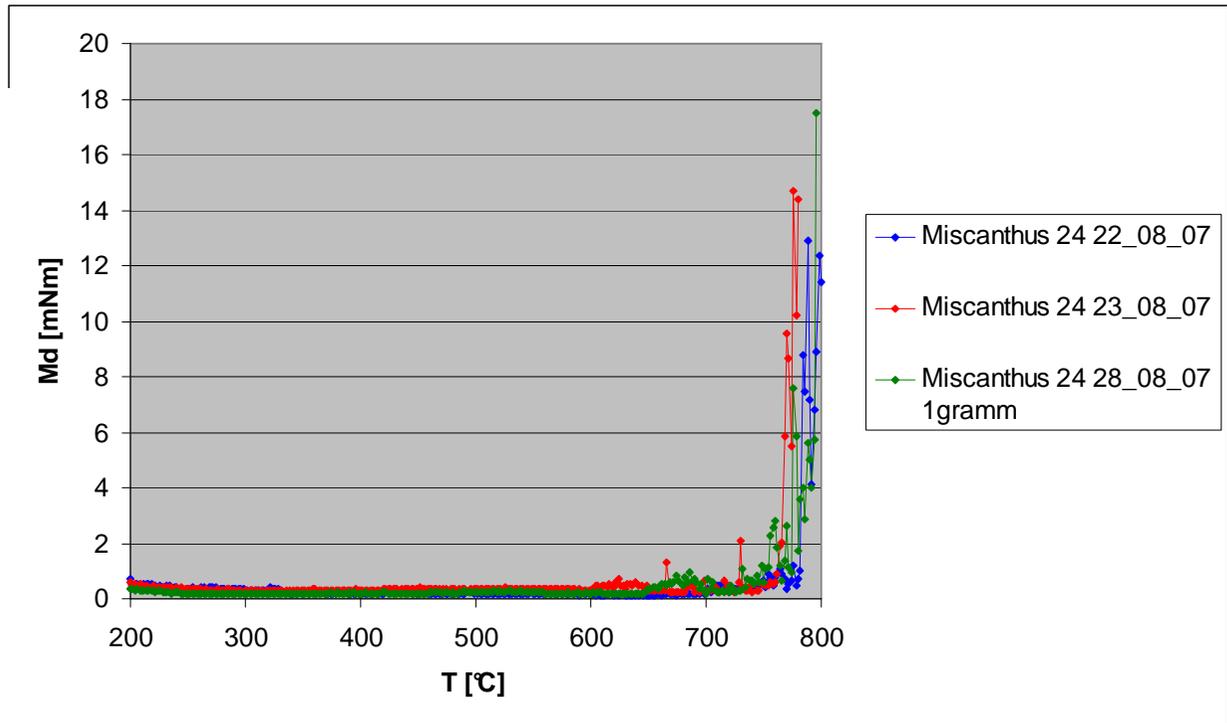
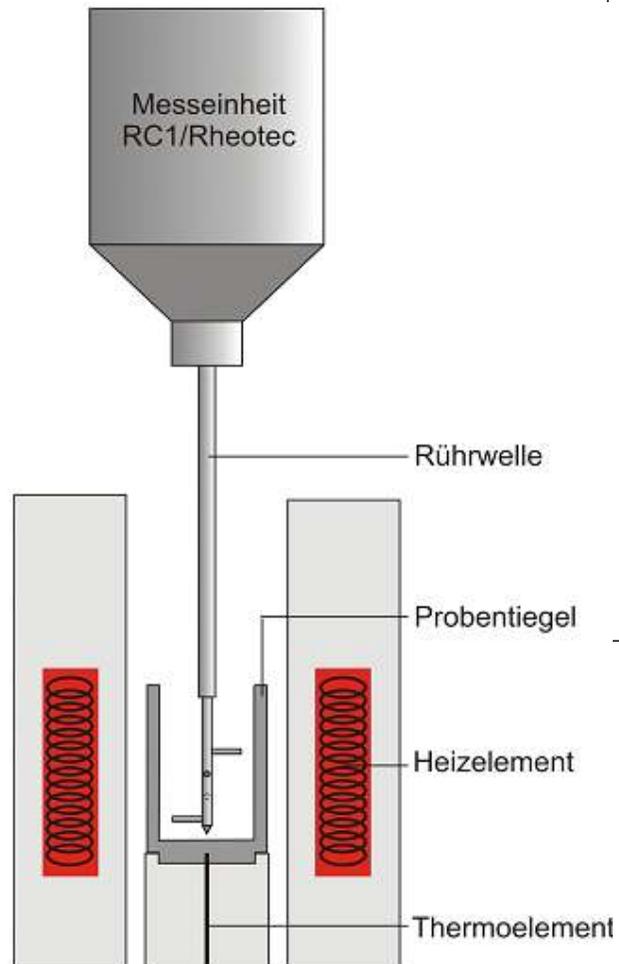
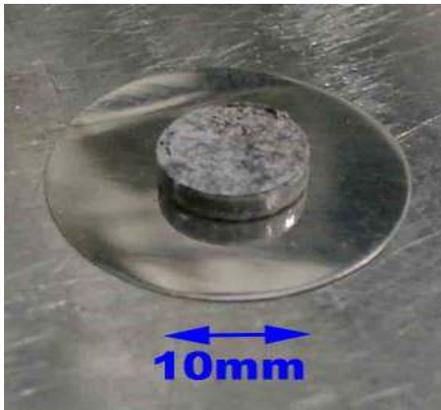


Diagramm HT Rotationsviskosimetrie Misc 24 550 °C
Asche

Erhitzungsmikroskopie

Erweichungstemperatur

- Zylinder gepresst 10x2 mm
- Bis auf 1200 °C
- Kamera mit Vergrößerung



Aschepressling vor Erhitzen



Ofen mit Kamera und Vergrößerung



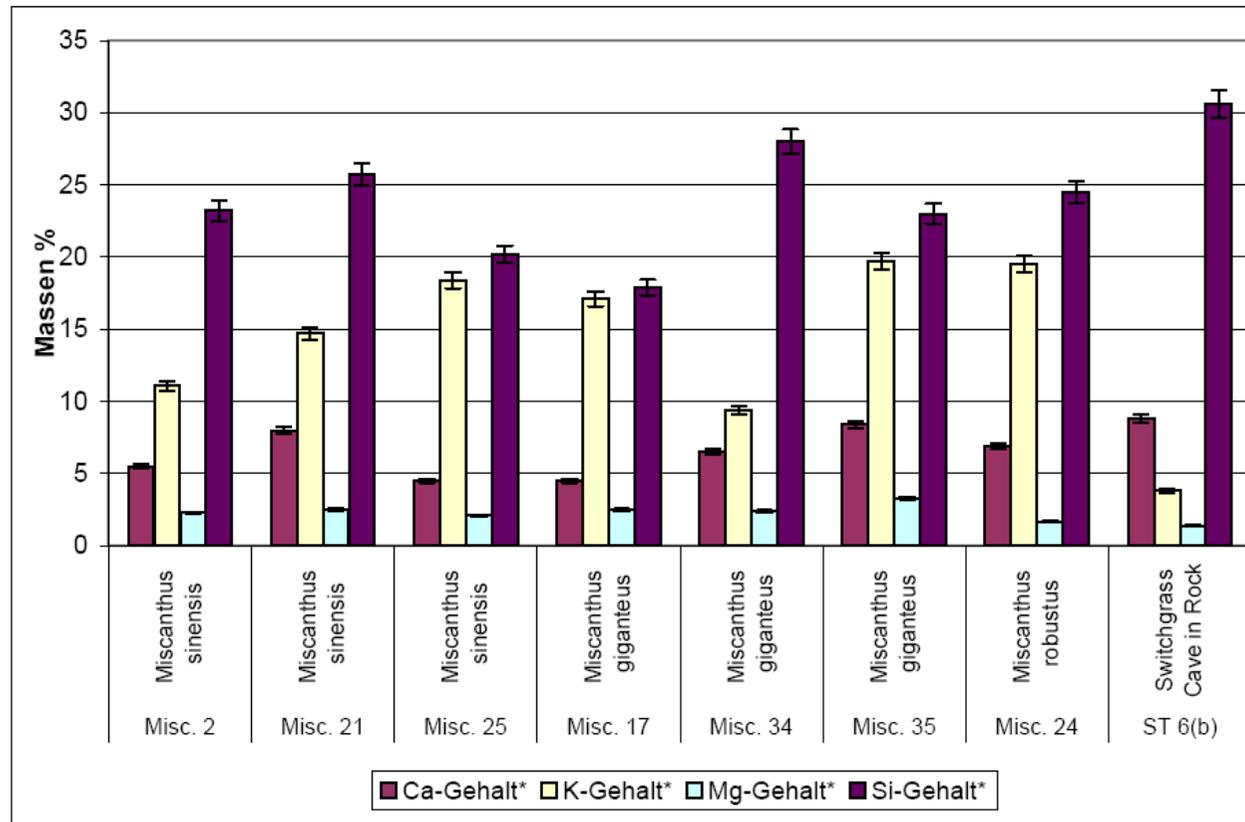
Aschepresslinge nach Erhitzen

Beispiel Ergebnis Erhitzungsmikroskopie



Erhitzen des Aschepresslings Misc 24 bis auf 1130 °C

Ascheanalyse:

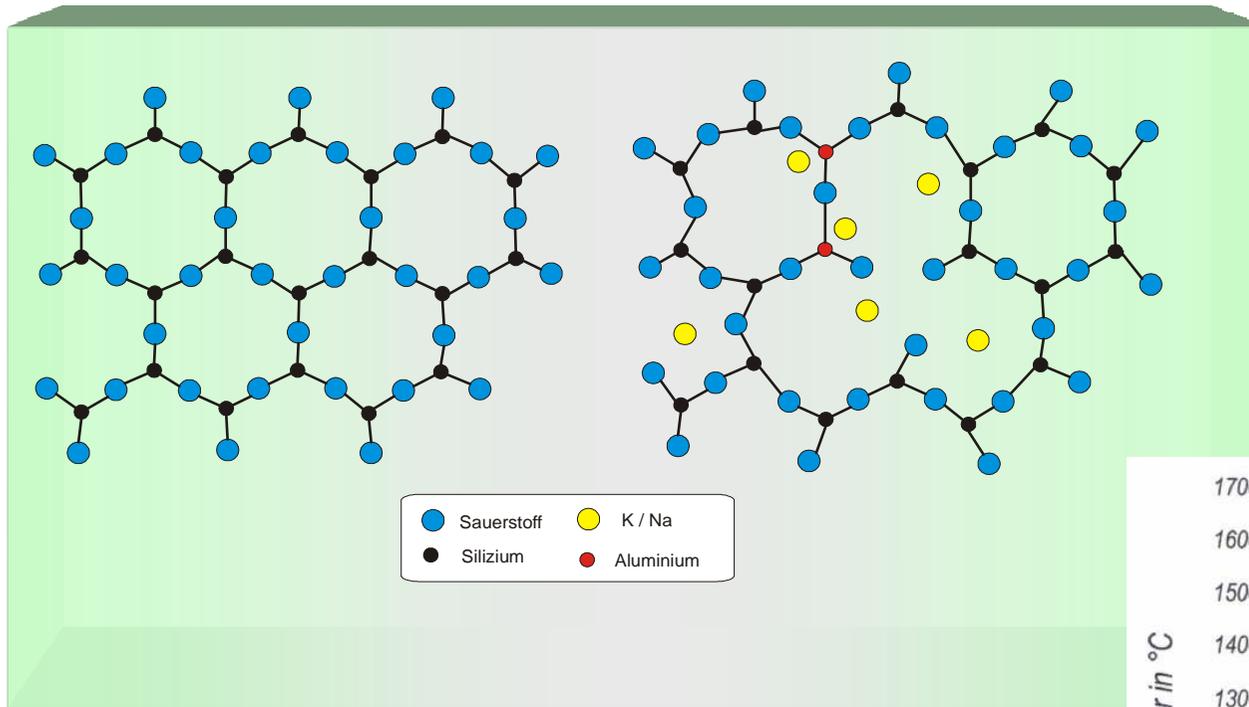


550°C-Ascheanalyse (Miscanthus/Switchgrass) der Elemente Ca, K, Mg und Si

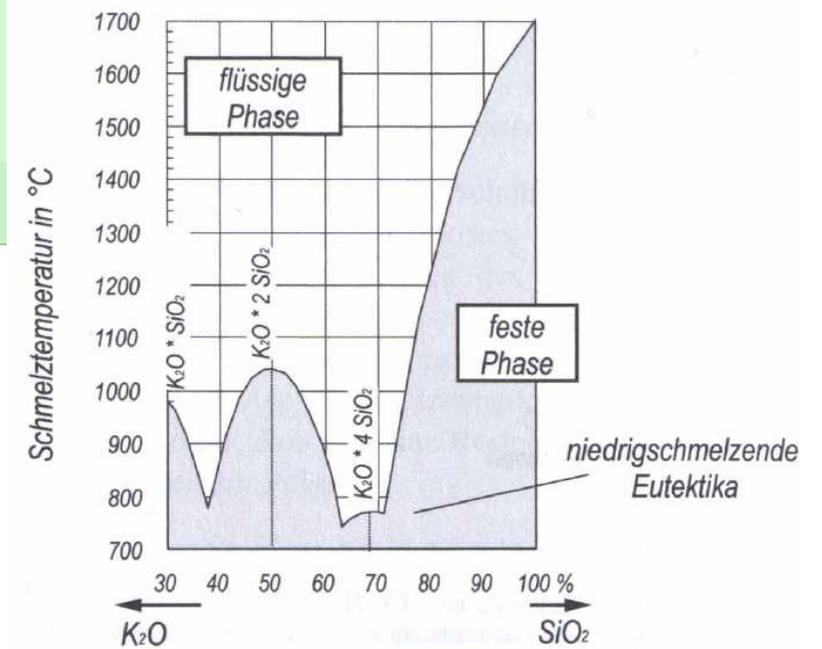
Probe	Aschegehalt [%] atro
Misc. 2 Misc. sinensis	2,6
Misc. 21 Misc. sinensis	3,7
Misc. 25 Misc. sinensis	4,0
Misc. 17 Misc. giganteus	3,1
Misc. 34 Misc. giganteus	2,3
Misc. 35 Misc. giganteus	1,9
Misc. 24 Misc. Robustus	2,8
ST 6b Switchgrass	5,8



Netzwerkwaner

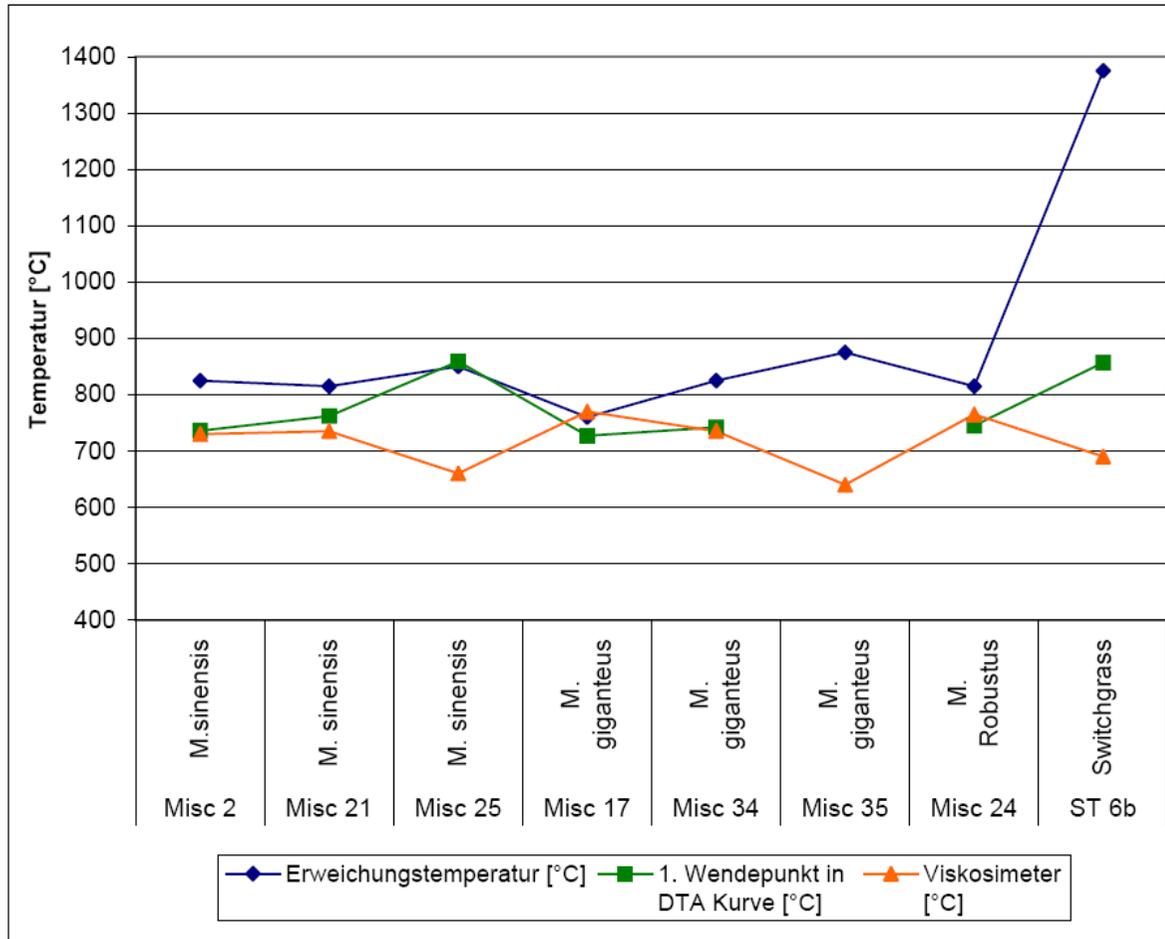


Links: Struktur eines SiO₂ Kristalls. (Erweichungstemperatur 1430 °C)
 Rechts: Silikatisches Glas/Schmelze mit Netzwerkwanern (Alkalien) und dem Netzwerkbildner Aluminium.



2-Phasendiagramm K/Si

Ergebnisse



gut



schlecht

Ergebnisse aus Erhitzungsmikroskopie, DTA und Viskosimeter

Anwendung in der Praxis: Bauen und Heizen



Lohnunternehmen
Freudiger,
Gals, CH



Fröling-Miscanthus-Heizung

