



Berichte aus dem TFZ

# Jahresbericht 2008



## **Jahresbericht 2008**





# Jahresbericht 2008

**Titel:** Jahresbericht 2008 des Technologie- und Förderzentrums  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

**Autoren der Beiträge:** Bernhard Widmann, Albrecht Roller, Maendy Fritz, Hans Hartmann,  
Edgar Remmele, Angela Lichtenegger, Roland Dindaß,  
Klaus Reisinger, Wolfgang Schwimmer, Klaus Thuneke, Peter Emberger  
(alle TFZ)

Bei den mit Autorennamen gekennzeichneten Beiträgen liegt die Verantwortung für den Inhalt bei den  
Autoren

© 2013  
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing

Alle Rechte vorbehalten.  
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers in irgendeiner Form  
reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder  
archiviert werden.

**ISSN:** 1614-1008

**Hrsg.:** Technologie- und Förderzentrum (TFZ)  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Schulgasse 18, 94315 Straubing

**E-Mail:** [poststelle@tfz.bayern.de](mailto:poststelle@tfz.bayern.de)  
**Internet:** [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

**Redaktion:** Wolfgang Schwimmer  
**Verlag:** Eigenverlag TFZ  
**Erscheinungsort:** Straubing  
**Erscheinungsjahr:** 2013  
**Gestaltung:** Wolfgang Schwimmer und jeweilige Autoren

**Fotonachweis:** Wolfgang Schwimmer, TFZ

## Vorwort

Bei Nachwachsenden Rohstoffen steht derzeit die energetische Nutzung für Wärme, Strom und Mobilität im Vordergrund. Bundesweit wurden im Jahr 2008 bereits 5,1 % des Primärenergiebedarfs aus Biomasse gedeckt; das entspricht umgerechnet über 20 Milliarden Litern Heizöl. Gleichzeitig wurden 7,6 % der Treibhausgasemissionen vermieden. Die Bioenergie leistet mit 73 % den bedeutendsten Beitrag aller erneuerbarer Energieträger, ermöglichte 11 Mrd. € Umsatz und sicherte 96.000 Arbeitsplätze. Die Hälfte der Bioenergie ist Holzenergie aus dem Wald, die andere Hälfte wird aus landwirtschaftlichen Reststoffen und Energiepflanzen bereitgestellt, wobei sich Energiepflanzen für Biokraftstoffe und für Biogas in etwa die Waage halten.



Als inzwischen ernst zu nehmende Branche ist die Bioenergie aber auch zunehmend der Kritik ausgesetzt. Die kontroverse Diskussion über die Bioenergie setzte sich im Jahr 2008 fort. Fragen der Flächenkonkurrenz für die Nahrungsmittel- und Energienutzung („Teller – Tank“), die potenzielle Rodung von Regenwäldern für den Anbau von Ölpflanzen zur Biokraftstoffproduktion und in diesem Zusammenhang eine intensive Debatte über den Nachweis der nachhaltigen Produktion prägten die öffentliche Diskussion in Fachkreisen und der Gesellschaft, die häufig recht unsachlich geführt wurde. Nicht bestätigt hat sich die in der öffentlichen Diskussion geäußerte Befürchtung, die Nutzung von Bioenergieträgern habe zum Anstieg der Agrarpreise geführt. Ohne Reduktion des Einsatzes von Bioenergie fielen die Agrarpreise auf ein niedrigeres Niveau als vor dem diskutierten Preisanstieg. Die seit 2007 eingeführte Quotenregelung und die Besteuerung von Biokraftstoffen in Deutschland ohne eine Unterkompensationsregelung hat in Verbindung mit den oben genannten Aspekten zu einem drastischen Absatzeinbruch biogener Kraftstoffe auf dem deutschen Markt und damit zur Stilllegung zahlreicher Produktionsanlagen geführt.

Unabhängig von den sich ändernden Rahmenbedingungen ist eine stetige Forschung für die Optimierung bestehender Bereitstellungs- und Nutzungsketten, aber auch zur Entwicklung neuer Verfahren und Produkte sowie eine zielgerichtete Förderung der Umsetzung marktfähiger Strategien und eine praxisorientierte Beratung erforderlich. Der vorliegende Jahresbericht fasst die Tätigkeit des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) auf diesem Gebiet im Jahr 2008 zusammen. Mehreren Tausend Besuchern am TFZ und auswärts konnten die Erkenntnisse aus der Arbeit vermittelt werden. Mein besonderer Dank gilt dabei den hoch motivierten und engagierten Beschäftigten des TFZ, die auch in diesem Jahr fundierte Arbeit in allen Bereichen geleistet haben.

*Bernhard Widmann*

Dr. Bernhard Widmann





## Inhaltsverzeichnis

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>  |  | <b>7</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>   |  | <b>11</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>   |  | <b>15</b> |
| <b>1 Aufgaben und Organisation des TFZ .....</b>   |  | <b>17</b> |
| 1.1 Aufgaben .....   |  | 17        |
| 1.2 Organisation .....   |  | 17        |
| 1.3 Weiterer Aufbau.....   |  | 20        |
| <b>2 Personelles .....</b>   |  | <b>21</b> |
| 2.1 Zu- und Abgänge.....   |  | 21        |
| 2.2 Gastwissenschaftler, Praktikanten .....  |  | 22        |
| <b>3 Biokraftstoffe – Fragen und Antworten .....</b>   |  | <b>23</b> |
| 3.1 Einführung.....  |  | 23        |
| 3.2 Ausgangssituation .....  |  | 24        |
| 3.3 Fragen und Antworten .....   |  | 25        |
| 3.4 Zusammenfassung.....   |  | 32        |
| 3.5 Begriffe.....  |  | 34        |
| <b>4 Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse.....</b>   |  | <b>37</b> |
| 4.1 <b>Forschungsthemen .....</b>  |  | <b>37</b> |
| 4.1.1 Sorghumhirse als Energie- und Rohstoffpflanze – Sortenscreening und Anbauszenarien .....                                     |  | 37        |
| 4.1.2 Anbautechnik Sorghumhirse – Ein Beitrag zur Diversifizierung des Energiepflanzenpektrums .....                               |  | 39        |
| 4.1.3 Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen.....   |  | 40        |
| 4.1.4 Langjährige Erhebungen bei verschiedenen Miscanthusherkünften auf drei Standorten Bayerns .....                              |  | 42        |
| 4.1.5 Austriebsverhalten von Rhizomabschnitten aus Miscanthus x giganteus in Abhängigkeit von Alter und Lage im Mutterrhizom ..... |  | 44        |
| 4.1.6 Eignung von Miscanthus x giganteus als biogassubstratliefernde Kultur.....   |  | 45        |
| 4.1.7 Demonstrationsanbau zur Beurteilung der Anbaueigenschaften verschiedener Pflanzenarten.....                                  |  | 46        |
| 4.2 <b>Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte .....</b>  |  | <b>47</b> |
| 4.2.1 Sorghumhirse als Energie- und Rohstoffpflanze - Sortenscreening und Anbauszenarien .....                                     |  | 47        |
| 4.2.2 Systemversuch zur Zweikulturnutzung.....   |  | 57        |
| 4.2.3 Eignung von Miscanthus x giganteus zur Biogaserzeugung.....  |  | 66        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>5</b>   | <b>Biogene Festbrennstoffe.....</b>  | <b>73</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Forschungsthemen .....</b>  | <b>73</b> |
| 5.1.1      | Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungen - Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten .....  | 73        |
| 5.1.2      | Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen für Getreide- und Strohbiomasse - Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten .....  | 74        |
| 5.1.3      | Bestimmung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren von Biomasse-Kleinfeuerungen am Prüfstand.....   | 75        |
| 5.1.4      | Bewertung kostengünstiger Staubabscheider für Einzelfeuerstätten .....   | 76        |
| 5.1.5      | Systementwicklung zur energetischen Nutzung von alternativen Pellets und Feuerungsanlagen (SYSTEMAP).....  | 77        |
| 5.1.6      | Begleitforschung für verbesserte europäische Festbrennstoffnormen (Pre-normative research on solid biofuels for improved European standards "BIONORM 2") .....   | 78        |
| 5.1.7      | Saubere Biomasseverbrennung in Zentralheizungsanlagen: Bestimmung der Partikelgrößen, Probennahme und physikochemisch-toxikologische Charakterisierung (Clean biomass combustion in residential heating: particulate measurements, sampling, and physicochemical and toxicological characterisation, ERA-NET BIOENERGY, Projekt "BioMass-PM")..... | 79        |
| 5.1.8      | Entwicklung von Prüfverfahren für die Nutzung von Nicht-Holzbiomasse in Kleinfeuerungen („Development of test methods for non-wood small-scale combustion plants“, Programm ERA-NET BIOENERGY) .....   | 80        |
| 5.1.9      | Projektunterstützung beim Aufbau eines Verfahrens zur Herstellung von Sekundärbiomasse ("Florafuel").....  | 81        |
| 5.1.10     | Fortentwicklung und Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) für 2007 und 2008 (Teilbereich kleine Biomassekessel bis 100 kW).....  | 82        |
| 5.1.11     | Überarbeitung und Aktualisierung des Fachbuches "Energie aus Biomasse" (Springer-Verlag).....  | 83        |
| 5.1.12     | Brennstoffdatenbank NAWARO für Onlineabfragen.....   | 84        |
| <b>5.2</b> | <b>Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte .....</b>  | <b>85</b> |
| 5.2.1      | Betreibereinflüsse auf die Feinstaubemissionen aus kleinen Holzfeuerungen .....  | 85        |
| 5.2.2      | Schnellbestimmung des Wassergehalts im Holzsplit .....   | 90        |
| <b>6</b>   | <b>Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe .....</b>   | <b>95</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Forschungsthemen .....</b>  | <b>95</b> |
| 6.1.1      | Koordinierung und wissenschaftliche Begleitung der Normung von Rapsölkraftstoff .....  | 95        |
| 6.1.2      | Prüfung der Eignung von Verfahren zur Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Erzeugung .....   | 96        |
| 6.1.3      | Additivierung von Rapsölkraftstoff - Projektphase 1: Auswahl der Additive und Überprüfung der Wirksamkeit .....  | 97        |
| 6.1.4      | Erstellung eines Manuskripts für ein Handbuch „Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen“ .....  | 98        |
| 6.1.5      | Einführung von Rapsölkraftstoff am Flughafen München .....   | 99        |
| 6.1.6      | Regionale Biokraftstoffberatung für die Land- und Forstwirtschaft in Bayern und Baden-Württemberg „Informationsinitiative Biotreibstoffe Süd“ – Projektphase 2 ...   | 100       |
| 6.1.7      | Regionale Biokraftstoffberatung für die Land- und Forstwirtschaft in Niedersachsen/Bremen, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Sachsen und Rheinland-Pfalz/Saarland sowie Betrieb des Internetportals www.biokraftstoff-portal.de (SBIO II) .....  | 101       |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 6.1.8      | Technologische Innovation und gesellschaftliche Verantwortung:<br>Herausforderungen der bayerischen Landwirtschaft bei der Bereitstellung von<br>Bioenergie angesichts des Klimawandels ..... | 102        |
| <b>6.2</b> | <b>Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte .....</b>   | <b>103</b> |
| 6.2.1      | Rapsölkraftstoff-Traktoren am Prüfstand und im Feldeinsatz – Ergebnisse einer<br>zweijährigen Untersuchung am TFZ Straubing und am LVFZ Kringell .....  | 103        |
| 6.2.2      | Dezentrale Ölgewinnung in Bayern .....  | 116        |
| <b>7</b>   | <b>Förderzentrum Biomasse .....</b>   | <b>125</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Fördermöglichkeiten im Bereich Nachwachsende Rohstoffe.....</b>  | <b>125</b> |
| 7.1.1      | Förderung von Biomasseheizwerken .....  | 125        |
| 7.1.2      | Förderung sonstiger Investitionsvorhaben zur energetischen Nutzung von<br>Biomasse .....  | 125        |
| 7.1.3      | Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.....   | 126        |
| <b>7.2</b> | <b>Projektbewilligungen 2008 .....</b>  | <b>126</b> |
| <b>7.3</b> | <b>Projektabschlüsse 2008.....</b>  | <b>129</b> |
| <b>7.4</b> | <b>Gesamtüberblick .....</b>  | <b>129</b> |
| <b>8</b>   | <b>Wissens- und Technologietransfer .....</b>   | <b>133</b> |
| <b>8.1</b> | <b>Schulungs- und Ausstellungszentrum für Nachwachsende Rohstoffe (SAZ).....</b>  | <b>133</b> |
| <b>8.2</b> | <b>Besucher am Technologie- und Förderzentrum.....</b>  | <b>135</b> |
| 8.2.1      | Fachagentur trifft Kompetenzzentrum – Der Geschäftsführer der Fachagentur<br>Nachwachsende Rohstoffe zu Besuch .....  | 135        |
| 8.2.2      | Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz<br>besucht das Kompetenzzentrum.....  | 136        |
| 8.2.3      | Regierungspräsident von Niederbayern zu Besuch.....   | 136        |
| 8.2.4      | Die Junge Union informiert sich über Biokraftstoffe.....  | 137        |
| 8.2.5      | Zusammenfassung der Besucher am Technologie- und Förderzentrum (Auswahl) ....   | 138        |
| <b>8.3</b> | <b>Veranstaltungen .....</b>  | <b>139</b> |
| 8.3.1      | „Herausforderung Biokraftstoffe“ – Internationaler Workshop von FAD und TFZ<br>zu Biokraftstoffen in Straubing.....   | 139        |
| 8.3.2      | Workshop zur Energiehirse am Technologie- und Förderzentrum .....   | 140        |
| 8.3.3      | Tag der offenen Tür am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe am<br>Samstag, 11.10.2008 .....   | 141        |
| 8.3.4      | Seminar „Wärmegewinnung aus Biomasse“ und Ausstellung „Biomasseheizung“<br>des TFZ .....  | 142        |
| 8.3.5      | Informationsveranstaltung „Rapsölkraftstoff und Biodiesel in der<br>Landwirtschaft“ .....   | 145        |
| 8.3.6      | Mitwirkung an Veranstaltungen 2008 (Zusammenfassung) .....  | 148        |
| <b>8.4</b> | <b>Beteiligung an Messen und Ausstellungen .....</b>  | <b>149</b> |
| 8.4.1      | Das TFZ auf dem Keferloher Montag.....  | 149        |
| 8.4.2      | Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest (ZLF) .....   | 150        |
| 8.4.3      | Gemeinsamer Informationsstand auf der „Straubinger Schranne“ am 21.09.2008 .....  | 151        |
| 8.4.4      | oils+fats im M.O.C.-Veranstaltungscenter in München .....   | 152        |
| 8.4.5      | Beteiligung an Messen und Ausstellungen 2008 (Zusammenfassung).....   | 153        |
| <b>8.5</b> | <b>Internetauftritt des TFZ.....</b>  | <b>153</b> |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>9</b>    | <b>Veröffentlichungen, Vorträge, Fernseh- und Rundfunkbeiträge.....</b>            | <b>155</b> |
| <b>9.1</b>  | <b>Veröffentlichungen 2008.....</b>  | <b>155</b> |
| <b>9.2</b>  | <b>Vorträge .....</b>  | <b>162</b> |
| <b>9.3</b>  | <b>Die Schriftenreihe - Berichte aus dem TFZ.....</b>                              | <b>162</b> |
| <b>9.4</b>  | <b>Abgeschlossene Dissertationen, Diplom- und Semesterarbeiten etc. ....</b>       | <b>164</b> |
| <b>9.5</b>  | <b>Fernseh- und Rundfunkbeiträge .....</b>   | <b>164</b> |
| <b>10</b>   | <b>Mitarbeit in Gremien .....</b>  | <b>167</b> |
| <b>11</b>   | <b>Kooperationen und Kooperationspartner .....</b>                                 | <b>169</b> |
| <b>11.1</b> | <b>Kooperationspartner .....</b>   | <b>169</b> |
| <b>11.2</b> | <b>Liste der Ausstellungspartner des TFZ.....</b>                                  | <b>171</b> |
| <b>12</b>   | <b>Information about the Centre of Competence for Renewable<br/>Resources.....</b> | <b>175</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Abbildung 1:  | Organisationsstruktur des Technologie- und Förderzentrums .....  | 18  |
| Abbildung 2:  | Monatstemperatursummen während der Vegetationsperiode von Sorghum in den 3 Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel.....  | 49  |
| Abbildung 3:  | Ertragsleistung der Sorghum- und Maisreferenzsorten im Sortenscreening. Das schwarze Rechteck markiert den angestrebten Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollten.....  | 52  |
| Abbildung 4:  | Methanausbeuten von 20 verschiedenen Sorghumsorten aus dem Erntejahr 2007 .....  | 56  |
| Abbildung 5:  | Dreijähriges Mittel der Trockenmasse-Erträge der verschiedenen Kulturen und Sorten bzw. Zuchtstämme (A und B) im Hauptfruchtanbau mit Zwischenfrucht Senf; dargestellt ist das arithmetische Mittel der drei Versuchsjahre mit dem Standardfehler der Jahre..... | 61  |
| Abbildung 6:  | Dreijähriges Mittel der Trockenmasse-Erträge der verschiedenen Kulturen in der Zweikultur-Nutzung; dargestellt ist das arithmetische Mittel der drei Versuchsjahre mit dem Standardfehler der Jahre.....   | 62  |
| Abbildung 7:  | Trockensubstanzgehalte der verschiedenen Kulturen im Hauptfruchtanbau und in der Zweikulturnutzung im Mittel der drei Versuchsjahre mit Minimal- und Maximalwerten; innerhalb der Kästchen liegen 50 % der Werte .....   | 64  |
| Abbildung 8:  | Erntezeitpunkte im Versuch: normaler Schnittzeitpunkt im Folgejahr des Aufwuchses und früherer Schnittzeitpunkt zur Gewinnung grüner Biomasse für die Nutzung als Biogassubstrat.....  | 68  |
| Abbildung 9:  | Wuchshöhen dreier Schnittvarianten bei <i>Miscanthus x giganteus</i> .....   | 69  |
| Abbildung 10: | Trockenmasseerträge unter folgenden Schnittregimen: Var. 1 = Sommerschnitt 2006 und reguläre Ernte 2008, Var. 2 = Sommerschnitte 2006 und 2007, Var. 3 = reguläre Ernte 2006 und 2007 .....  | 70  |
| Abbildung 11: | Staubemissionen und Korngrößenverteilung verschiedener Holzfeuerungen (n: Anzahl Messungen) .....  | 86  |
| Abbildung 12: | Staubemissionen eines Scheitholzkessels bei verschiedenen Brennstoffwassergehalten (n: Anzahl Messungen).....  | 87  |
| Abbildung 13: | Staubemissionen eines Kaminofens bei verschiedenen Scheitgrößen (n: Anzahl Messungen).....   | 88  |
| Abbildung 14: | Staubemissionen eines Kachelofeneinsatzes bei verschiedenen Brennstoffmengen (n: Anzahl Messungen).....  | 89  |
| Abbildung 15: | Messgeräte zur Schnellbestimmung des Wassergehaltes nach dem dielektrischen Messprinzip (oben) bzw. über elektrische Leitfähigkeitsmessung mit Einstechnadeln (unten) oder Einschlagelektroden (rechts) .....  | 91  |
| Abbildung 16: | Kraftstoffgehalt im Motoröl in Abhängigkeit von den Motorölbetriebsstunden bei mehreren Motorölfüllungen .....   | 105 |

---

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| Abbildung 17: | Kinematische Viskosität von Motorölproben des Fendt Farmer Vario 412 bei mehreren Motorölfüllungen (grau hinterlegt: Viskositätsklasse des Frischöls).....                          | 106 |
| Abbildung 18: | Häufigkeitsverteilung von Motorlaststufen des Deutz-Fahr TTV 1160 über ca. 1085 Bh.....   | 108 |
| Abbildung 19: | Häufigkeitsverteilung der Kraftstofftemperatur im Tank des Deutz-Fahr TTV 1160 über ca. 605 Bh.....   | 109 |
| Abbildung 20: | Ablagerungen an Einspritzdüse von Zylinder 5 des Deutz-Fahr TTV 1160 nach 903 Bh (links) und von Zylinder 1 des Fendt Vario 412 nach 2653 Bh (rechts).....                          | 110 |
| Abbildung 21: | Spritzbild der Einspritzdüse von Zylinder 5 des Deutz-Fahr TTV 1160 nach 903 Bh (links) und Zylinderwand mit Honriefen und Feuersteg sowie Ventilteller nach 1500 Bh (rechts) ..... | 110 |
| Abbildung 22: | Zapfwellenleistung und Drehmoment des Fendt Farmer Vario 412 mit Diesel und Rapsölkraftstoff.....   | 111 |
| Abbildung 23: | Spezifischer Kraftstoffverbrauch des Fendt Farmer Vario 412 .....   | 112 |
| Abbildung 24: | Abgasemissionen des Fendt Farmer Vario 412 (Stufe I) mit Rapsöl- und Dieselkraftstoff bei mehreren Messungen.....   | 113 |
| Abbildung 25: | Abgasemissionen des Deutz-Fahr TTV 1160 (Stufe II) mit Rapsöl- und Dieselkraftstoff bei mehreren Messungen.....   | 113 |
| Abbildung 26: | Fendt Farmer Vario 412 und Deutz-Fahr Agrotron TTV 1160 (Foto: Sporrer) .....   | 115 |
| Abbildung 27: | Fendt Farmer Vario 412 (Foto: Sporrer).....   | 115 |
| Abbildung 28: | Standorte der Befragung (links) und Standorte aller Ölgewinnungsanlagen (rechts) in Bayern .....  | 116 |
| Abbildung 29: | Anteil der installierten Ölpresen verschiedener Hersteller und deren Anteil an der Gesamtverarbeitungskapazität in Bayern .....   | 118 |
| Abbildung 30: | Verwendungszweck des im Jahr 2006 in dezentralen Ölmühlen erzeugten Öls in Bayern und deutschlandweit.....  | 119 |
| Abbildung 31: | Vom TFZ im Zeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2008 in Bayern geförderte Biomasseheiz(kraft)werk .....  | 131 |
| Abbildung 32: | Aufteilung der vom TFZ geförderten Biomasseheiz(kraft)werke auf die Regierungsbezirke .....   | 132 |
| Abbildung 33: | Besuch der Leitungskonferenz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Schulungs- und Ausstellungszentrum.....  | 133 |
| Abbildung 34: | Der große Vortragssaal im Obergeschoss des Schulungs- und Ausstellungszentrums (SAZ) .....  | 134 |
| Abbildung 35: | Dr.-Ing. Andreas Schütte (fünfter von rechts), Geschäftsführer der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) mit Vertretern des Kompetenzzentrums.....                         | 135 |

---

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Abbildung 36: | Von links: Dr. Bernhard Widmann (TFZ), Dr. Max Lehmer (MdB), Werner Döller (C.A.R.M.E.N. e.V.), MinDirig Clemens Neumann (BMELV), MinRin Dr. Katharina Böttcher (BMELV), Prof. Dr. Klaus Menrad (WZS), MR Dr. Rupert Schäfer (STMELF) und Arnold Multerer (WZS)..... | 136 |
| Abbildung 37: | Dr. Bernhard Widmann, Leiter des TFZ, erläutert dem Regierungspräsidenten von Niederbayern, Heinz Grunwald, den Feuerungsprüfstand des Technikums .....  | 137 |
| Abbildung 38: | Vorne im Bild (von links) Werner Döller, Geschäftsführer von C.A.R.M.E.N. e.V., Landesvorsitzender der Jungen Union Bayern MdB Stefan Müller, Kreisvorsitzender der Jungen Union Straubing Michael Hien und Dr. Bernhard Widmann, Leiter des TFZ .....               | 138 |
| Abbildung 39: | Dr. Klaus Thuncke, stellvertretender Sachgebietsleiter Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe, erläutert am Prüfstand im Technikum des TFZ die Vorgehensweise bei der Analyse von Rapsöl als Kraftstoff .....   | 140 |
| Abbildung 40: | Zahlreiche Besucher nutzten den Tag der offenen Tür für einen Blick auf die Versuchsaufbauten im Technikum des TFZ.....  | 142 |
| Abbildung 41: | Ausstellung „Biomasseheizung“ am TFZ Straubing.....  | 144 |
| Abbildung 42: | Entwicklung der jährlichen Besucherzahlen seit 2003.....   | 145 |
| Abbildung 43: | Landwirte aller Altersstufen interessierten sich für die rapsölbetriebenen Traktoren .....   | 150 |
| Abbildung 44: | Dr. Edgar Remmele erläutert der südafrikanischen Landwirtschaftsministerin Lulama Xingwana (rechts) die Vorteile von Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft.....   | 151 |
| Abbildung 45: | Der bayerische Landwirtschaftsminister Josef Miller (3. v.l.) am Stand des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe auf der Straubinger Schranne .....  | 152 |
| Abbildung 46: | Modell eines rapsöltauglichen Motors der Firma Deutz AG .....  | 153 |
| Abbildung 47: | Zugriffszahlen auf die TFZ Internetseite im Zeitraum 12/2003 bis 12/2008.....  | 154 |
| Abbildung 48: | Die Schriftenreihe „Berichte aus dem TFZ“ kann man sich auch im Internet downloaden .....  | 164 |





## Tabellenverzeichnis

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 1:  | Verwendete Hirsearten und Sorten im Produktionstechnikversuch.....  | 50  |
| Tabelle 2:  | Ertragsparameter vielversprechender Sorghumsorten aus dem<br>Sortenscreening in Straubing sowie Ertragsspannen von Mais am gleichen<br>Standort .....   | 51  |
| Tabelle 3:  | Trockenmasseertrag der Sorten Susu und Sucrosorgo 506 in Abhängigkeit<br>von der Saatstärke (Mittel über Stickstoffdüngung und Reihenweiten) .....  | 54  |
| Tabelle 4:  | Trockenmasseertrag der im Jahr 2008 getesteten Sorten in Abhängigkeit<br>von der Saatstärke (Mittel über Stickstoffdüngung bei Reihenweite 37,5<br>cm).....   | 55  |
| Tabelle 5:  | Varianten im Systemversuch zur Zweikultur-Nutzung.....  | 59  |
| Tabelle 6:  | Übersicht der Sorten und Saatmengen im Systemversuch zur Zweikultur-<br>Nutzung; bei Vergleich von zwei Sorten bzw. Zuchtstämmen werden die<br>einzelnen Prüfglieder mit A und B bezeichnet.....                                      | 60  |
| Tabelle 7:  | Berechnete spezifische Methanausbeuten der verschiedenen Kulturen<br>(dargestellt ist jeweils Sorte A) im Hauptfruchtanbau und in der<br>Zweikulturnutzung im Mittel der drei Versuchsjahre mit Varianzkoeffizient .....              | 65  |
| Tabelle 8:  | Merkmale der untersuchten Messgeräte und gemessene Genauigkeit,<br>dargestellt als Mittelwert der relativen Abweichungen des Wassergehaltes<br>w aller Schnellbestimmungswerte (bezogen auf den Referenzmesswert in<br>Prozent) ..... | 92  |
| Tabelle 9:  | Daten der Traktoren .....   | 104 |
| Tabelle 10: | Kontinuierlich erfasste Messgrößen am Deutz-Fahr TTV 1160.....  | 107 |
| Tabelle 11: | Lagerkapazitäten für Pflanzenöl.....  | 118 |
| Tabelle 12: | Lagerkapazitäten für Presskuchen.....   | 118 |
| Tabelle 13: | Entfernungen Saatanlieferung, Öl- und Presskuchenlieferung bayerischer<br>Ölmühlen.....   | 120 |
| Tabelle 14: | Entfernungen Saatanlieferung, Öl- und Presskuchenlieferung dezentraler<br>Ölmühlen deutschlandweit .....  | 120 |
| Tabelle 15: | Einschätzung des Absatzes der Ölmühlenbetreiber in Bayern und<br>Deutschland.....   | 122 |
| Tabelle 16: | Zusammenfassung wichtiger Daten für die im Zeitraum vom 01.07.2001<br>bis 31.12.2008 vom TFZ bewilligten Projekte.....  | 130 |
| Tabelle 17: | Besucher am Technologie- und Förderzentrum 2008 (Auswahl) .....   | 138 |
| Tabelle 18: | Zusammenfassende Übersicht der Beteiligungen an Messen und<br>Ausstellungen .....   | 153 |
| Tabelle 19: | Berichte aus dem TFZ – bis einschließlich 2008 erschienen .....   | 163 |
| Tabelle 20: | Diplomarbeiten.....   | 164 |

|             |                        |     |
|-------------|------------------------|-----|
| Tabelle 21: | Fernsehbeiträge .....  | 164 |
| Tabelle 22: | Rundfunkbeiträge ..... | 165 |

# 1 Aufgaben und Organisation des TFZ

## 1.1 Aufgaben

Das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) ist eine direkt dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten nachgeordnete Institution und hat seit 2001 seinen Sitz im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing.

Im TFZ wurden erfahrene Arbeitsgruppen der angewandten Forschung im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe, die sich seit 1973 bzw. 1982 an den früheren Landesanstalten für Landtechnik bzw. für Bodenkultur und Pflanzenbau in Weihenstephan mit diesem Fachgebiet beschäftigen, zusammengeführt und durch das Förderzentrum Biomasse ergänzt, das Aufgaben des Fördervollzugs für das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten wahrnimmt. Weitere Informationen zur Geschichte des TFZ finden sich im Internet unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) („Über uns“ - „Historie“).

Aufgabe des Technologie- und Förderzentrums ist es, die Bereitstellung und Nutzung von Energieträgern und Rohstoffen aus Erntegütern und Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft (Nachwachsende Rohstoffe) durch anwendungsorientierte Forschung, Technologie- und Wissenstransfer sowie durch die staatliche Förderung von Projekten voranzubringen.

Die Tätigkeit erstreckt sich insbesondere auf:

- die Weiterentwicklung der Produktionstechnik und der Anbausysteme für Energie und Rohstoffpflanzen sowie deren züchterischer Bearbeitung durch Exaktversuche und Modellvorhaben,
- die Weiterentwicklung und Erprobung von Technologien und Verfahren zur Bereitstellung und Nutzung nachwachsender Energieträger und Rohstoffe vor allem im ländlichen Raum durch Labor-, Technikums- und Pilotvorhaben in den Bereichen biogene Festbrennstoffe sowie biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe,
- die Fachberatung von Landwirtschaft, Unternehmen, Politik und Administration,
- die Demonstration, Ausstellung und Schulung sowie
- die Bewilligung von Fördermaßnahmen für die energetische und stoffliche Nutzung von Biomasse.

## 1.2 Organisation

Das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) gliedert sich in fünf Sachgebiete, ergänzt um die Geschäftsstelle des Forschungsnetzwerks Biogene Kraftstoffe (ForNeBiK) (siehe Organigramm in Abbildung 1, Stand 01.12.2008).

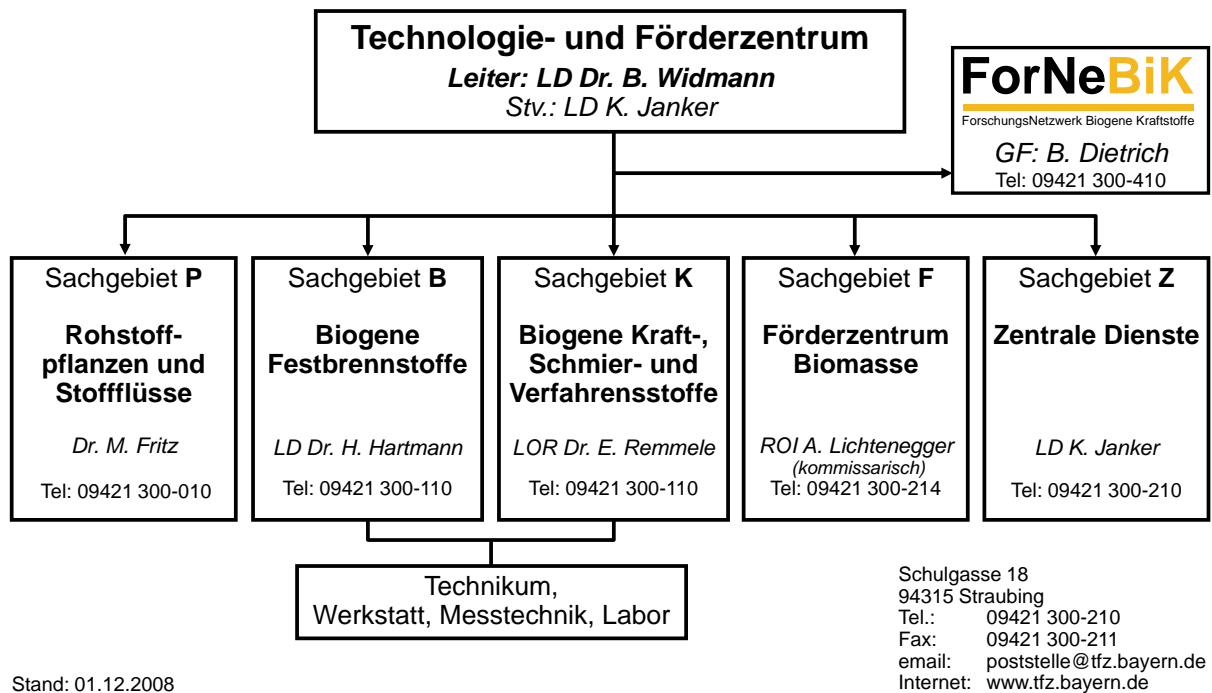


Abbildung 1: Organisationsstruktur des Technologie- und Förderzentrums

Die Finanzierung des Technologie- und Förderzentrums erfolgt neben dem staatlichen Haushalt zusätzlich aus Forschungsmitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten, weiterer Länderministerien sowie des Bundes, der Europäischen Union und der Industrie.

Zum 31.12.2008 waren am Technologie- und Förderzentrum 56 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter tätig (siehe nachfolgende Liste), sechs mehr als zum Ende des Vorjahres. Seit Anfang 2003 hat sich damit der Personalbestand des TFZ von damals 27 Mitarbeitern gut verdoppelt. Durch eine erfolgreiche Akquisition von Forschungsmitteln konnten im Laufe der Jahre neben den vorhandenen 26 Planstellen zusätzliche befristete Arbeitsplätze geschaffen werden.

| Name  | Funktion / Aufgabengebiet              |
|---|--|
| Widmann Bernhard, Dr., LD                     | Leiter des TFZ                         |
| Späth Andrea, VAe                             | Leitungssekretärin                     |
| Kügler Claudia, VAe                           | Leitungssekretärin                     |
| Bielmeier Sandra, VAe                         | Telefonzentrale, Registratur           |
| Wolfgang Schwimmer                            | Beauftragter für Öffentlichkeitsarbeit |
| <b>SG P: Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse</b> |  |
| Fritz Maendy, Dr., SGL                        | Leiterin des Sachgebietes              |
| Deiglmayr Kathrin, Dr., wiss. Mitarb.         | Energiepflanzenanbau                   |
| Formowitz Beate, wiss. Mitarb.                | Energiepflanzenanbau                   |
| Roller Albrecht, Dr., wiss. Mitarb.           | Energiepflanzenanbau                   |

|  |  |
|--|--|
| Heimler Franz, LA  | Technischer Leiter Versuchswesen           |
| Sötz Benno, LHS  | Feldversuchswesen                          |
| Aigner Alois, TA   | Parzellenversuchswesen                     |
| Kandler Michael, LTA                                       | Parzellenversuchswesen                     |
| Krinner Markus, TA   | Parzellenversuchswesen                     |
| Loher Christian, TA  | Parzellenversuchswesen                     |
| Sennebogen Josef, TA                                       | Parzellenversuchswesen                     |
| Wiesent Stefan, TA   | Parzellenversuchswesen                     |
| Lummer Heide, TAe  | Parzellenversuchswesen                     |
| Eidenschink Ilka, VAe                                      | Sekretariat                                |
| <b>SG B: Biogene Festbrennstoffe</b>                       |  |
| Hartmann Hans, Dr., LD                                     | Leiter des Sachgebietes                    |
| Turowski Peter, wiss. Mitarb.                              | Stellv. Leiter des Sachgebietes            |
| Roßmann Paul, wiss. Mitarb.                                | Feuerungstechnische Untersuchungen         |
| Hinterreiter Stefan, wiss. Mitarb.                         | Brennstoffcharakterisierung                |
| Kiener Susanne, wiss. Mitarb.                              | Emissionsminderung                         |
| Rist Elisabeth, wiss. Mitarb.                              | Feuerungstechnische Untersuchungen         |
| Marks Alexander, TA  | Messtechnik Feuerungsprüfstand             |
| Dadlhuber Rainer, TA                                       | Versuchstechnik Feuerungsprüfstand         |
| Winter Stephan, TA   | Versuchstechnik Feuerungsprüfstand         |
| Scherle Michaela, VAe                                      | Sekretariat                                |
| <b>SG K: Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe</b> |  |
| Remmele Edgar, Dr., LOR                                    | Leiter des Sachgebietes                    |
| Thuncke Klaus, wiss. Mitarb.                               | Stv. SGL, Motoren- und Schmierstofftechnik |
| Kastl Johannes, wiss. Mitarb.                              | Kraftstoffqualität                         |
| Witzelsperger Josef, wiss. Mitarb.                         | Dezentrale Ölsaatenverarbeitung            |
| Uhl Anne, TAe  | Dezentrale Ölsaatenverarbeitung            |
| Emberger Peter, TA   | Versuchstechnik                            |
| Gassner Thomas, TA   | Versuchstechnik                            |
| Fleischmann Roland, TA                                     | Versuchswesen                              |
| Kießlinger Thomas, TA                                      | Versuchstechnik                            |
| Haas Rita  | Auswertung, Internet                       |
| Meyer Jakob, TA  | Technik                                    |
| Siedersbeck Petra, VAe                                     | Sekretariat                                |
| Übergreifend SG B und K                                    |  |
| Reisinger Klaus, TA  | Technologieberatung                        |
| Plankl Sonja, TAe  | Labor                                      |
| Kießlinger Thomas, TA                                      | Mechanische Werkstatt                      |
| Winter Stephan, TA   | Elektronische Werkstatt                    |
| <b>SG F: Förderzentrum Biomasse</b>                        |  |
| Lichtenegger Angela, ROI                                   | Kommiss. Leiterin des Sachgebietes         |

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Dindaß Roland, LA             | Sachbearbeiter Förderung       |
| Faltl Sonja, VAe              | Sekretariat                    |
| Murrer Gudrun, VAe            | Sekretariat                    |
| <b>SG Z: Zentrale Dienste</b> |                                |
| Janker Karl, LD               | Leiter des Sachgebietes        |
| Schnek Herbert, VA            | Bibliothekswesen, Organisation |
| Kammermeier Claudia, VAe      | Sekretariat, Verwaltung        |
| Schiergl Rita, VAe            | Sekretariat, Verwaltung        |
| Wiesner Edith, VAe            | IT-Betreuung                   |
| Berier Rudolf, VA (mit VHS)   | Hausmeister                    |
| <b>ForNeBiK</b>               |                                |
| Dietrich Björn, wiss. Angest. | Geschäftsführer                |
| Scherl Roswitha, VAe          | Sekretariat, Verwaltung        |
| Siedersbeck Petra, VAe        | Sekretariat, Verwaltung        |

### 1.3 Weiterer Aufbau

Der zweite Bauabschnitt für das TFZ mit einem Finanzvolumen von ca. 6 Mio. €, der am 08.12.2006 begonnen wurde, umfasst Forschungsgewächshäuser, einen Betriebshof sowie zwei Außenlager und eine Fahrzeugunterstellhalle und soll im Laufe des Jahres 2009 fertiggestellt werden. Unter diesen Bauten wurde zunächst von der Stadt Straubing eine Tiefgarage mit gut 90 Stellplätzen errichtet und am 02.07.2008 in Betrieb genommen; sie ist auch für die Öffentlichkeit nutzbar. Der Freistaat Bayern beteiligte sich an den Gesamtkosten für die Tiefgarage in Höhe von gut 2 Mio. € mit einem Teilbetrag von 1,2 Mio. € (davon 0,7 Mio. € aus dem Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten). Die Stadt Straubing übernahm die restlichen Kosten.

Seit Dezember 2007 betreibt das TFZ ein hackschnitzelbetriebenes Biomasseheizwerk mit einer Wärmeleistung von 1,2 MW unter dem Technikum, welches das Gesamtareal des Kompetenzzentrums mit Wärmeenergie versorgt.

## **2 Personelles**

### **2.1 Zu- und Abgänge**

#### **Ausgeschiedene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:**

Dr. Christoph Rappold (31.01.2008, Abordnung StMELF)

Ina Sohrev (17.02.2008)

Nikol Klinnert (31.03.2008)

Elke Dierl (geb. Pflügl) (30.04.2008)

Herbert Sporrer (30.04.2008, kommunales Wahlamt)

Frank Ellner-Schuberth (30.06.2008)

Brigitte Köhler (30.06.2008)

#### **Neuzugänge:**

Leitungsbüro:

Wolfgang Schwimmer (ab 10.06.2008, Vertretung für kommunales Wahlamt)

Sachgebiet P:

Brigitte Köhler (ab 01.04.2008, Drittmittel)

Christian Loher (ab 01.04.2008, Drittmittel)

Dr. Kathrin Deiglmayr (ab 20.04.2008, Drittmittel)

Beate Formowitz (ab 08.09.2008, Drittmittel)

Josef Sennebogen (ab 15.10.2008, Drittmittel)

Sachgebiet B:

Susanne Kiener (ab 14.07.2008, Wiss., Drittmittel)

Michaela Scherle (ab 01.08.2008, 0,5 Planstelle)

Elisabeth Rist (ab 01.10.2008, Drittmittel)

Sachgebiet K:

Sonja Plankl (ab 01.02.2008, Elternzeitvertretung)

Johannes Kastl (ab 11.02.2008, Drittmittel)

Jakob Meyer (ab 01.03.2008, Drittmittel)

## 2.2 Gastwissenschaftler, Praktikanten

| <b>Praktikanten</b> |                          |                     |
|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Name                | Schule                   | Zeitraum            |
| Karin Nürnberger    | TU-München Weihenstephan | 10.03. - 04.04.2008 |
| Christian Nothaft   | Fachhochschule Ansbach   | 01.04. - 28.08.2008 |



### 3 Biokraftstoffe – Fragen und Antworten

Dr. Bernhard Widmann, Dr. Edgar Remmele

#### 3.1 Einführung

Biokraftstoffe werden in der letzten Zeit heftig diskutiert. Dabei werden häufig außerordentlich komplexe Zusammenhänge in den Medien stark vereinfachend wiedergegeben und auf wenige überwiegend negative Schlagzeilen, wie „Biokraftstoffe forcieren den Hunger in der Welt“, „Biokraftstoffe verursachen die Rodung des Regenwalds“, „Biokraftstoffe führen zu steigenden Lebensmittelpreisen“, etc. reduziert. Von verschiedenen Seiten wird ein grundlegendes Überdenken der nationalen, europäischen und internationalen Biokraftstoffpolitik gefordert. Nur eine auf Fakten beruhende und differenzierte Betrachtungsweise der Risiken und Chancen der Biokraftstoffnutzung ist für weitere Entscheidungen dienlich. Der Beitrag aus dem gleichnamigen Positionspapier nimmt zu wesentlichen derzeit diskutierten Aspekten Stellung.

Die wichtigsten Herausforderungen in den nächsten 100 Jahren werden die Versorgung mit Nahrungsmitteln, Wasser und Energie sowie Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Klimaschutz sein. In weiten Teilen der Erde werden erhebliche Veränderungen in den Lebensgewohnheiten erforderlich werden bzw. die Folge sein. Die bereits erwähnte öffentliche Diskussion gehört zu den Vorboten einer beginnenden Auseinandersetzung mit den Grundbedürfnissen der Menschen. Sie werden im ausklingenden Erdölzeitalter wieder stärker anerkennen müssen, dass Nahrung und Energie „Lebens-Mittel“ sind und dass beide nur im Umfang der möglichen nachhaltigen Bereitstellung zur Nutzung zur Verfügung stehen. Durch Übernutzung fossiler Bodenschätze konnten vorübergehend mehr Energieträger verbraucht werden, als im Zeitraum der Nutzung mit heutigen Verfahren bereitgestellt werden können. Eine Umsteuerung hin zu erneuerbaren Energieträgern ist aus Gründen der Ressourcenverfügbarkeit und des Klimaschutzes ein unabdingbares Ziel.

Sonnenenergie, neben Geothermie und Gezeitenenergie, ist in Form von Fotovoltaik, Solarthermie, Windkraft, Wasserkraft und Biomasse die wichtigste erneuerbare Energiequelle. Vor allem Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft sowie aus Reststoffen stellt längerfristig speicherbare regenerative Energie zur Verfügung. Gleichzeitig bietet zum derzeitigen technischen Stand die Biomasse das bedeutendste Mengen- aber auch CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial aller erneuerbarer Energien. Aus Biomasse lassen sich feste, flüssige und gasförmige Energieträger für die Bereitstellung einerseits von Wärme und andererseits von Kraft für Strom und Mobilität (Biokraftstoffe) erzeugen.

Für die in letzter Zeit stark zunehmende Nachfrage nach Biokraftstoffen sind in erster Linie der im Verlaufe der letzten 10 Jahre um rund 550 % gestiegene Preis für Erdöl, aber auch nationale und europäische Substitutionsziele aufgrund des notwendigen Klima- und Ressourcenschutzes verantwortlich.

### 3.2 Ausgangssituation

Gegenwärtig bestehen im Hinblick auf die Ansprüche an Mobilität (Individualverkehr und Gütertransport) folgende Herausforderungen:

- Mineralöl als gegenwärtig bedeutendster Energieträger für den Betrieb von Verbrennungsmotoren ist ein endlicher Rohstoff. Mineralöl wird jedoch nicht nur als Brenn- und Kraftstoff sondern auch als Chemierohstoff benötigt. Das Gesamtpotenzial Erdöl ist etwa zur Hälfte erschöpft (peak oil) [9]. Bei einem prognostizierten weltweit steigenden Primärenergieverbrauch und einer deutlichen Steigerung des Bedarfs an Mineralöl, zum Beispiel in den Ländern China und Indien [7], ist Mineralöl zunehmend ein **wertvolles knappes Wirtschaftsgut**.
- Die heute nachgewiesenen Mineralölreserven befinden sich zu mehr als 60 % in politisch instabilen Ländern des mittleren Ostens. Der Marktanteil der OPEC bei der Mineralölbereitstellung wird nach Prognosen [1] bis 2030 auf nahezu 50 % ansteigen. Die **Abhängigkeit der Kraftstoffversorgung** von wenigen Exportländern nimmt zu.
- Nicht-konventionelle Mineralöle, wie Schwerstöle, Ölsande und Ölschiefer, werden künftig neben konventionellen Mineralölen zur Versorgung beitragen müssen. Die Förderung nicht-konventioneller Mineralöle ist vergleichsweise teurer und mit deutlich größeren Umweltbelastungen verbunden. Auch die Raffination qualitativ minderwertiger nicht konventioneller Mineralöle ist vergleichsweise teurer. Ein zunehmend knapper werdendes Wirtschaftsgut wie Mineralöl ist bei steigender Nachfrage einer Teuerung unterworfen und wird zum Spekulationsobjekt der internationalen Finanzmärkte. **Mineralölpreise werden daher künftig weiter ansteigen**.
- Der Verkehrssektor ist zum Beispiel in Deutschland für mehr als 20 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich [2] und ist damit Mitverursacher des **Klimawandels**.
- Die **Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs** ist die wichtigste Maßnahme zur
  - Schonung der Ressource Mineralöl,
  - Minderung der Abhängigkeit von Mineralölimporten,
  - Kostendämpfung im Mobilitätsbereich und zum
  - Klimaschutz im Verkehrssektorund hat damit oberste Priorität.
- Neben der Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs ist es jedoch auch erforderlich, den endlichen Energieträger Mineralöl durch regenerative Energieträger schrittweise zu ersetzen. Als Alternativen stehen hierzu Strom aus Wind-, Wasserkraft, Fotovoltaik und Geothermie sowie Biomasse zur Verfügung. Elektroantriebe werden im Mobilitätsbereich erst mittel- bis längerfristig an Bedeutung zunehmen; kurz- bis mittelfristig dominieren Verbrennungsmotoren, die auf flüssige oder gasförmige Energieträger angewiesen sind. Flüssige oder gasförmige Kraftstoffe können sowohl aus angebauten Pflanzen („Anbaubiomasse“) oder aus Rest- und Abfallstoffen gewonnen werden.
- Bei der gegenwärtigen Diskussion ist zu berücksichtigen, dass Biokraftstoffe im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen regenerativ sind und sich hinsichtlich ihrer technologischen Entwicklung noch in der Startphase befinden.

### 3.3 Fragen und Antworten

#### **Unter welchen Voraussetzungen leisten Biokraftstoffe überhaupt einen Beitrag zum Klimaschutz?**

Die Nutzung von Biomasse als Energieträger für die Herstellung von Kraftstoffen, schneidet, bezogen auf das CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial im Vergleich zu der Verwendung zur Wärme- oder zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung, ungünstiger ab. Da jedoch rund 20 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Verkehr verursacht werden, ist es lohnenswert, auch fossile Kraftstoffe durch regenerative Kraftstoffe zu ersetzen. Neben der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes kann dadurch auch die Technologieentwicklung angestoßen werden. Biokraftstoffe müssen eine positive Energie- und Ökobilanz, eine möglichst hohe Flächeneffizienz und ein noch festzulegendes Minimum an CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Minderungspotenzial aufweisen.

- Im Jahr 2007 konnten durch den Einsatz von Biokraftstoffen in Deutschland 14,3 Millionen t CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden [3], dies entspricht in etwa 70 % der im Wärmesektor eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen (20,7 Millionen t).
- Bei der Bilanzierung (Energiebilanz, Ökobilanz, Flächeneffizienz, CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial) von Biokraftstoffen ist die mögliche Nutzung der bei der Herstellung von Biokraftstoffen anfallenden Koppelprodukte, wie z. B. Extraktionsschrot, Presskuchen, Glycerin, als Gutschrift anzurechnen. Die gekoppelte Futtermittelerzeugung nimmt in ihrer Bedeutung zu.
- Jedoch sind auch Treibhausgase bei der Bilanzierung zu berücksichtigen, die z. B. bei einer Flächenumwidmung infolge von Energiepflanzenanbau, beim Anbau selbst, der stofflichen Umwandlung, dem Transport und der Nutzung freigesetzt werden. Neben CO<sub>2</sub> sind besonders Methan und Lachgas aufgrund eines im Vergleich zu Kohlendioxid vielfach höheren klimawirksamen Potenzials bedeutend. Hohe Emissionen solcher Gase können den positiven Beitrag von Biomasse zur Einsparung von Treibhausgasen gefährden bzw. sogar überkompensieren.
- Die Herstellung von Biokraftstoffen muss möglichst energieeffizient erfolgen, das bedeutet, dass möglichst einfache Konversionsverfahren zur Kraftstoffherzeugung zu bevorzugen sind.
- Dezentrale Konzepte zur Erzeugung von Kraftstoffen haben den Vorteil, dass die Biomasse nur über geringe Entfernungen transportiert werden muss.
- Von unterschiedlichen Autoren wurden Biokraftstoffe bilanziert, jedoch weichen die Ergebnisse zum Teil deutlich voneinander ab. Bei der Interpretation der Daten sind die jeweils gesetzten Systemgrenzen der Bilanz zu beachten.

#### **Sind Biokraftstoffe verantwortlich für die Kostenexplosion bei Nahrungsmitteln?**

Die Produktion von Biokraftstoffen ist nur zu einem sehr geringen Anteil mit verantwortlich für den derzeitigen Preisanstieg auf den Nahrungsmittelmärkten.

Grundsätzlich ist zunächst festzustellen, dass z. B. der Weltmarktpreis für Getreide im Zeitraum zwischen 1983 und 2005 nominal um mehr als die Hälfte gesunken ist. Durch die in den letzten beiden Jahren erfolgten Preisanstiege hat der Getreidepreis bei weitem noch nicht wieder das nominale Niveau vom Anfang der 1980er-Jahre erreicht. Weltweit sind es mehrere gleichzeitig ablaufende Vorgänge und Ereignisse, die die Agrarpreise beeinflussen:

- Schwellenländer, wie China und Indien, in denen immerhin rund 38 % der Weltbevölkerung leben und die heute lediglich 20 % des weltweiten Energiebedarfs haben, befinden sich derzeit

in einem wirtschaftlichen Aufschwung. Bei zunehmendem Wohlstand steigt dort der Bedarf an Nahrungsmitteln, aber auch an Energie.

- Dadurch ändern sich in den genannten Regionen gleichzeitig die Ernährungsgewohnheiten; der Konsum von pflanzlichen Produkten wird zu Gunsten eines erhöhten Konsums an Fleisch- und Milchprodukten zurückgedrängt. Dadurch erhöht sich der spezifische Flächenbedarf deutlich. Für die Produktion von einem Kilogramm Fleisch ist mit einem Mehrfachen des Flächenbedarfs zu rechnen, der für die Produktion pflanzlicher Nahrungsmittel erforderlich ist (für 1 kg Fleisch werden 5 bis 6 kg Getreide benötigt).
- Schlechte Ernten in einigen Regionen der Erde (z. B. Australien) in den vergangenen Jahren sind zusammen mit der genannten Nachfragesteigerung dafür verantwortlich, dass achtmal in den letzten neun Jahren, beispielsweise bei Getreide, der Verbrauch höher war als die im gleichen Jahr produzierte Menge.
- Damit nahmen die weltweiten Getreidelagerbestände in den letzten Jahren ab (bei Weizen von einem Bestand in Höhe von ca. 36 % des Verbrauchs im Jahr 1998/99 auf rund 18 % im Jahr 2007/2008 [6]).
- Die Verknappung der Erdölvorräte bei gleichzeitig steigendem Energiebedarf in Verbindung mit Spekulationsgeschäften auf den Ölmärkten sind für den rasant steigenden Erdölpreis verantwortlich, der wiederum die Produktionskosten für Agrarprodukte und damit auch für Nahrungsmittel erhöht (mehr als 70 % der zusätzlichen Erdölnachfrage stammt aus Entwicklungsländern). Der von den Energiekosten abhängige Anteil der Preissteigerung lässt sich wiederum durch den verstärkten Einsatz regenerativer Energieträger, also auch Biokraftstoffe, dämpfen.
- In einigen Regionen der Erde (USA, Brasilien, Europa) steigt die Nachfrage nach Biokraftstoffen. Der Anteil der Ackerfläche an der Biokraftstoffproduktion ist regional sehr unterschiedlich. In Deutschland beträgt er inzwischen rund 7,8 %, in Brasilien rund 5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche; in der EU-27 wurden 2007 2 % der Getreideernte für Biokraftstoffe genutzt (vgl. witterungsbedingte Ernteschwankungen: ca. 5 bis 10 %).
- Der Preisanstieg bei Agrarrohstoffen wirkt sich jedoch deutlicher bei den Kosten für Biokraftstoffe als für Nahrungsmittel aus. Zumindest für Nahrungsmittel mit hohem Verarbeitungsgrad gilt, dass der Anteil der Rohstoffkosten nur sehr gering ist. So beeinflusst der Kostenanteil für pflanzliche Rohstoffe den Produktpreis von Brot nur zu rund 4 %, bei Schweinefleisch sind es 7 %. Dagegen ist der Preis von Bioethanol zu 36 % abhängig vom Weizenpreis; der Preis für Biodiesel wird sogar zu 64 % vom Ölsaatenpreis bestimmt [4]. Der Preis für Biokraftstoffe reagiert damit empfindlicher auf die Kosten von Agrarprodukten als der Preis vieler Nahrungsmittel. Damit ist tendenziell eine Vorrangigkeit der Versorgung der Nahrungsmittelmärkte gegeben. Die Nachfrage nach Biokraftstoffen am freien Markt reguliert sich über die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffe gegenüber fossilen Kraftstoffen. Eine untere Preisgrenze für Agrarrohstoffe, und zwar sowohl für Nahrungsmittel als auch für Energieträger, wird sich künftig an dem Preis fossiler Energieträger orientieren.
- Langfristig werden sowohl die Preise für Nahrungsmittel als auch für Energie weiter steigen. Auch in den hochentwickelten Ländern muss wieder mehr Aufmerksamkeit den Grundbedürfnissen („Lebens-Mittel“, siehe Punkt 3.1) Nahrung und Energie gewidmet werden. Ein höheres Agrarpreinsniveau hilft in der EU Agrarsubventionen und Marktwirtschaft verhindernde Stützungszahlungen und Marktordnungskosten abzubauen. Für die Landwirtschaft, gerade auch in den Entwicklungsländern, sind damit höhere Einkommenschancen und für die Weltversorgung wichtige Produktionsanreize verknüpft.

### **Ist es verantwortbar, Biokraftstoffe zu produzieren, solange Menschen Hunger leiden?**

- Die Produktion von Energieträgern und Rohstoffen auf Agrarflächen konkurriert prinzipiell mit der Produktion von Nahrungsmitteln.

- Die Ernährungssicherung der Menschheit ist eine globale Herausforderung und von höchster Priorität.
- Die in einigen Regionen dieser Erde herrschende Unterversorgung mit Nahrungsmitteln hat vielfältige Ursachen. In vielen betroffenen Ländern sind es nicht mangelnde Bodenfruchtbarkeit oder klimatisch ungünstige Bedingungen, sondern die dort herrschenden politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, wie z. B. Diktaturen, mangelnde Infrastruktur, Bürgerkriege und Korruption, die die Bewirtschaftung der Böden, aber auch die Bildung der dort lebenden Menschen verhindern. Dadurch werden eine ausreichende Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln über eine entwickelte effiziente Landwirtschaft oder der Import von lebenswichtigen Gütern blockiert.
- Viele der Entwicklungsländer, in denen Hunger herrscht, sind landwirtschaftlich geprägt. Der Grad an theoretisch möglicher Eigenversorgung der bäuerlichen Familie mit Nahrungsmitteln ist oft hoch. Die seit langem bestehende Herausforderung, in diesen Ländern durch solide politische Rahmenbedingungen und Bildung sowie durch Technologie- und Wissenstransfer eine funktionierende Landwirtschaft zu ermöglichen, erfährt durch die wachsende Weltbevölkerung, aber auch durch Krisen und Kriege, die um das fossile Erdöl geführt werden, eine neue Brisanz.
- Schon immer wurden Wald- und Ackerflächen für die Energiebereitstellung (Wärme, Kraft und Mobilität) verwendet. Gerade für die Bereitstellung von Kraft über Zugtiere wurde über Jahrhunderte ein erheblicher Anteil der Ackerflächen zur Futterproduktion benötigt. In vielen, gerade ärmeren Regionen der Erde ist das heute noch so. Nahrungs- und „Kraftstoff“-Produktion konkurrieren also seit es Landwirtschaft gibt. Seit nur wenigen Jahrzehnten leistet sich die Menschheit (zumindest der kleine hochentwickelte Teil davon) einen luxuriösen Bedarf an Energie, der durch Übernutzung fossiler Bodenschätze gedeckt wird. Im ausklingenden Erdölzeitalter muss nun im Bereich der Mobilität die Entwicklung effizienter Fortbewegungstechniken, angetrieben durch nachhaltig produzierte regenerative Energieträger, erfolgen. Biokraftstoffproduktion aus Agrarflächen ist also nur bei gleichzeitig deutlicher Kraftstoffeinsparung sinnvoll. Der Transport einer einzelnen Person mit Hilfe eines zwei Tonnen schweren Pkw mit unnötig hoher Leistung für den Einkauf von Brot beim Bäcker um die Ecke ist weder mit fossilen noch mit biogenen Kraftstoffen dem hungernden Teil der Weltbevölkerung zu vermitteln.
- Biokraftstoffe, bei deren Herstellung Koppelprodukte für die Nahrungsmittelbereitstellung entstehen, entschärfen das Problem der Flächenkonkurrenz. Dies sind in erster Linie die Biokraftstoffe der sogenannten „ersten Generation“ (z. B. Rapsölkraftstoff, Biodiesel, Ethanol). Diesen wird deshalb irrtümlicherweise eine deutlich niedrigere Flächeneffizienz im Vergleich zu Verfahren mit der Nutzung der gesamten Pflanze für die Biokraftstoffproduktion, nachgesagt. So wird beispielsweise bei der Produktion von Rapsölkraftstoff oder Biodiesel in einem gekoppelten Nutzungssystem aus den Rapskörnern in erster Linie (60-65 %) hochwertiges Eiweißfuttermittel für die Nahrungsproduktion hergestellt; das gleichzeitig produzierte Rapsöl (ca. 1.400 Liter je Hektar) wird direkt als Kraftstoff genutzt oder mit geringem Konversionsgrad zu Biodiesel weiterverarbeitet. Von jedem Hektar heimischer Rapsanbaufläche, die für die Kraftstoffproduktion verwendet wird, werden also netto nur 0,35-0,4 Hektar für die eigentliche Energieträgerproduktion benötigt. Die bereinigte spezifische Flächeneffizienz liegt daher bei umgerechnet über 3.700 Liter Kraftstoff je Hektar. Dieser Zusammenhang gilt ebenso für die Erzeugung von Ethanol, bei dem ein wesentlicher Anteil des Agrarrohstoffs (z. B. Getreide) als Futtermittel in die Nahrungsmittelerzeugung geht.
- Durch einen generellen Verzicht auf die Nutzung und Weiterentwicklung der Biokraftstoffe können also weder das Problem des Hungers noch die Herausforderungen bei Klimaschutz und Energieversorgung gelöst werden. Eine maßvolle Steigerung der Produktion von Biomasse für energetische Zwecke ist geboten.

- Hunger wird gelindert durch Vermittlung von Bildung, Demokratisierung politischer Verhältnisse sowie durch Abbau von Korruption und Feindseligkeiten zwischen Bevölkerungsgruppen.
- Durch eine erhöhte Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Bioenergie sowie durch die Reduzierung stark subventionierter Agrarexporte aus entwickelten Ländern ergeben sich Chancen für eine rentable eigenständige Landwirtschaft für Selbstversorgung und Exporte in Entwicklungsländern.

### **Bieten Biokraftstoffe Chancen für Entwicklungsländer?**

- Durch die weltweit steigende Nachfrage nach Agrarprodukten gewinnt die Landwirtschaft wieder einen höheren Stellenwert. Die verfügbaren Flächen werden weiterhin primär zur Nahrungsmittelproduktion und sekundär auch zur Produktion von Energieträgern und Rohstoffen benötigt. Dadurch ergeben sich weltweit für alle landwirtschaftlichen Betriebe Zukunftsperspektiven.
- Die Bereitstellung von erneuerbarer Energie, insbesondere in Form von Energieträgern aus Rest- und Abfallstoffen sowie aus der Forst- und Landwirtschaft (Biomasse), ist im Wesentlichen dezentral ausgerichtet. Den überwiegend landwirtschaftlich geprägten Entwicklungsländern bieten sich daher neue Chancen, ihren eigenen Energiebedarf besser als bei der bisherigen starken Abhängigkeit von Importen aus wenigen Erdöl exportierenden Ländern zu decken. Sie werden dabei gleichzeitig wirtschaftlich unabhängiger. Die Versorgung mit Nahrungsmitteln und mit Energieträgern aus Biomasse wird sich in einem Gleichgewicht einpendeln.
- Biokraftstoffe sind unter den Energieträgern aus Biomasse jene mit der höchsten Energiedichte; sie sind damit am ehesten transportwürdig und eignen sich, ebenso wie Rohöl, Dieselkraftstoff oder Benzin, zum Export. Daraus ergeben sich für Entwicklungsländer Chancen für Exporte und die Möglichkeit Devisen zu erwirtschaften. Hierbei steht aufgrund der Energiedichte nicht der Export agrarischer Produkte, sondern (teil)verarbeiteter Produkte im Vordergrund. Bei gekoppelten Nutzungskonzepten (z. B. bei Pflanzenölen und Ethanol) werden, wie oben beschrieben, im Land der Agrarproduktion gleichzeitig wertvolle Futtermittel produziert.
- Durch die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte zu Futtermitteln und Biokraftstoffen erhöht sich der technische Entwicklungsstand der jeweiligen Länder.
- Wesentliche Voraussetzung ist jedoch, die landwirtschaftliche Produktion, sowohl für Biokraftstoffe als auch für Nahrungsmittel, unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu gestalten.

### **Verursachen Biokraftstoffe die Abholzung der Regenwälder?**

- Tropische Regenwälder und andere Urwälder sind schützenswerte Ökosysteme, die z. B. für Klimaregulation und biologische Vielfalt von immenser Bedeutung sind. Die Abholzung von Regenwäldern kann daher grundsätzlich kein geeigneter Weg zur Erweiterung von agrarischen Nutzflächen sein. Seit Jahrzehnten wird dieses Vorgehen, Abholzung und insbesondere auch die Brandrodung, international angeprangert. Der weltweite Waldverlust beträgt jährlich ca. 13 Mio. Hektar, davon 8 bis 10 Mio. Hektar in tropischen Ländern. Die Problematik wird nun im Zusammenhang mit der Biokraftstoffproduktion wieder stärker öffentlich diskutiert, da ein Teil der gerodeten Flächen z. B. für die Anlage von neuen Ölpalmen-Plantagen genutzt wird.
- Regenwälder werden vor allem deshalb gerodet, um aus dem Holzverkauf Gewinne zu erzielen. Wurden die Flächen in der Vergangenheit häufig zum Teil der Brache überlassen, werden die gerodeten Flächen, angetrieben durch die steigende Nachfrage nach Energieträgern und Lebensmitteln, zunehmend kultiviert. Um die gerodeten Flächen einer weiteren Nutzung zuzu-

führen, werden auf diesen Flächen beispielsweise Zuckerrohr, Sojabohnen und Ölpalmen angebaut. Zucker und Öle sowie bei der Verarbeitung entstehende Koppelprodukte, werden als Nahrungs- oder Futtermittel verwendet oder können als Rohstoff zur Erzeugung von Biokraft- und Biobrennstoffen dienen. Aus Zuckerrohr kann Bioethanol erzeugt werden. Sojaöl und Palmöl können zur Herstellung von Kraftstoffen für Dieselmotoren oder Brennstoffen für Kraft-Wärmekopplungs-Anlagen (Blockheizkraftwerke) verwendet werden.

- Die Ölpalme mit einer großen Fotosyntheseleistung verspricht eine hohe Flächeneffizienz. Der jährlich globale Durchschnittsölertrag liegt etwa um den Faktor sechs über dem von Raps, und um den Faktor neun über dem von Sojabohnen [8].
- Die weltweite Nachfrage nach Pflanzenölen für den Nahrungsbereich, gerade auch nach Palmöl ist vor allem wegen der geänderten Essgewohnheiten in den Schwellenländern in letzter Zeit stark gestiegen. Palmöl wird überwiegend im Nahrungsbereich verwendet. Nur ein geringer Teil der Palmölproduktion wird energetisch genutzt. Die EU importierte im Jahr 2007 etwa 4,7 Mio. t Palmöl, wovon der überwiegende Teil im Nahrungsmittelbereich eingesetzt wurde. Weltweit werden 73,5 % der Palmölproduktion für Nahrungszwecke, 21,5 % zur Herstellung von Konsumartikeln und lediglich 5 % für energetische Zwecke verwendet (UFOP 2008, nach USDA).
- Die technisch möglichen Mengen, Sojaöl als Rohstoff für die Umesterung zu Biodiesel einzusetzen, sind auf Grund der Anforderungen der DIN EN 14214 auf maximal ca. 20 % begrenzt. Die Verwendung von Palmöl als Rohstoff für die Umesterung zu Biodiesel ist aufgrund der Anforderungen zum Fließverhalten in der DIN EN 14214, in Europa praktisch kaum möglich. Palmöl wird in Deutschland überwiegend als Brennstoff in Blockheizkraftwerken der oberen Leistungsklasse zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme eingesetzt. Der Verbrauch von Palmöl zur Verwendung als Brennstoff in BHKW wurde in Deutschland für das Jahr 2006 auf 340.000 t geschätzt, dies entspricht einer Anbaufläche von ca. 106.000 ha, oder einem Anteil von 1,5 % der Ölpalmenanbaufläche in Malaysia und Indonesien [10]. Bei der zukünftigen Herstellung sogenannter hydrierter Pflanzenöle (HVO, NExBTL) als Kraftstoffkomponente ist jedoch eine überwiegende Verwendung von Palmöl als Rohstoff wahrscheinlich.
- Eine Verwendung von Zucker aus Zuckerrohr, Sojaöl und Palmöl als Energieträger ist generell nicht zu beanstanden. Jedoch muss für jegliche Biomasse, sowohl für die energetische Nutzung als auch für die Nutzung als Nahrungs- oder Futtermittel, eine nachhaltige Produktion unabdingbare Voraussetzung sein, und damit ist eine Umwidmung von Regenwäldern in landwirtschaftliche Nutzflächen auszuschließen. Die Schaffung und die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Produktion biogener Energieträger ist dort wichtig, wo noch keine geeigneten Vorgaben bestehen. Diese werden jedoch nur dann ihre Wirksamkeit haben, wenn solche Kriterien für die Produktion von Rohstoffen für Energie und Nahrung gleichermaßen gelten. Einseitige Vorgaben für den Energiepflanzenanbau verleiten zu umweltschädlichem Anbau von Rohstoffen für Lebensmittel. Innerhalb der EU sind die dort bereits geltenden Cross-Compliance-Vorschriften auf die Energiepflanzenproduktion ebenso anzuwenden wie bei der Nahrungs- und Futterpflanzenproduktion; zusätzliche Vorgaben sind also in der EU nicht erforderlich.

### **Bieten Biokraftstoffe der sogenannten 2. Generation Vorteile gegenüber denen der sogenannten 1. Generation?**

- Biokraftstoffe der 2. Generation, insbesondere BtL-Kraftstoffe, werden häufig auch als Designerkraftstoffe bezeichnet. Dahinter verbirgt sich, dass diese Kraftstoffe bei der Produktion in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften für den jeweiligen Verwendungszweck „maßgeschneidert“ werden können, mit dem Ziel, eine optimale Verbrennung und dadurch ein günstiges Emissionsverhalten zu erzielen. Der Hauptvorteil von BtL liegt deshalb in dem güns-

tigeren Emissionsverhalten hinsichtlich limitierter und nicht-limitierter Abgaskomponenten bei der motorischen Verbrennung.

- Bezüglich der Rohstoffbasis ergeben sich Vorteile von BtL und LCB-Ethanol zur 1. Generation, falls es gelingt, Rest- und Abfallstoffe für die Biokraftstoffproduktion zu verwenden. Von Hauptinteresse ist hierbei Stroh (lignocellulosehaltige Biomasse), das derzeit stofflich und energetisch kaum Verwendung findet. Holz als Rohstoff für die Kraftstofferzeugung ist nicht zu präferieren, da Holz einfacher und mit deutlich höheren Wirkungsgraden zur Wärmeengewinnung oder auch zur gekoppelten Strom- und Wärmeengewinnung eingesetzt werden kann. Eine Minderung der Konkurrenz um Agrarrohstoffe für die Verwendung als Nahrungsmittel und als Energieträger ist nur gegeben, wenn bisher nicht genutzte Rest- und Abfallstoffe eingesetzt werden. Wird gezielt Biomasse von Ackerflächen, und dies schließt nicht genusstaugliche Biomasse wie z. B. Miscanthus und Holz aus Kurzumtriebsplantagen mit ein, zur Kraftstoffherstellung angebaut, so ist selbstverständlich eine Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion gegeben.
- Würde der gesamte Biomasseaufwuchs („Ganzpflanzennutzung“) einer Fläche für die Biokraftstoffproduktion genutzt, wodurch, bezogen auf den Kraftstoffertrag, hohe Flächeneffizienzen errechenbar sind, würde die Humus- und Nährstoffbilanz der Flächen negativ ausfallen. Die Rückstände aus der Herstellung von BtL-Kraftstoffen, die theoretisch wieder auf die Flächen zurückgeführt werden könnten, sind nicht für die Humusbildung geeignet. Die Masse des gespeicherten Kohlenstoffs im Boden (Humus und Torf) beträgt in etwa 1.620 Gt, im Vergleich zu ca. 650 Gt gespeichertem Kohlenstoff in der Vegetation (Phytomasse) und 720 Gt in der Atmosphäre in Form von CO<sub>2</sub>. Der Aufbau von Humus als Kohlenstoffspeicher ist durch organische Ernterückstände zu fördern.
- Die Verfahren zur Herstellung von BtL und LCB-Ethanol befinden sich im Forschungs- und Entwicklungsstadium, sind äußerst komplex und haben einen hohen Investitionsbedarf. Deshalb ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine abschließende Bewertung der Verfahren hinsichtlich einer Energie- und Ökobilanz nicht möglich. Falls es gelingt, die Verfahren im industriellen Maßstab umzusetzen, ist nicht vor dem Jahr 2020 mit nennenswerten Mengen dieser Kraftstoffe am Markt zu rechnen.

### **Verursachen Biokraftstoffe Motorschäden?**

- Biokraftstoffe stehen als sogenannte Reinkraftstoffe (z. B. Biodiesel bzw. Fettsäuremethylester „B100“, Rapsölkraftstoff und Bioethanol „E85“) oder als Mischkomponente in konventionellen Kraftstoffen (z. B. B5, E5) zur Verfügung. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Biokraftstoffen unterscheiden sich von Dieselkraftstoff und Benzin.
- Nur wenige Fahrzeughersteller haben für einzelne Modelle Freigaben für die Verwendung von Biokraftstoffen in Reinform erteilt. Diese freigegebenen Modelle können bedenkenlos mit dem jeweiligen Biokraftstoff oder dem jeweiligen konventionellen Kraftstoff betankt werden.
- Die Zumischung von Biokraftstoffkomponenten zu konventionellen Kraftstoffen ist nicht in beliebigen Anteilen möglich, da beispielsweise Materialunverträglichkeiten auftreten können.
- Das In-Verkehr-Bringen von Kraftstoffen, insbesondere die Beschaffenheit und die Auszeichnung, ist in Deutschland in der Zehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (10. BImSchV) geregelt. In der 10. BImSchV wird dabei Bezug auf entsprechende nationale oder internationale Anforderungsnormen für Kraftstoffe genommen. Die Normen werden von Experten aus den betroffenen Kreisen, z. B. Motorenhersteller und Fahrzeughersteller, in entsprechenden Normungsgremien erarbeitet. Auch die erweiterte Öffentlichkeit hat die Möglichkeit vor der Verabschiedung eines Norm-Entwurfs ihre Einsprüche geltend zu machen, so dass sichergestellt ist, dass mit den in der Norm festgeschriebenen



Kraftstoffqualitäten ein zuverlässiger motorischer Betrieb und die Einhaltung gesetzlicher Abgasgrenzwerte gewährleistet ist.

- Welcher Kraftstoff im jeweiligen Fahrzeug getankt werden darf, legt der Fahrzeughersteller durch entsprechende Freigaben, die dem Betriebshandbuch zu entnehmen sind, fest.
- Die Reinkraftstoffe Biodiesel, Rapsölkraftstoff und Bioethanol dürfen ausschließlich in den dafür werksseitig freigegebenen Fahrzeugen bzw. in nachträglich auf den jeweiligen Kraftstoff umgerüsteten Fahrzeugen, unter Beachtung der Straßenverkehrszulassungsordnung, getankt werden. Somit ist sichergestellt, dass nach dem aktuellen Stand der Technik durch den Einsatz von Biokraftstoffen in Reinform in den dafür freigegebenen Fahrzeugen und durch die Betankung von konventionellen Kraftstoffen mit Biokraftstoffanteilen, gemäß 10. BImSchV, keine Motorschäden zu erwarten sind.
- Personal von Kfz-Werkstätten und von Tankstellen etc. muss hinsichtlich der Besonderheiten aktueller und künftiger Kraftstoffvarianten ausreichend geschult sein, um Kunden objektiv und sachkundig beraten zu können.

### **Kann der Bedarf an Kraftstoffen in Deutschland durch das inländische Potenzial für Biokraftstoffe gedeckt werden?**

- Deutschland als bevölkerungsreicher Industriestandort hat einen gegenwärtigen Kraftstoffverbrauch, der weder durch heimische Erdölvorräte noch durch Kraftstoffe aus heimisch erzeugter Biomasse gedeckt werden kann.
- Durch inländisch erzeugte Pflanzenölkraftstoffe beispielsweise können nach Schätzungen etwa 10 % des Dieselkraftstoffverbrauchs bei Sicherstellung der inländischen Pflanzenölversorgung für Nahrungszwecke substituiert werden.
- Die Nutzung des heimischen Rohstoffpotenzials ist auch eine wichtige Voraussetzung zur Demonstration des technischen Fortschritts und damit zur Entwicklung von Exporttechnologien.
- Auch für Biokraftstoffe gilt: eine Halbierung des Kraftstoffverbrauchs führt zu einer Verdopplung der Potenziale, die durch regenerative Energieträger gedeckt werden können.
- Auch künftig wird also der Import von Energieträgern, auch von Kraftstoffen, erforderlich sein. Die Versorgung durch Kraftstoffe aus inländisch erzeugter Biomasse, auch in vergleichsweise geringen Anteilen, trägt jedoch zur Energieversorgung bei und verringert gleichzeitig die Abhängigkeit von Erdölimporten aus Krisenregionen.
- Grundsätzlich ist gegen einen Import von Biomasse für energetische Zwecke oder einen Import von Biokraftstoffen nichts einzuwenden, sofern sicher gestellt ist, dass die Rohstoffe unter Nachhaltigkeitskriterien erzeugt wurden.
- Eine Diversifikation der Energieträger für eine Nutzung als Kraftstoff trägt zusätzlich zur Versorgungssicherheit bei.

### 3.4 Zusammenfassung

- Erdöl wird bei gleichzeitig steigendem Energiebedarf knapper und teurer werden.
- Mobilität ist immer notwendig; dabei werden zumindest mittelfristig Verbrennungsmotoren eine wesentliche Rolle spielen und dazu sind Kraftstoffe nötig.
- Effizienzsteigerung und damit Senkung des Kraftstoffverbrauchs, aber auch die Änderung unserer Mobilitätsgewohnheiten haben oberste Priorität; der verbleibende notwendige Kraftstoffbedarf muss künftig vermehrt aus Alternativen zum Erdöl gedeckt werden. Dabei werden Biokraftstoffe, also flüssige und gasförmige Kraftstoffe aus angebauten Pflanzen oder aus Rest- und Abfallstoffen, eine wichtige Rolle spielen. Derzeit tragen sie global in Höhe von 1,3 % zur Kraftstoffversorgung bei [4].
- Biokraftstoffe leisten schon heute einen Beitrag zum Klimaschutz. Energiesparende, einfache Verarbeitungsverfahren und die gekoppelte Nutzung von entstehenden Nebenprodukten (z. B. Futtermittel) sind wichtige Voraussetzung dafür. Bei der Bilanzierung sind alle Stoffströme zu berücksichtigen. Auf dieser Basis sind alle Verfahren gründlich zu bewerten. In Deutschland wurden im Jahr 2007 netto rund 14,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Biokraftstoffe vermieden.
- Die Produktion von Biokraftstoffen ist nur zu einem geringen Anteil mit verantwortlich für den derzeitigen Preisanstieg auf den Nahrungsmittelmärkten. Vielmehr sind es die höhere Nachfrage nach Nahrungsmitteln in den Schwellenländern (z. B. China, Indien), verbunden mit geänderten Ernährungsgewohnheiten, mehrjährig schlechte Ernten in einigen Regionen, damit abnehmende Getreidelagerbestände und die Energiepreissteigerung selbst, die ebenfalls die Nahrungsmittelpreise beeinflussen. Langfristig werden sowohl Nahrung als auch Energie nur zu höheren Preisen verfügbar sein.
- Die Ernährungssicherung ist eine globale Herausforderung und von höchster Priorität. Der Hunger in der Welt hat jedoch vielfältige Ursachen und ist nicht auf die Produktion von Biokraftstoffen zurückzuführen. Durch widrige politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen wird in den meisten betroffenen Ländern eine effiziente Landwirtschaft blockiert. Die meisten der weltweit hungernden Menschen sind Bauern, die bei entsprechenden Rahmenbedingungen Nahrungsmittel und auch Energieträger für die Eigenversorgung produzieren könnten. Schon immer wurden auf Wald- und Ackerflächen neben Nahrungsmitteln auch Energieträger (z. B. Futter für die Zugtiere), beides also „Lebens-Mittel“ produziert. Das Problem der modernen Gesellschaft ist ein luxuriös gewordener Energieverbrauch. Eine maßvolle Produktion von Biokraftstoffen ist sinnvoll. Durch einen generellen Verzicht auf Biokraftstoffe können weder das Hungerproblem noch die Herausforderungen einer klimaschonenden Energieversorgung gelöst werden.
- Die Produktion von Biokraftstoffen bietet Chancen für Entwicklungsländer. Insgesamt gewinnt die Landwirtschaft durch die steigende Nachfrage nach Agrarprodukten wieder an Bedeutung. In sinnvoller Kombination aus Nahrungsmittel- und Energieträgerproduktion bieten sich für die überwiegend landwirtschaftlich geprägten Entwicklungsländer neue Möglichkeiten zur verstärkten Eigenversorgung, auch mit Energie. Sie werden damit wirtschaftlich unabhängiger von Energieimporten. Biokraftstoffe mit ihrer hohen Energiedichte sind darüber hinaus transportwürdig und damit mögliche Exportgüter. Voraussetzung sind jedoch bessere Bedingungen für eine effiziente, aber zugleich umweltschonende Landbewirtschaftung in diesen Ländern.
- Tropische Regenwälder und andere Urwälder sind schützenswerte Ökosysteme; deren Rodung ist kein akzeptabler Weg zur Erweiterung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Die Hauptgründe für die Rodung von Urwäldern liegen nicht in der Produktion von Biokraftstoffen. Seit Jahrzehnten wird die vorwiegend zum Holzverkauf praktizierte Abholzung international angeprangert. Vor allem die gestiegene Nachfrage nach Pflanzenölen für den Nahrungsbereich (v. a. Palmöl und Sojaöl) führt zu verstärktem Anbau von Ölpalmen und Sojabohnen auf gerodeten Flächen. Biokraftstoffe für die Mobilität in Deutschland und Europa sind nicht verantwortlich

für die steigende Nachfrage nach Palmöl und damit für die Rodung der Urwälder. Allerdings müssen für die Produktion von Palmöl und anderen Agrarprodukten Kriterien für den umweltverträglichen (nachhaltigen) Anbau definiert und angewandt werden, die gleichzeitig für die Nahrungsmittelproduktion gelten müssen; einseitige Vorgaben für die Biokraftstoffproduktion würden vielmehr eine nicht nachhaltige Produktion im Nahrungsbereich begünstigen. Die in der EU bereits vorhandenen Anbauvorschriften sind für Nahrungs- und Energiepflanzenproduktion gleichermaßen verpflichtend, und damit ausreichend.

- Biokraftstoffe der sogenannten „zweiten Generation“, z. B. BtL oder LCB-Ethanol, haben dann Vorteile, wenn sie z. B. hinsichtlich der Senkung von Abgasemissionen optimiert werden können; außerdem bietet sich eine breitere Rohstoffbasis zu deren Produktion an, als bei den Biokraftstoffen der „ersten Generation“. Dabei ist allerdings zu beachten, dass eine Entspannung der Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungs- und Energieträgerproduktion nur dann gegeben ist, wenn bisher nicht genutzte Rest- und Abfallstoffe verwendet werden. Häufig wird den Biokraftstoffen der zweiten Generation der Vorteil einer höheren Flächeneffizienz bei der Ganzpflanzennutzung von Anbaubiomasse zugeschrieben. Allerdings fallen dabei keine weiteren nutzbaren Koppelprodukte (z. B. Futtermittel) an; insbesondere bei der Erzeugung von BtL-Kraftstoffen besteht daher auch die Gefahr einer negativen Humusbilanz auf den Produktionsflächen, was langfristig zu schwer reparablen Einbußen der Bodenfruchtbarkeit führen kann.
- Beim Betrieb von Fahrzeugen oder Stationärmotoren mit Biokraftstoffen sind keine Motorschäden zu erwarten, wenn definierte (genormte) Qualitäten in dafür geeigneten Motoren und Kraftstoffsystemen eingesetzt werden. Für Biokraftstoffe in Reinform ist neben der genormten Qualität auf die werksseitige Herstellerfreigabe bzw. eine entsprechende Umrüstung zu achten. Die Zumischung von Biokraftstoffen zu konventionellen Kraftstoffen ist nicht in beliebigen Anteilen möglich. Am Markt angebotene Kraftstoffmischungen müssen den Anforderungen der 10. BImSchV und damit einschlägigen Kraftstoffnormen genügen. Energie- und klimapolitisch gesteckte Ziele hinsichtlich des Biokraftstoffanteils in konventionellen Kraftstoffen müssen nicht zuletzt aus technischen Gründen (Fahrzeugbestand) mit Augenmaß geprüft werden.
- Der gesamte Kraftstoffbedarf Deutschlands kann weder aus heimischen Erdölvorräten noch aus heimischer Biomasseproduktion gedeckt werden. Importe werden auch künftig in jedem Falle erforderlich sein. Aus inländischem Anbau von Ölpflanzen können jedoch z. B. rund 10 % des Dieselkraftstoffbedarfs unter nachhaltigen Bedingungen und bei Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung bereitgestellt werden. Eine Halbierung des Kraftstoffverbrauchs würde dieses Potenzial verdoppeln. Dies trägt zur Sicherung der Energieversorgung und reduzierter Abhängigkeit bei gleichzeitig höherer Vielfalt an Energieträgern bei. Gegen einen Import von Energieträgern ist bei der Einhaltung entsprechender Nachhaltigkeitskriterien nichts einzuwenden.

**Ein maßvoller Einsatz von umweltverträglich und effizient produzierten Biokraftstoffen inländischer Herkunft, aber auch aus Importen, ist bei gleichzeitig deutlicher Senkung des Kraftstoffverbrauchs ein sinnvoller Beitrag zur künftigen Energieversorgung und zum Klimaschutz. Unter diesen Bedingungen werden weder Hunger, Raubbau, Umweltzerstörung noch Preisschübe auf den Nahrungsmittelmärkten verursacht. Die Mobilitätsgewohnheiten der modernen Industriegesellschaft durch Übernutzung begrenzter fossiler Ressourcen sind in der derzeitigen Form nicht nachhaltig. Sowohl Biokraftstoffe der sogenannten ersten als auch der zweiten Generation werden bei künftigen Lösungen für eine moderne Mobilität je nach Einsatzgebiet und technischem Entwicklungsstand eine wichtige Rolle spielen. Dazu bedarf es national und international verlässlicher politischer Rahmenbedingungen für Planungssicherheit in Entwicklung und Investition, einer konzentrierten interdisziplinären Forschung, der Kooperation zwischen Politik, Forschungsinstitutionen, Industrie und Administration sowie einer ehrlichen Diskussion in den Medien und der Öffentlichkeit.**

### 3.5 Begriffe

- Biokraftstoff:** Überbegriff für Kraftstoffe aus erneuerbaren Energieträgern, die in der Regel aus Biomasse hergestellt werden. Das Präfix „Bio“ steht nicht für eine Herkunft der Biomasse aus ökologischer Landwirtschaft.
- Biodiesel:** Synonym für Fettsäure-Methylester als Kraftstoff für konventionelle, aber biodieseltaugliche Dieselmotoren, hergestellt aus Ölen und Fetten; Qualitätsanforderungen z. B. nach DIN EN 14214.
- Bioethanol:** Ethanol, hergestellt aus Biomasse; Qualitätsanforderungen z. B. nach DIN EN 15376.
- B5:** Kraftstoff für Dieselmotoren, der in Mischung mit fossilem Diesel max. 5 Vol.-% Fettsäure-Methylester nach DIN EN 14214 enthält.
- B7:** Kraftstoff für Dieselmotoren, der in Mischung mit fossilem Diesel max. 7 Vol.-% Fettsäure-Methylester nach DIN EN 14214 enthält.
- B7 + 3:** Kraftstoff für Dieselmotoren, der in Mischung mit fossilem Diesel max. 7 Vol.-% Fettsäure-Methylester nach DIN EN 14214 enthält und max. 3 Vol.-% hydrierte Pflanzenöle enthält.
- E5:** Kraftstoff für Ottomotoren, der in Mischung mit fossilem Benzin max. 5 Vol.-% Bioethanol nach DIN EN 15376 enthält.
- E85:** „Ethanolkraftstoff“, Kraftstoff für Ottomotoren, die für E85 freigegeben sind, der 85 Vol.-% Bioethanol und 15 Vol.-% fossiles Benzin enthält.
- Pflanzenöl:** Nicht näher bezeichnetes natürliches Fett aus ölhaltigen Pflanzen (Beispiele: Palmöl, Sojaöl, Rapsöl).
- Rapsölkraftstoff:** Pflanzenöl aus Raps, das der Norm für Rapsölkraftstoff nach DIN V 51605 entspricht, einem Kraftstoff für Dieselmotoren, die für Rapsölkraftstoff freigegeben sind.
- Biogas:** Aus organischen Substanzen (Gülle, Reststoffe, Energiepflanzen) durch anaerobe Vergärung hergestelltes Gas mit einem Methangehalt von etwa 50 bis 65 % Methan. Weiterer Hauptbestandteil ist CO<sub>2</sub>. Es kann in Motoren, die für Biogas geeignet sind, verwendet werden.

- Biomethan:** Durch entsprechende Aufbereitungsschritte gereinigtes Biogas in Erdgas-, also Methanqualität. Biomethan kann in das Erdgasnetz eingespeist werden und ist in erdgastauglichen Motoren einsetzbar.
- LCB-Ethanol:** Aus lignocellulosehaltiger Biomasse hergestelltes Ethanol. Im Gegensatz zu klassischen Fermentationsverfahren für stärke- oder zuckerhaltige Pflanzen sind hier neue Aufschlussverfahren erforderlich, um die Gerüstsubstanzen der Pflanzen Lignin und Zellulose in Ethanol umzuwandeln.
- BtL:** Biomass to Liquid-Kraftstoffe, in der Regel durch Vergasung von fester Biomasse und anschließender Verflüssigung des entstehenden Synthesegases hergestellte synthetische Kraftstoffe.

**Biokraftstoffe der „ersten Generation“:**

Zu den Biokraftstoffen der sogenannten „ersten Generation“ zählen Rapsölkraftstoff und andere nicht chemisch veränderte pflanzliche Öle, Fettsäuremethylester (Biodiesel) sowie Ethanol aus zucker- oder stärkehaltigen Pflanzen. Kraftstoffe der „ersten Generation“ sind in den Markt eingeführt oder stehen kurz vor der Umsetzung. Eine Zwischenstellung zu den Kraftstoffen der sogenannten „zweiten Generation“ nehmen Biogas, aber auch Biomethan ein.

**Biokraftstoffe der „zweiten Generation“:**

Zu den Biokraftstoffen der sogenannten „zweiten Generation“ zählen LCB-Ethanol, BtL-Kraftstoffe sowie Wasserstoff aus Biomasse.

**Rahmenbedingungen:**

Bereits 2003 wurde in der EU-Richtlinie 2003/30/EG das Ziel festgeschrieben, dass bis zum Jahr 2020 in der EU 20 % des Kraftstoffaufkommens aus regenerativen Quellen gedeckt werden sollen, davon 5,75 %-Punkte aus Biokraftstoffen bis zum Jahr 2010. Über die Ziele der Biokraftstoff-Richtlinie der EU hinaus reichen die gesetzlichen Vorgaben des Biokraftstoffquotengesetzes in Deutschland, das zum 01.01.2007 in Kraft getreten ist. Dieses schreibt eine sukzessive Erhöhung des Anteils biogener Kraftstoffe auf 6,75 % im Jahre 2010 bzw. 8,00 % im Jahre 2015 verpflichtend vor. Mit den Beschlüssen der Klausurtagung des Bundeskabinetts im August 2007 in Meseberg strebt die Bundesregierung für das Jahr 2020 sogar einen Anteil der Biokraftstoffe von 17 % (energetisch) am gesamten Kraftstoffverbrauch an. Im Energiesteuergesetz ist seit dem 01.08.2006 die Besteuerung von Biokraftstoffen geregelt.

**Quellenverzeichnis**

- [1] BIROL, F. (2007): Oil Market Outlook and Policy Implications. Prepared Testimony. United States Committee on Energy and Natural Resources. 10 January 2007. Paris: IEA, 22 Seiten
- [2] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung. Stand: Nov. 2007. Berlin: BMU, 59 Seiten
- [3] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2008): nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (vorläufig, Stand März 2008). Berlin: BMU
- [4] DEUTSCHER BAUERNVERBAND (HRSG.) (2007): Situationsbericht 2008 – Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Berlin, 286 Seiten
- [5] ENERGIE INFORMATIONSDIENST GMBH (2008): Energie Informationsdienst 19/08 vom 05.05.2008
- [6] GOLDHOFER H. (2007): Welt-Getreideversorgung – Entwicklung des Verhältnisses der Endbestände zum Verbrauch. Vortragsfolie. München: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- [7] OECD / IEA (2007): World Energy Outlook 2007. Paris: IEA, 647 Seiten
- [8] PASTOWSKI, A.; FISCHEDICK, M.; ARNOLD, K.; BIENGE, K.; GEIBLER, J. v.; MERTEN, F.; SCHÜWER, D.; REINHARDT, G.; GÄRTNER, S. O.; MÜNCH, J.; RETTENMAIER, N.; KADELBACH, S.; BARTHEL, D. (2007): Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bearbeitung: Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt, Energie; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU); Wilhelm-Merton-Zentrum für Europäische Integration und internationale Wirtschaftsordnung; Forschungsstelle Umweltenergie recht e. V. Univ. Würzburg; Endbericht September 2007. Wuppertal: Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt und Energie, 221 Seiten
- [9] SCHINDLER, J.; ZITTEL, W. (2008): Zukunft der weltweiten Erdölversorgung. Berlin: Energy Watch Group, Ludwig-Bölkow-Stiftung. URL: <http://www.energywatchgroup.org>. 104 Seiten
- [10] SCHOLWIN, F.; THRÄN, D.; DANIEL, J.; WEBER, M.; WEBER, A.; FISCHER, E.; JAHRAUS, B.; KLINSKI, S.; VETTER, A.; BECK, J. (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Leipzig: IEU, 150 Seiten

## 4 Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse

### 4.1 Forschungsthemen

#### 4.1.1 Sorghumhirse als Energie- und Rohstoffpflanze – Sortenscreening und Anbauszenarien

##### Problemstellung und Zielsetzung

Als Folge der hohen und weiterhin steigenden Zahl von Biogasanlagen findet in der praktischen Landwirtschaft ein verstärkter Anbau von Pflanzen statt, welche sich zur Erzeugung von Methan eignen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, über leistungsstarke Energiepflanzen mit entsprechenden Qualitätseigenschaften zu verfügen. Der bislang praktizierte Energiepflanzenanbau beschränkt sich weitgehend auf den Anbau von Mais, allerdings birgt diese Konzentration auf eine Hauptenergiepflanze Risiken, so dass Ergänzungen und Alternativen für den Mais zu entwickeln sind. Als alternative Kulturpflanze bietet sich die Sorghumhirse (*Sorghum bicolor*) an, da diese Pflanze aufgrund ihres Wärmeanspruchs und effizienten Wassernutzung wichtige Vorbedingungen zur Nutzung einer im Frühsommer ausgesäten Zweitfrucht nach einer Ganzpflanzensilage erfüllt.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Hirseanbau ist die Wahl von Sorten, deren Ertragsleistung und Qualitätseigenschaften unter hiesigen Anbaubedingungen überzeugen. Aufgrund des aktuell noch geringen Flächenumfanges des Hirseanbaus in Deutschland stehen den Landwirten bislang nur wenige Sorten zur Verfügung. Weltweit gesehen zählt allerdings die Sorghumhirse zu den fünf Hauptnahrungskulturen, so dass außerhalb Deutschlands sehr viele Zuchtsorten für die unterschiedlichsten Nutzungsrichtungen (Weide, Silage, Grünfutter, Korn, Faser, Zucker) entwickelt wurden. Vor dem Hintergrund der neuartigen Nutzung als Energie- und Rohstoffpflanze wurde die vorhandene Sortenvielfalt der Sorghumhirsensorten einer eingehenden Prüfung unterzogen, um zu bestimmen, welche Wuchstypen und Sorten sich unter hiesigen Bedingungen eignen.

Beginnend im Herbst 2005 wurden weltweit verschiedene, verfügbare Sorghumhirsensorten gesammelt und bis zum Jahr 2007 auf 255 Sorten ausgedehnt und in einem Parzellenversuch im Straubinger Gäu angebaut. Im dritten Versuchsjahr 2008 wurde eine Eingrenzung der unter bayrischen Klimabedingungen erfolversprechenden Sorten durchgeführt. Insgesamt konnten mit 278 Sorten etwa 18 % des weltweiten Sortensortiments getestet werden. Neben dem Trockenmasseertrag und dem Trockensubstanzgehalt wurden auch die Inhaltsstoffe, welche die Silierfähigkeit und letztendlich den Gasertrag bestimmen, und die Gasausbeuten rechnerisch sowie auszugsweise in Gärtests bestimmt.

Zur Produktionstechnik im Sorghumanbau sind nur wenige Hinweise aus den 80er Jahren und älteren Datums vorhanden. Da neuere Sorten durchaus andere Anforderungen an die Produktionstechnik stellen und der Kenntnisstand im Hirseanbau, in klimatisch kühlen Regionen, mit dem des Maisanbaus von vor 30 - 40 Jahren vergleichbar ist, bedarf es für einen rentablen Hirseanbau umfangreicher Anbauversuche. Von der Praxis werden vor allem für trockenere Lagen vermehrt Kulturen gesucht, welche trockenheitsverträglich sind und nach frühräumenden Kulturen im Frühsommer noch zum Anbau kommen können. Außerdem wird nach Pflanzen mit ebenbürtigem Ertrag zu Mais gesucht. Ziel war es, in einem mehrfaktoriellen Versuch das Ertragspotenzial drei

unterschiedlicher Sorghumtypen (*S. bicolor*, *S. bicolor* x *S. sudanense* und *S. sudanense*) unter verschiedenen produktionstechnischen Bedingungen zu testen. Daraus konnten besonders geeignete Saatstärken und Reihenweiten abgeleitet werden.

### **Arbeitsschwerpunkte**

- weltweite Beschaffung von Saatgutmustern
- Anbau in einem Sortenscreening
- Ertragsermittlung
- Qualitätsbestimmung
- Identifizierung vielversprechender Sorten
- Faktorieller Parzellenanbau, 4-fach wiederholt
- 4 Reihenweiten, 4 Saatstärken
- Bonituren nach Plan und Feststellungen von Krankheiten und Schädlingen
- Herbizidversuch, 4-fach wiederholt
- 13 Wirkstoffe im Test
- Prüfung auf Kulturverträglichkeit und Wirkung gegen Unkrautspektrum in Hirse

### **Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

### **Bearbeiter**

Dr. Albrecht Roller, Franz Heimler, Alois Aigner, Michael Kandler, Heidelinde Lummer, Benno Sötz

### **Kooperation**

- Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- Institut für Pflanzenschutz (IPS) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)



#### **4.1.2 Anbautechnik Sorghumhirse – Ein Beitrag zur Diversifizierung des Energiepflanzenpektrums**

Die Verwendung von Energiepflanzen in Biogasanlagen findet ein stetig wachsendes Interesse. Auf Grenzstandorten mit sandigen Böden und in Gebieten mit Sommertrockenheit, verliert der Mais an seiner Vorzüglichkeit. Auf diesen Standorten können andere Fruchtarten, insbesondere Sorghumhirsen Vorteile gegenüber dem Mais bringen.

Ziel des Verbundvorhabens ist es, Energiehirse für leichte über mittlere Standorte bis hin zu guten Lößböden in Deutschland in den anbautechnischen Parametern zu optimieren. Es sollen Grundlagen geschaffen werden für ein risikoarmes und wirtschaftlich stabiles und umweltfreundliches Anbauverfahren. Die Zielstellungen des Vorhabens werden bundeslandübergreifend bearbeitet. Dabei werden Sortenversuche mit Futterhirsen und Sorghum-Sudanhybriden auf Lössboden bei ca. 700 mm Jahresniederschlag durchgeführt. Es gilt zu prüfen, wie sich die unterschiedlichen Sortentypen und Sorten in der Praxis unter hiesigen Bedingungen bezüglich Bestandsbildung, Ertrag und Qualität verhalten.

Besondere Bedeutung hat die Produktionstechnik, die wesentlichen Einfluss auf die Ertragsbildung hat. Optimale Saatstärken und Reihenweiten unter Berücksichtigung der Sorten und Standortgegebenheiten sind zu untersuchen. Deren Auswirkungen auf die Bestandsparameter wie Bestockung, Standfestigkeit, Krankheiten und Schädlingen müssen erfasst und bewertet werden. Der physiologisch produktive und sichere Vegetationszeitraum für Hirse muss an den unterschiedlichen klimatischen Standorten Deutschlands ausgelotet werden.

In einem Herbizidversuch kommen vier vielversprechende Herbizide und unterschiedliche Aufwandmengen zur Anwendung. Bonitiert werden die Unkrautbekämpfungsleistung und deren Kulturverträglichkeit.

Ausschließlich in Straubing werden in Mischanbauversuchen zwei unterschiedliche Sorghumtypen reihenweise alternierend auf einer Parzelle angebaut. Dabei kommt jeweils eine absolut standfeste und niedrigwüchsige Körnerhirse als Stützfrucht für die hochwüchsige, ertragsstarke, von Lager bedrohte Futterhirse zum Anbau. Hierbei wird das Ausmaß des Lagers im Vergleich zur Reinsaat bonitiert. Ergänzend werden die möglichen Auswirkungen des Sortenmischanbaus auf den Krankheits- und Schädlingsbefall untersucht, um eventuell positive Effekte auf die Bestandsgesundheit verglichen zum Reinbestand erkennen zu können.

Zusätzlich zu den Feldversuchen soll eine Umfrage zur Akzeptanz und Praktikabilität des Sorghumanbaues für den süddeutschen Raum, mit seinen häufig kleinflächigen Agrarstrukturen, Aufschluss über den Wissensstand und die Verbreitung des Sorghumanbaus in der Praxis geben.

**Arbeitsschwerpunkte**

- Sortenversuch
- Erprobung der Produktionstechnik
- Mischanbau von Sorghum
- Ertragsermittlung
- Qualitätsbestimmung
- Verträglichkeit und Wirkung von Herbiziden
- Praxisumfrage zum Sorghumanbau

**Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

**Bearbeiter**

Dr. Albrecht Roller, Alois Aigner, Michael Kandler, Josef Sennebogen

**Kooperation**

- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Dornburg
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Leipzig
- Brandenburgisches Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LVLf), Güterfelde
- Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau von Sachsen-Anhalt (LLG), Bernburg
- Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

**Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

**4.1.3 Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen****Problemstellung und Zielsetzung**

In den letzten Jahren hat die landwirtschaftliche Produktion von Substraten für die Biogasanlage einen enormen Zuwachs erfahren. Deshalb gewinnt die Entwicklung von nachhaltigen Anbausystemen für die Substratproduktion an Bedeutung. Die veränderte Nutzung von Ackerkulturen wie z. B. die Ganzpflanzennutzung von Getreide sowie der Anbau neuer Kulturarten wie Sorghumhirse erfordert eine Anpassung der Produktionstechnik sowie die Entwicklung von nachhaltigen Fruchtfolgen.

Seit 2005 läuft das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) geförderte und von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) betreute Verbundvorhaben EVA (**E**ntwicklung und **V**ergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) an mittlerweile acht Standorten in Deutschland. In diesem Vorhaben werden alte und neue Kulturarten in unterschiedlichen Anbausystemen auf ihre Ertragsfähigkeit und ihre Eignung für die Produktion von Biogas geprüft. Das Ziel dieses Verbundprojektes ist es, konkrete Anbauempfehlungen und Fruchtfolgevorschlüsse für die in der Energieproduktion empfehlenswerten Kulturen zu entwickeln. Dabei steht immer die Bewertung des gesamten Fruchtfolgesystems im Vordergrund, die auch eine ökologische und ökonomische Auswertung umfasst.

### **Arbeitsschwerpunkte**

Innerhalb des Verbundvorhabens ist das TFZ am Teilprojekt 1 beteiligt. Hier werden am Standort Ascha, der die Anbaubedingungen der Vor- und Mittelgebirge repräsentiert, in einem Fruchtfolgeversuch fünf Standardfruchtfolgen und drei Regionalfruchtfolgen geprüft. Der Versuch wurde 2005 und um ein Jahr zeitversetzt 2006 als Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. In diesen Fruchtfolgeversuch integriert ist ein Satellitenversuch zur Minimierung des Faktoreinsatzes. Hier wird getestet, inwieweit sich eine Reduzierung der Stickstoffdüngung und der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel auf das Ertragsniveau von drei ausgewählten Fruchtfolgen auswirken. Im Herbst 2008 wurden zwei weitere Versuche zur Gärrestausbringung und -verwertung am Standort Ascha neu angelegt. Diese Versuche werden in Kooperation mit dem Verbundvorhaben „Klimagasemissionen im Energiepflanzenanbau“ durchgeführt. Im „Großen Gärrestversuch“ steht die Wirkung unterschiedlicher Ausbringmengen auf den Ertrag von regional bedeutsamen Energiepflanzen und den daraus resultierenden Klimagasemissionen im Vordergrund. Im „Kleinen Gärrestversuch“ wird eine 100 % organische Düngung mit Gärresten mit einer organisch-mineralischen (50/50) und einer 100 % mineralischen Düngung im Fruchtfolgeregime verglichen.

Ein weiterer Satellitenversuch wurde zum Mischfruchtanbau von Mais und Sorghumhirse in Aholting, an einem sommertrockenen Standort in der Donauaue, angelegt. Hier soll geprüft werden, inwieweit durch den Gemengepartner Sorghumhirse das Risiko von Ertragsausfällen bei Mais in trockenen Jahren minimiert werden kann. Gleichzeitig kann der Gemengepartner Mais möglicherweise der Lagerneigung der Sorghumhirse entgegenwirken und die Silierfähigkeit verbessern.

Im Teilprojekt 6 werden unter Leitung der Universität Kassel Versuche zur Zweikulturnutzung durchgeführt, die die Produktion hochwertiger Biomasse unter optimaler Flächenausnutzung zum Ziel haben. Der Systemversuch zur Zweikulturnutzung am Standort Straubing wurde nach dreijähriger Versuchslaufzeit 2008 abgeschlossen. Die besten Varianten werden mit einer reduzierten Versuchsanlage in Hofdorf (35 km südwestlich von Straubing) fortgeführt, um die bisherigen Ergebnisse besser absichern zu können. An diesem Standort werden zusätzlich in einem Versuch zur Zweikulturnutzung unter ökologischen Anbaubedingungen verschiedene Kulturarten (Mais, Sorghumhirse, Buchweizen) auf ihre Ertragsleistung nach überjährigem bzw. eineinhalbjährigen Kleegrasanbau geprüft.

Die Verbundpartner im Projekt sind:

- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Dornburg
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA), Gülzow
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Leipzig
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Rheinstetten
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWKNS), Oldenburg und Hannover
- Brandenburgisches Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LVLV), Güterfelde
- Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau von Sachsen-Anhalt (LLFG), Bernburg
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität Gießen
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK), Bad Sassendorf
- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), Müncheberg
- Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen
- Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.
- Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft des Julius-Kühn-Instituts (JKI), Braunschweig
- Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe der Universität Kassel, Witzenhausen

### **Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

### **Bearbeiter**

Dr. Maendy Fritz (bis 20.04.2008), Dr. Kathrin Deiglmayr, Beate Formowitz, Franz Heimler, Markus Krinner, Stefan Wiesent, Heidelinde Lummer, Christian Loher

### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

#### **4.1.4 Langjährige Erhebungen bei verschiedenen Miscanthuserkünften auf drei Standorten Bayerns**

##### **Problemstellung und Zielsetzung**

Zu Beginn der Miscanthusforschung waren nur spärliche Angaben über Ertragsleistungen und Wuchsverhalten von Miscanthus in Europa, meist aus recht jungen Beständen, vorhanden. Die

früheren Ergebnisse über die Anbauansprüche von *Miscanthus*, die nur auf sehr kurzzeitigen Beobachtungen basieren, ließen allenfalls Annahmen über Langzeitanprüche der Kultur zu. Zudem wird eine sehr große Spannweite an Erträgen (8 bis 44 t/ha) für den mitteleuropäischen Raum angegeben. Ziel der vorliegenden Langzeiterhebungen an drei Versuchsstandorten ist es daher, anhand pflanzenbaulicher Parameter wie z. B. Wuchshöhen, Trockenmasseerträge, Nährstoffgehalte,  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden, etc., zuverlässige Aussagen über Ertragsstabilität und Nährstoffkreisläufe zu treffen, aus denen die Anbaueignung verschiedener *Miscanthus*sorten in unterschiedlichen Regionen Bayerns abgeleitet wird. Aus diesen Erkenntnissen heraus gilt es Praxisempfehlungen für bayerische Landwirte zum *Miscanthus*anbau und dessen Verwendung zu erarbeiten.

### **Arbeitsschwerpunkte**

Die im Zeitraum 1987 bis 1991 in Bayern angelegten *Miscanthus*versuche sind an drei Standorten unter der Bearbeitung des TFZ noch erhalten, die Bestände sind mittlerweile im 19. bzw. 20. Jahr. Es werden die Ertragsleistungen von *Miscanthus x giganteus*, *Miscanthus sinensis* 'Goliath' und *Miscanthus sinensis* 'Gracillimus' verglichen, in zwei Versuchen außerdem die Auswirkung unterschiedlicher N-Düngestufen.

### **Zusammenfassung der Ergebnisse**

Für die Ertragsunterschiede von *Miscanthus x giganteus*, dessen Spitzenerträge 34 t/ha\*a in Freising, 26 t/ha\*a in Puch und 24 t/ha\*a in Güntersleben erreichen, sind vor allem höhere Temperaturen (in Freising) und geringere Niederschlagsmengen (in Güntersleben) bzw. die exponierte Lage und damit erhöhte Lagergefahr (in Puch) ausschlaggebend. Generell lässt sich sagen, dass eine Stickstoffdüngung auf guten Standorten zu einer Ertragssteigerung führen kann, jedoch unter Umständen die Qualität des Ernteguts durch vermehrte Blattanteile verringert und daher nicht empfohlen werden kann. *Miscanthus x giganteus* liefert bis zu 10 t/ha\*a höhere Erträge als *M. sinensis* 'Goliath' und *M. sinensis* 'Gracillimus'. Letztere ist für den Anbau als nachwachsender Rohstoff aufgrund niedriger Erträge und hohem Blattanteil im Erntegut nicht geeignet.

### **Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

### **Bearbeiter**

Benno Sötz, Michael Kandler, Beate Formowitz, Dr. Maendy Fritz

### **Kooperation**

- Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising
- Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), Veitshöchheim

**Geldgeber**

Haushalt TFZ

**4.1.5 Austriebsverhalten von Rhizomabschnitten aus *Miscanthus x giganteus* in Abhängigkeit von Alter und Lage im Mutterrhizom****Problemstellung und Zielsetzung**

Das Rhizom von *M. x giganteus* wächst ringförmig auseinander, neue Triebe werden vermehrt in den äußeren, d. h. jüngeren Rhizombereichen gebildet, während das Zentrum verkahlt. In der Praxis wurde häufig eine Rodung zur Gewinnung von neuem Pflanzgut durchgeführt, um auf diese Weise noch eine zusätzliche Wertschöpfung zu erzielen. Pflanzgut aus den älteren Rhizomteilen oder generell älteren *Miscanthus*beständen könnte eine geringere Triebkraft aufweisen oder sogar schon abgestorben sein, und zu verfahrensbedingten Lücken im Neubestand führen.

Das Versuchsziel ist eine Bewertung von *Miscanthus*pflanzgut in Form von Rhizomabschnitten hinsichtlich der Austriebsfähigkeit. Die maximal möglichen Austriebszahlen sollen unter kontrollierten Bedingungen ermittelt werden, um den Praktikern eine Abschätzung des maximalen Feldaufgangs bzw. den verfahrensbedingten Aufgangslücken in neu angelegten Beständen zu ermöglichen.

**Arbeitsschwerpunkte**

Die im Jahr 2005 erhobenen Daten wurden in 2008 intern in ausführlicher Form ausgewertet und in Berichtform abgefasst. Im Jahr 2009 ist ihre Veröffentlichung in zwei Berichten gemeinsamen mit der Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) geplant. Des Weiteren wird ein „*Miscanthus* Status Quo-Seminar“ im Herbst 2009 am TFZ in Straubing stattfinden.

**Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die Mutterrhizome aus einem 4-jährigen *Miscanthus*bestand zeigen mit 86 % ausgetriebenen Rhizomabschnitten die beste Eignung für die Vermehrung. Auch die Mutterrhizome aus dem 2-jährigen Bestand erreichen mit 83 % ähnlich hohe Austriebsraten und können daher für die Pflanzgutproduktion herangezogen werden. Der Anteil ausgetriebener Rhizomabschnitte liegt für die 7-jährigen Mutterrhizome bei nur 64 %, dies entspräche 36 % Fehlstellen allein aufgrund der Rhizomqualität. Dies macht deutlich, dass sich ältere *Miscanthus*bestände nur bedingt zur Rhizomvermehrung eignen.

**Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

**Bearbeiter**

Benno Sötz, Dr. Maendy Fritz

**Geldgeber**

Haushalt TFZ

**4.1.6 Eignung von *Miscanthus x giganteus* als biogassubstratliefernde Kultur****Problemstellung und Zielsetzung**

Mit seinen hohen Aufwuchsraten erscheint *Miscanthus x giganteus* auf den ersten Blick als potenzieller Substratlieferant für Biogasanlagen. Nach Abschluss der Hauptwachstumsphase im Sommer stehen große Mengen noch grüner Biomasse bereit, die theoretisch für die Biogasgewinnung genutzt werden könnten. Da den Winter über keine Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen werden, stellen die im Herbst verlagerten Nährstoffe im Frühjahr das wichtigste Nährstoffreservoir für den Neuaustrieb dar. Somit könnten frühe Schnitte die Reservestoffeinlagerung ins Rhizom verringern und so zu einer langfristigen Schwächung des Bestandes führen.

**Arbeitsschwerpunkte**

Ausgehend von diesen Versuchshypothesen sollte mittels unterschiedlicher Schnittzeitregime bei *Miscanthus x giganteus* untersucht werden, in wieweit sich eine frühe Ernte nach der Hauptwachstumsphase auf das folgende Wachstum und die Erträge in den Folgejahren auswirkt. Mittels Erhebungen der Triebzahlen je Pflanze, Wuchshöhen und Trockenmasseerträge sollten Rückschlüsse auf die pflanzenbauliche Tauglichkeit von *Miscanthus* als Lieferant grüner Biomasse für die Biogasanlage getroffen werden. Eine ausführlichere Beschreibung des Versuchs findet sich im Kapitel 4.2.3 dieses Jahresberichts.

**Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

**Bearbeiter**

Benno Sötz, Michael Kandler, Beate Formowitz, Dr. Maendy Fritz

**Geldgeber**

Haushalt TFZ

#### **4.1.7 Demonstrationsanbau zur Beurteilung der Anbaueigenschaften verschiedener Pflanzenarten**

##### **Problemstellung und Zielsetzung**

Alle gängigen und etablierten Kulturarten sind prinzipiell auch als Nachwachsende Rohstoffe zu verwenden, mit unterschiedlicher Eignung für die stoffliche und/oder energetische Verwertungsrichtung. Alte, in Vergessenheit geratene Arten können ebenso als Nachwachsender Rohstoff geeignet sein wie neue, noch nicht auf diese Verwendung geprüfte.

##### **Arbeitsschwerpunkte**

Die Demonstrationsfläche des TFZ wird für Vor- oder Tastversuche bezüglich neuer Kulturarten sowie bekannten Kulturen in neuen Nutzungsrichtungen verwendet. Auf kleinräumigen Parzellen und ohne aufwendige Versuchsanlage werden diese Kulturen probeweise angebaut, um sie unter den hier vorherrschenden Standort- und Produktionsbedingungen zu testen und Erfahrungen mit ihnen zu sammeln. Neue Pflanzenarten können dann bei positiven Ergebnissen in folgenden Exaktversuchen weiter untersucht werden.

Aus dem Forstbereich wurden die schnellwachsenden Gehölze Pappel, Roterle und Weide etabliert. Neben dem Demonstrationsanbau von *Miscanthus x giganteus* werden noch über 10 weitere Sorten bzw. Selektionen erhalten. Außerdem befinden sich vier Topinambursorten, Rumex, Rohrglanzgras sowie einige Pflanzen *Arundo Donax* im Anbau. Für das Jahr 2009 ist eine Umgestaltung der Fläche mit Aufgabe bzw. Umpflanzung einiger Kulturen geplant, um so die Parzellenanordnung zu verbessern und hier nicht erfolgreich anbaubare Kulturen nicht weiter zu präsentieren.

##### **Projektleiter**

Dr. Maendy Fritz

##### **Bearbeiter**

Franz Heimler, Alois Aigner, Michael Kandler, Benno Sötz

##### **Geldgeber**

Haushalt TFZ



## **4.2 Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte**

### **4.2.1 Sorghumhirse als Energie- und Rohstoffpflanze - Sortenscreening und Anbauszenarien**

Dr. Albrecht Roller, Dr. Maendy Fritz, Franz Heimler, Alois Aigner, Michael Kandler, Markus Krinner, Heidelinde Lummer, Benno Sötz

#### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)

#### **Einleitung und Problemstellung**

Die Szenarien zum Klimawandel sagen speziell für den süddeutschen Raum einen über dem Durchschnitt liegenden Temperaturanstieg voraus, vor diesem Hintergrund erscheint eine frühzeitige Suche nach trockentoleranten und gleichzeitig ertragsstarken Kulturpflanzen, auch für die energetische Nutzung, ratsam. Das Technologie- und Förderzentrum hat seit 2006 ein umfangreiches Sortenscreening an Sorghumhirse mit finanzieller Unterstützung durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt.

Das Herkunfts- und Domestikationszentrum der Sorghumhirse in Nordostafrika legt nahe, dass unter den Hirsen sehr hitze- und trockentolerante Genotypen zu erwarten sind. Da Sorghum wie Mais zu den wärmebedürftigen C4-Pflanzen zählt, ist zu erwarten, dass Sorghumhirse hohe Strahlungsintensitäten und hohe Temperaturen sehr effizient in Photosyntheseleistung und damit in die Produktion von Biomasse umsetzen kann. Allerdings lagen für hiesige Anbaubedingungen keine ausreichend abgesicherten Empfehlungen für den Anbau der Sorghumhirse vor. Auch die Datenbasis zu Ertragspotenzial, Qualitätseigenschaften und agronomischen Merkmalen war ungenügend, so dass viele Aspekte im Anbau dieser Pflanzenart grundlegend zu untersuchen, und gegebenenfalls zu optimieren waren. Weiter ist damit zu rechnen, dass der Maisanbau unter zunehmendem Schädlings- und Krankheitsdruck (z. B. Westlicher Maiswurzelbohrer) leiden wird. Auch unter diesem Aspekt stellen die Hirsen eine mögliche Ergänzung zum Maisanbau dar.

#### **Zielsetzung**

Als erstes Ziel war zu prüfen, ob sich Sorghum als subtropische Pflanze aus dem Herkunftsgebiet der Trockensavannen von Nordostafrika unter den kühl-gemäßigten Klimabedingungen Bayerns erfolgreich anbauen lässt. Dabei sollten auch die grundlegenden Anforderungen an Saatbett, Saatechnik und Saattermin für einen gleichmäßigen Feldaufgang geklärt und die Keimfähigkeit und Triebkraft des Saatgutes über Laborverfahren bestimmt werden, um die tatsächlich notwendige Saatstärke bestimmen zu können. Die phänotypischen Merkmale unterschiedlicher Sorghumsorten, die im Lauf der nutzbaren Vegetationszeit als Reaktion auf die Witterungsschwankungen auftreten, sollten bonitiert werden, um Rückschlüsse auf die Umweltanpassung der unterschiedlichen Arten und Sorten zu erlauben. Die Dokumentation der Zeitspannen bis zum Erreichen wesentlicher Vegetationsstadien wie Bestockungsphase, Rispschieben, Blüte und Silier-Reife war ein wichtiger Teil der Untersuchungen. Oberstes Ziel war die Identifizierung der Sorten mit dem

höchsten Ertrag, günstiger Inhaltsstoffzusammensetzung für eine hohe Methanausbeute und guter Standfestigkeit. Natürlich sollten auch Erfahrungen zum Befall mit Schädlingen und Krankheiten gewonnen werden, um Hinweise auf notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen und Fruchtfolgewirkungen zu erhalten.

In separaten produktionstechnischen Versuchen sollten an interessanten Sorten pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Variation von Saatstärke, Düngung und Reihenweite in ihrer Wirkung auf Ertrag, Qualität und Standfestigkeit von Hirse untersucht werden. Aus der Zusammenführung der Ergebnisse des Sortenscreenings und der produktionstechnischen Versuche am TFZ, aber auch von externen Versuchsanstellern, sollten die Ansprüche der Hirsen an die Wachstumsfaktoren klar herausgearbeitet werden. Daraus können pflanzenbauliche Empfehlungen für die Praxis abgeleitet und zur Verfügung gestellt werden.

## **Material und Methoden**

### **Beschreibung der Versuchsstandorte**

Die Versuchsflächen des Sortenscreenings und der Produktionstechnikversuche befinden sich in der Landschaftseinheit des Gäubodens bei Straubing. Der Standort liegt auf 48° 54' N Breite und 12° 32' O Länge auf 335 m Höhe. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,3 °C bei 675 mm Jahresniederschlag. Am Versuchsstandort steht ein Lössboden aus schluffigem Lehm (Bodenart) als Parabraunerde (Bodentyp) mit der Ackerzahl 73 bis 76 an. Eine regionstypische Fruchtfolge ist Kartoffeln - Wintergetreide - Zwischenfrucht - Zuckerrüben. Als Vorfrucht auf den Versuchsflächen standen 2006 Winterweizen, 2007 Winterweizen und 2008 Kartoffeln. Die  $N_{\min}$ -Gehalte betragen im Jahr 2006 180 bis 200 kg N/ha, 2007 ca. 160 kg N/ha und 2008 70 bis 90 kg N/ha.

### **Witterungsverhältnisse in den Anbaujahren**

Der Witterungsverlauf in den Versuchsjahren 2006 bis 2008 war von großen Unterschieden geprägt. In 2006 hielt von Mai bis Juni wechselhafte Witterung an, welche zu einer späten Aussaat zwang, und der eine langsame Jugendentwicklung folgte. Die Hirsepflanzen konnten allerdings den Rückstand gut ausgleichen, da von Juli bis in den Oktober warme bis heiße Temperaturen vorherrschten. Im Jahr 2007 herrschte bis Juni warmes Wetter vor, während sich von Juli bis September, der Hauptwachstumsphase von Hirse, eine eher feuchte und kühle Witterung einstellte. In 2008 zeigte sich der Mai relativ trocken, darauf folgte ein kühler Juni mit mehrmaligen nächtlichen Tiefstwerten von nur ca. 4 °C. Auch der September hatte unterdurchschnittliche Temperaturen mit ersten Frostnächten.

Betrachtet man die Temperatursummen der Vegetationszeit vom 10. Mai bis 10. Oktober während der drei Versuchsjahre, war 2006 mit 2.538 °C das wärmste und beste Sorghumjahr, gefolgt von 2008 mit der mittleren Temperatursumme von 2.487 °C und dem kühlestem und folglich auch schwächstem Ertragsjahr 2007 mit nur 2.245 °C (Abbildung 2).

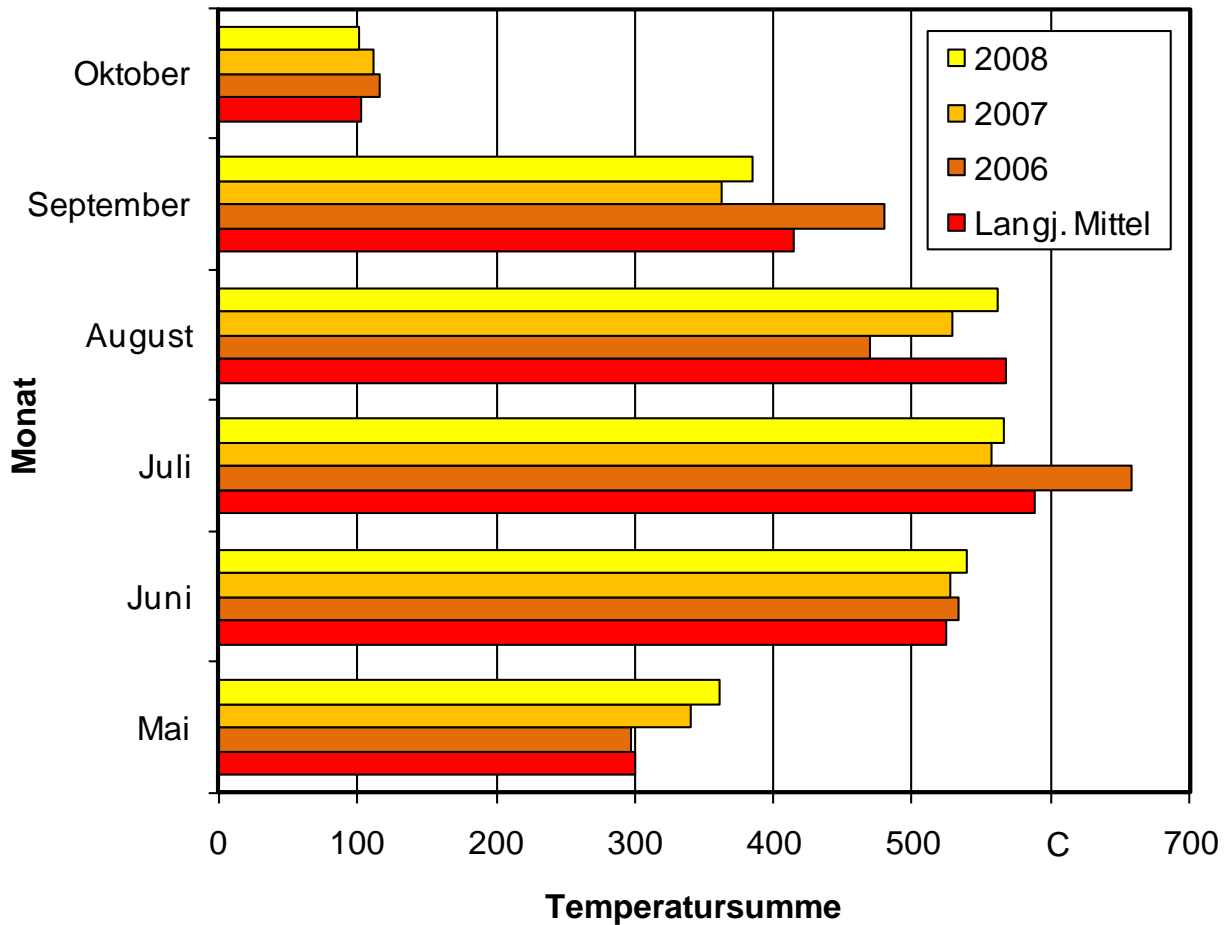


Abbildung 2: Monatstemperatursummen während der Vegetationsperiode von Sorghum in den 3 Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel

### Versuchsanlagen und Durchführung

Im **Sortenscreening** wurden insgesamt 278 verschiedene Sorghumsorten angebaut, dies entspricht etwa 18 % der weltweit verfügbaren Sorghumsorten. Das Sorghumsortiment enthielt die drei landwirtschaftlich bedeutsamen Sorghumarten *Sorghum bicolor*, *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* sowie *Sorghum sudanense*, innerhalb derer die unterschiedlichen Typen wie Zuckerhirse, Futterhirse, Faserhirse, Körnerhirse und Sudangras enthalten waren. Das Sortenscreening wurde in allen 3 Projektjahren durchgeführt. Jede Sorte wurde in 3 Wiederholungen in einer randomisierten Blockanlage mit Gruppierung nach Wuchshabitus angebaut. In den ersten 2 Anbaujahren lag die Sortenzahl bei 225 bzw. 255 Sorten, im dritten Anbaujahr konnten die in den Vorjahren getesteten Sorten auf 52 unter hiesigen Bedingungen vielversprechende Sorten reduziert werden. Die Aussaat erfolgte mit einer herkömmlichen Getreidedrillmaschine bei einer Saatstärke von 25 keimfähigen Körner/m<sup>2</sup>, der Reihenabstand betrug 50 cm. Bei sechs Reihen und einer Reihlänge von 7,2 m errechnet sich eine Parzellengröße von 21,6 m<sup>2</sup> mit einer Kernerntefläche von 14,4 m<sup>2</sup>. Bei hohen N<sub>min</sub>-Gehalten zur Saat wurden Ende Juni weitere 70 kg N/ha ausgebracht, zeitgleich mit dem Herbizid Certrol B (Aufwandmenge 1,5 l/ha).

Parallel zum Sortenscreening wurde in allen 3 Jahren ein mehrfaktorieller **Produktionstechnikversuch** angelegt, getrennt für die Arten *Sorghum bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense*. Getestet

wurden anfangs 2 Sorten, im 3. Jahr wurden diese durch 6 neue Sorten ersetzt. Es wurden die drei Faktoren Stickstoffdüngung, Reihenabstand und Saatstärke in den in Tabelle 1 dargestellten Faktorstufen geprüft, die mit fortschreitendem Erkenntnisgewinn modifiziert wurden.

Tabelle 1: Verwendete Hirsearten und Sorten im Produktionstechnikversuch

| Jahre                                      | 2006                         | 2007                         | 2008  |
|--|------------------------------|------------------------------|---|
| Sorten                                     | Sucrosorgo 506<br><br>Susu   | Sucrosorgo 506<br><br>Susu   | Sucrosorgo 405<br>Goliath<br>KSH 6016<br>Silo 901<br>Lussi<br>Trudan Headless |
| N-Düngung<br>[kg N/ha]                     | 0<br>50<br>100<br>150        | 0<br>50<br>100<br>150        | 0<br>50<br>100<br>150<br>200 (in 2 Gaben)                                     |
| Saatstärke<br>[kf. Körner/m <sup>2</sup> ] | 10<br>40<br>70<br>100        | 25<br>40<br>70<br>100        | 25<br>40<br>80  |
| Reihenabstand<br>[cm]                      | 14,5<br>29,5<br>50,0<br>75,0 | 14,5<br>29,5<br>50,0<br>75,0 | 29,5<br>37,5  |

In dem **mehrortigen, bayernweiten Sortenversuch** wurden 2006 an 5 Standorten 7 Sorghumsorten, 2007 an 10 Standorten insgesamt 15 Sorten und 2008 an 7 Standorten 12 Sorten unter gleichen produktionstechnischen Bedingungen angebaut. Der Versuch wurde als Alpha-Gitteranlage mit dreifacher Wiederholung angelegt, die Saatstärke betrug 30 Körner/m<sup>2</sup>, die Saat wurde mit einem Getreidedrillgerät durchgeführt. Die Wurzelstöcke von 2 Sorten an 2 Standorten (Straubing, Euerhausen) wurden auf ihre Infektion mit Rübenfäule (*Rhizoctonia solani*) untersucht.

Aus dem Sortenscreening wurden 160 Sorten im Jahr 2006, 40 Sorten im Jahr 2007 und 60 Sorten im Jahr 2008 ausgewählt und an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Labor einem **Test der Keimfähigkeit** und einem **Kalttest** unterzogen. Während die Samen sich beim Test der Keimfähigkeit bei 25 °C optimal entwickeln können, wird beim Kalttest eine Stressphase mit unterschiedlich kühlen Temperaturphasen für 7 Tage vorgeschaltet. 2006 lag die Temperatur der Stressphase bei 10 °C. Im Jahr 2007 wurde diese Stresstemperatur auf 15 °C angehoben. In 2008 wurden zwei Stressphasen mit 12 °C und 15 °C gewählt. Die Änderungen der Kaltphase wurden vorgenommen, um die Bodentemperatur praxisnah zum Zeitpunkt der Aussaat abzubilden. Die in diesen Tests untersuchten Sorten wurden 2006 an 3 Standorten, im Jahr 2007 nur an einem angebaut. 2008 wurden 8 Sorghumsorten an 4 Standorten mit der am jeweiligen Standort verfügbaren Technik ausgesät, um Feldaufgangswerte aus unterschiedlichen Umwelten zu erhalten.

Bei der **Beerntung** wurde der gesamte Aufwuchs je Parzelle mit einem reihenunabhängigen Häcksler auf eine Schnittlänge von ca. 1 cm zerkleinert und auf dem Feld im Probenehmer verwogen. Die **Probennahme und -aufbereitung** umfasste neben Proben für die Bestimmung des Trockenmasseertrags folgend genannte Schritte: Mittels bei 105 °C getrockneten Referenzproben wurden sämtliche Trockenmasseerträge auf absolute Trockensubstanzgehalte standardisiert. Dieses Verfahren entspricht im Wesentlichen der Wertprüfung bei Mais. Zur Analyse der Inhaltsstoffe wurde von jeder Variante eine Mischprobe von ca. 1 kg Frischmaterial entnommen und auf dem Feld verwogen, anschließend bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zurückgewogen. Am so getrockneten Material erfolgte eine weitere Probeentnahme und die Analyse der wertgebenden Inhaltsstoffe (Weender-Analyse inkl. Van-Soest-Analyse): Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Rohasche, Stärke, Zucker, NDF, ADF, ADL, Gesamt-C, N<sub>org</sub>, P, K, Ca, Mg und S. An 20 verschiedenen Sorghumsorten wurden Batchtests an frischem Pflanzenmaterial zur Bestimmung der Methanausbeute durchgeführt.

## Ergebnisse

### Ergebnisse des Sortenscreenings

Die **Ertragsspanne** der Sorghumsorten reichte in den drei Versuchsjahren von 7,5 bis 27,5 t/ha Trockenmasseertrag (TM) und von 17 bis 36 % Trockensubstanzgehalt (TS). Einige vielversprechende Sorten konnten in allen drei Versuchsjahren und im direkten Vergleich zu Mais überzeugen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ertragsparameter vielversprechender Sorghumsorten aus dem Sortenscreening in Straubing sowie Ertragsspannen von Mais am gleichen Standort

| Sorte                                 | Typ<br>bzw.<br>FAO-Zahl                    | Trockenmasseertrag<br>[dt/ha] |      |      | TS-Gehalt<br>[%] |      |      | Wuchshöhe<br>[cm] |      |      |
|---------------------------------------|--|-------------------------------|------|------|------------------|------|------|-------------------|------|------|
|                                       |  | Versuchsjahre                 |      |      |                  |      |      |                   |      |      |
|                                       |  | 2006                          | 2007 | 2008 | 2006             | 2007 | 2008 | 2006              | 2007 | 2008 |
| <b>Biomass 140</b>                    | <i>S. bicolor</i>                          | 243                           | 228  | 245  | 24,5             | 27,5 | 28,7 | 380               | 335  | 410  |
| <b>Goliath</b>                        | <i>S. bicolor</i>                          | 259                           | 215  | 221  | 24,4             | 26,2 | 28,0 | 430               | 370  | 400  |
| <b>Sucrosorgo 405</b>                 | <i>S. bicolor</i>                          | 241                           | 200  | 198  | 23,3             | 25,9 | 24,6 | 375               | 310  | 335  |
| <b>Silo 901</b>                       | <i>S. bicolor</i><br>(Körnertyp)           | 170                           | 170  | 173  | 25,6             | 28,5 | 27,4 | 175               | 170  | 160  |
| <b>Green Grazer</b>                   | <i>S. bicolor</i> x<br><i>S. sudanense</i> | 172                           | 202  | 211  | 22,6             | 25,2 | 25,9 | 350               | 330  | 335  |
| <b>Lussi</b>                          | <i>S. bicolor</i> x<br><i>S. sudanense</i> | -                             | 200  | 194  | -                | 34,8 | 35,5 | -                 | 330  | 315  |
| <b>Mais –<br/>Saat mit Hirse</b>      | S 200 - 220                                | 181 - 217                     |      |      | 34,2 - 37,1      |      |      | 270 - 290         |      |      |
| <b>Mais – normaler<br/>Saattermin</b> | S 260 - 340                                | 251 - 290                     |      |      | 31,7 - 41,0      |      |      | 310 - 340         |      |      |

Unterteilt nach den drei Sorghumarten, erzielt Futtersorghum (*S. bicolor*) mit im Mittel 18,3 t/ha den höchsten TM-Ertrag bei 22,7 % TS-Gehalt. Die Sorghumhybriden (*S. bicolor* x *S. sudanense*) erreichen durchschnittlich 17,9 t/ha TM-Ertrag bei 23,8 % TS-Gehalt. Das Sudangras (*S. sudanense*) hat gemittelt 14,8 t/ha TM-Ertrag und 25,0 % TS-Gehalt. Den günstigsten TS-Gehalt hat der Körnertyp (*S. bicolor*) mit mittleren Gehalten von 26,6 % TS bei 14,1 t/ha TM-Ertrag. In allen genannten Arten und Typen übertrafen einzelne Sorten, wie z. B. Goliath mit 25 t/ha TM und 26 % TS, die Mittelwerte der Ertragsparameter erheblich.

Der Zielbereich des mittleren Praxisertrages im bayerischen Maisanbau, den die Sorten bei Trockenmasseertrag und Trockensubstanzgehalt idealerweise erreichen sollen, liegt bei 18 t/ha Trockenmasse und zwischen 25 und 35 % Trockensubstanzgehalt (Abbildung 3).

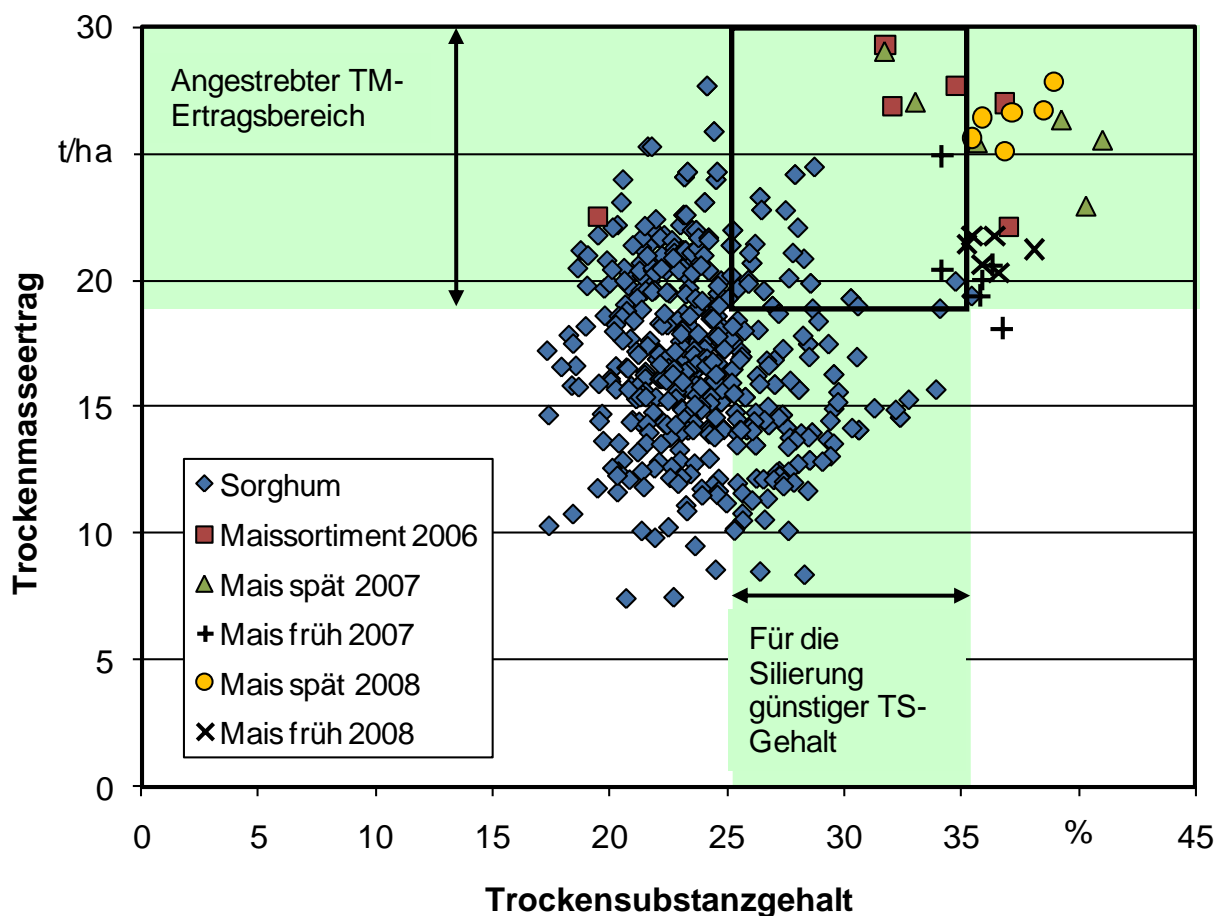


Abbildung 3: Ertragsleistung der Sorghum- und Maisreferenzsorten im Sortenscreening. Das schwarze Rechteck markiert den angestrebten Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollten

Das auf dem Versuchsstandort angebaute frühreife Silomaissortiment erreichte wiederholt etwa 21 t/ha TM-Ertrag bei 36 % TS-Gehalt, während das spätreife Sortiment im Mittel 26 t/ha TM-Ertrag bei 35,4 % TS-Gehalt erzielte. Ertragreiche Sorghumhirsesorten erreichen dieses Ertragsniveau ohne züchterische Anpassung auf die in Bayern vorherrschenden Standortbedingungen, allerdings haben nur einzelne Sorten einen vergleichbar hohen TS-Gehalt. Einige in 2007 und 2008 neu aufgenommene Sorten konnten mit hohem Massenertrag und gleichzeitig hohen bis sehr

hohen TS-Gehalten überzeugen. Eine Normierung der Ertragsleistung auf die zur Verfügung stehenden Wachstumstage zeigt, dass der tägliche Trockenmassezuwachs ertragreicher Hirsetypen ca. 1,8 dt/ha und Tag beträgt, gegenüber ca. 1,7 dt/ha und Tag bei Mais.

Beim Vergleich mit Silomais ist außerdem die unterschiedliche Dauer der Vegetationszeit zu beachten, da die Hirsen etwa fünf Wochen später gesät werden. Weiter ist zu bedenken, dass bei der Silomaisproduktion alle Schritte des Anbaus - von der Sortenwahl über die Bodenvorbereitung bis zum Erntetermin - durch langjährige Versuche und laufende Zuchtfortschritte optimiert sind, während im Hirseanbau noch keine vergleichbaren Produktionsstandards zur Verfügung stehen.

Die geprüften Fittersorghum- und Sorghum/Sudangrastypen erwiesen sich über die Versuchsjahre in der Ertragsleistung annähernd vergleichbar. Die reinen Sudangräser erreichten nur unterdurchschnittliche Erträge, konnten jedoch aufgrund ihrer Frühreife höhere Trockensubstanzgehalte bilden. In Körnerhirsen mit etwa 135 cm Wuchshöhe und ca. 4 cm dicken Stängeln finden sich frühreife Sorten mit hohem Trockensubstanzgehalt, gutem Ertragspotenzial und absoluter Standfestigkeit, bei denen selbst bei Unwettern kein Lager auftritt. In den anderen Sorghumarten wurde die starke Lagerneigung vieler Sorten bei Unwettern in den Jahren 2007 und 2008 offensichtlich.

Die aktuell begrenzenden Faktoren im Sorghumanbau sind die noch eingeschränkte Standfestigkeit, der teils geringe TS-Gehalt und die Kälteunverträglichkeit, wodurch nur eine Saat ab Mitte Mai möglich ist. Derzeit lassen sich etwa 10 Sorten für den Anbau in der Praxis empfehlen. Diese Sorten lassen sich zuverlässig an wärmeren Standorten mit  $> 8$  °C Jahresmittel anbauen, wenn der Zeitraum vom 25.05. bis 05.10. produktiv von Sorghumhirse genutzt werden kann.

Sorghum hat ein dichteres und tieferreichenderes Wurzelsystem als Mais und wird daher als weniger humuszehrend eingestuft. Obwohl die Trockenmasseerträge von Sorghum im Mittel unter denen von Mais liegen, entziehen einzelne Sorghumtypen mehr Phosphor, Kalium und Magnesium. Verlässliche Angaben zur Düngungsbemessung sind bisher noch nicht möglich, als Richtwert kann ein N-Sollwert von 20 % unter dem standortüblichen Mais-Sollwert angesehen werden.

Bezüglich der Anfälligkeit der Hirsen gegenüber **Pflanzenkrankheiten** wurden zwar zahlreiche Schadsymptome wie Chlorosen, Nekrosen oder Verkrümmungen beobachtet, wuchs- oder ertragsmindernde Effekte wurden aber nicht abgeleitet. Der Erreger der Späten Rübenfäule (*Rhizoctonia solani*) wurde bereits 2006 an Sorghum nachgewiesen, in 2007 wurde er an einer von 270 untersuchten Wurzelstockproben aus 2 Anbaugebieten erneut isoliert. In Gebieten mit intensivem Rübenanbau kann Sorghum in der Fruchtfolge daher nicht als Gesundungsfrucht gewertet werden. Analysen des Pflanzenmaterials von Sorghum durch das Institut für Pflanzenschutz der LfL ergaben, dass insbesondere die Blattmittelrippen durch Bakterienbrand (*Pseudomonas syringae*) infiziert waren. In allen drei Anbaujahren und in den meisten Sorten mehr oder weniger deutlich ausgeprägt war die Blattdürre (*Drechslera tritici*).

Der Befall mit **Schädlingen** ist gering, im Verlauf der drei Versuchsjahre wurden an weniger als 10 Pflanzen Fraßspuren des Maiszünslers festgestellt. Nach jetzigem Kenntnisstand können sich zwar die adulten Westlichen Maiswurzelbohrer von Sorghumpollen ernähren, die Larven im Boden scheinen sich allerdings kaum an Sorghumwurzeln entwickeln zu können. Falls dies auch bei einer Ausweitung der Sorghumanbauflächen zutreffend bleibt, könnte Sorghum eine gute Ergänzungsfrucht in maisbetonten Fruchtfolgen sein. Mittlerweise sind drei Herbizide in Sorghum zugelassen, allerdings sind mit Unkrauthirsen belastete Standorte nicht für den Anbau zu empfehlen.

### Ergebnisse der produktionstechnischen Versuche

Die Düngungsvarianten in den produktionstechnischen Versuchen wurden von den teilweise sehr hohen  $N_{\min}$ -Werten der Versuchsstandorte überlagert, so dass bisher keine Ertragseffekte aufgrund der mineralischen **N-Düngung** nachweisbar sind. Auch die Trockensubstanzgehalte zeigten nur eine unbedeutende Streuung, unbeeinflusst von der N-Gabe.

In den Versuchen der Jahre 2006 und 2007 ergaben sich bei den **Reihenweiten** 50 cm, 29,5 cm und 14,5 cm keine signifikanten Ertragsunterschiede. Bei der weiten Reihe (75 cm) wurde zwar ein deutlicher Ertragsabfall gemessen, dieser ist aber weniger auf die Standraumzuteilung als vielmehr auf den unbefriedigenden Feldaufgang in diesem Prüfglied zurückzuführen. Da ein enger Reihenabstand zu einem früheren Bestandsschluss führt und damit die Konkurrenzkraft der Hirse gegenüber Unkräutern sowie den Erosionsschutz verbessert, wird die engere Reihe (37,5 bzw. 29,5 cm) als das günstigere Verfahren angesehen. In 2008 lagen die über die Saatstärken und Düngungsstufen gemittelten Erträge bei den Sorten Goliath, Sucrosorgo 506 und Trudan Headless in der 29,5 cm-Variante bis zu 30 dt/ha niedriger als bei 37,5 cm Reihenweite. Die übrigen Sorten (Lussi, Silo, 5111/02N) zeigten sich unbeeinflusst von der Reihenweite. Bei den eingeschränkt standfesten Sorten war zusätzlich eine stärkere Lagerneigung bei 29,5 cm Reihenabstand zu verzeichnen, daher scheint nach bisherigem Kenntnisstand die Reihenweite von 37,5 cm optimal.

Entgegen der Erwartung wurden bei niedrigen **Saatstärken** in allen 3 Versuchsjahren keine höheren Trockensubstanzgehalte in *S. bicolor* erreicht, da in *S. bicolor* x *S. sudanense* und *S. sudanense* geringere Saatstärken weitgehend durch die Zunahme der Bestockungstriebe kompensiert werden. Demgegenüber war der Effekt der Saatstärke auf den Trockenmasseertrag in den Jahren 2006 und 2007 eindeutig und konsistent. Sorte Sucrosorgo 506 erreichte bei höchster Saatstärke in 2006 einen Spitzenertrag von 290 dt/ha und war somit Silomais ebenbürtig. Sorte Susu (*S. bicolor* x *S. sudanense*) erreichte bei steigenden Saatstärken in beiden Jahren eine statistisch signifikante Ertragszunahme (Tabelle 3).

Tabelle 3: Trockenmasseertrag der Sorten Susu und Sucrosorgo 506 in Abhängigkeit von der Saatstärke (Mittel über Stickstoffdüngung und Reihenweiten)

| Versuchsjahr 2006                   |                           |                   | Versuchsjahr 2007                   |                           |                |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------|
|                                     | Trockenmasseertrag [t/ha] |                   |                                     | Trockenmasseertrag [t/ha] |                |
| Saatstärke [Körner/m <sup>2</sup> ] | Susu                      | Sucrosorgo 506    | Saatstärke [Körner/m <sup>2</sup> ] | Susu                      | Sucrosorgo 506 |
| 10                                  | 14,4 <sup>a</sup>         | 15,1 <sup>a</sup> | 25                                  | 13,5 <sup>a</sup>         | -              |
| 40                                  | 19,6 <sup>b</sup>         | 25,3 <sup>b</sup> | 40                                  | 14,9 <sup>b</sup>         | -              |
| 70                                  | 21,1 <sup>c</sup>         | 27,4 <sup>c</sup> | 70                                  | 16,0 <sup>c</sup>         | -              |
| 100                                 | 22,7 <sup>d</sup>         | 29,0 <sup>d</sup> | 100                                 | 17,4 <sup>d</sup>         | -              |

Statistische Signifikanz:  $p < 0,05$

Sucrosorgo wegen Lager nicht beerntbar

Im Jahr 2008 konnte dagegen keine signifikante und stringente Ertragszunahme in den 6 geprüften Sorten durch erhöhte Saatstärken festgestellt werden (Tabelle 4). Bislang konnte auch kein Zusammenhang zwischen Saatstärke und verminderter Standfestigkeit identifiziert werden. Festgestellt werden kann, dass die in dem dreijährigen Sortenscreening verwendete Saatstärke von 25



bis 30 Körner pro m<sup>2</sup> gute Trockenmasseerträge für *S. bicolor* ergaben. Empfehlungen für optimale Saatstärken der anderen Sorghumarten müssen in weiteren Versuchen abgeklärt werden, ebenso sollten alle Ergebnisse über mehrere Jahre abgesichert werden.

Tabelle 4: Trockenmasseertrag der im Jahr 2008 getesteten Sorten in Abhängigkeit von der Saatstärke (Mittel über Stickstoffdüngung bei Reihenweite 37,5 cm)

| Art                                    | Versuchsjahr 2008         |                   |                   |                   |  |                     |
|--|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|---------------------|
|  | <i>Sorghum bicolor</i>    |                   |                   |                   | <i>S. bicolor</i> x<br><i>S. sudanense</i> | <i>S. sudanense</i> |
|  | Trockenmasseertrag [t/ha] |                   |                   |                   |  |                     |
| Saatstärke<br>[Körner/m <sup>2</sup> ] | Goliath                   | Sucrosorgo<br>405 | Silo 901          | KSH 6016          | Lussi                                      | Trudan<br>Headless  |
| 25                                     | 22,3 <sup>a</sup>         | 20,6 <sup>a</sup> | 18,1 <sup>a</sup> | 15,3 <sup>a</sup> | 18,0 <sup>a</sup>                          | 19,2 <sup>a</sup>   |
| 40                                     | 22,2 <sup>a</sup>         | 22,4 <sup>b</sup> | 18,5 <sup>a</sup> | 15,9 <sup>a</sup> | 17,9 <sup>a</sup>                          | 19,6 <sup>a</sup>   |
| 80                                     | 22,4 <sup>a</sup>         | 22,1 <sup>b</sup> | 18,9 <sup>a</sup> | 17,4 <sup>a</sup> | 17,4 <sup>a</sup>                          | 20,4 <sup>a</sup>   |

Statistische Signifikanz:  $p < 0,05$

### Kalt- und Keimtest und Bestimmung des Feldaufgangs

Untersuchungen zum Feldaufgang ergaben in den Jahren 2006 und 2007 hohe Schwankungsbreiten im Aufgang der Sorghumsorten. So betrug der Feldaufgang im Mittel der beiden Jahre 60 % bei einer Spannbreite von 35 % bis 83 %. Das Versuchsjahr 2008 wies mit 74 % bis 89 % Feldaufgang eine reduzierte Variationsbreite und einen mittleren Feldaufgang von 80 % auf. Der begleitende Keim- und Kalttest, durchgeführt am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, überschätzte in den ersten 2 Versuchsjahren den Feldaufgang stark, während 2008 die modifizierten Tests den Feldaufgang recht genau wiedergeben. Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Aussaatbedingungen in 2006 und auch 2007 nicht optimal für einen einheitlichen und zügigen Feldaufgang waren. Daraus kann abgeleitet werden, dass bei Hirse auf eine akkurate Saatbettbereitung und eine gleichmäßige Saatgutablage mit optimalem Kapillarwasseranschluss bis zum Auflauf zu achten ist.

### Methanausbeute und -erträge

Die Ursache der unterschiedlich hohen Methanausbeuten in den verschiedenen Sorghumsorten ist bislang nicht sicher geklärt. Der Vergleich mit den Inhaltsstoffanalysen zeigen, dass Sorten mit hohem Stärkegehalt und/oder niedrigen Anteilen an Zellstruktursubstanz (Rohfaser, Zellulose, Lignin) höhere Methanausbeuten erzielen als Sorten, denen diese Eigenschaften fehlen (Abbildung 4). Für Hirse, wie auch für andere Kulturen, ist der bestimmende Faktor für den Methanertrag der Trockenmasseertrag pro Fläche.

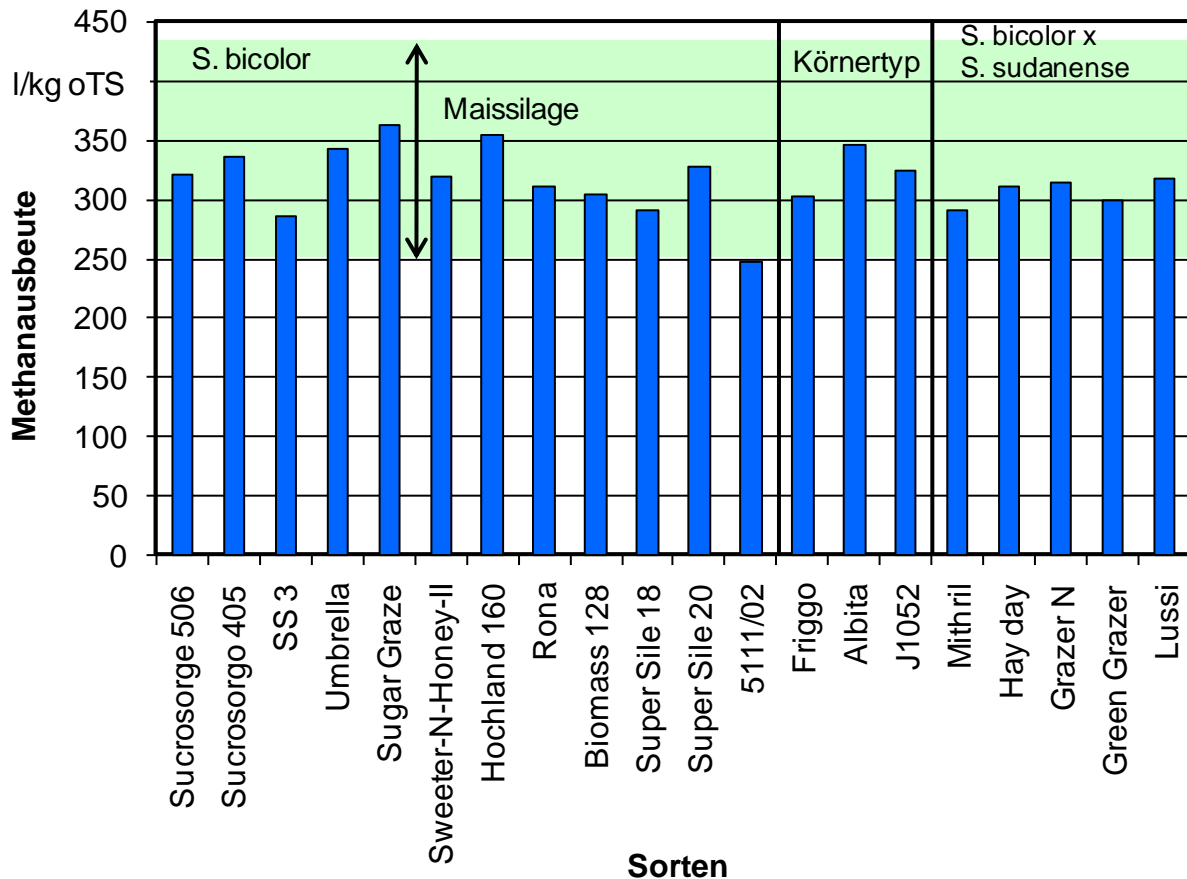


Abbildung 4: Methanausbeuten von 20 verschiedenen Sorghumsorten aus dem Erntejahr 2007

### Zusammenfassung

Zur Prüfung der Anbaueignung von Sorghumhirse in Bayern wurde ein globales Sortiment aus drei Sorghumarten und insgesamt 278 Sorten zusammengetragen und in 3 Jahren angebaut. In produktionstechnischen Versuchen an repräsentativen Sorten wurden die Faktoren Saatstärke, Reihenweite und Düngungsstufe variiert. Alle Hirsesorten wurden auf ihre wertgebenden Inhaltsstoffe und interessante Sorten in Batchtests auf ihre Methanausbeute untersucht. In Keimtests wurden Keimfähigkeit und Triebkraft bestimmt und damit der Felddaufgang abgeschätzt. Außerdem wurden in Sorghum auftretende Krankheiten und Schädlinge registriert.

Das Ertragsniveau der Hirsearten ist stark unterschiedlich. In den Hirsearten *S. bicolor* und *S. bicolor x S. sudanense* sind Sorten enthalten, die ohne weitere züchterische Bearbeitung für den Anbau unter bayerischen Witterungsbedingungen geeignet sind. Bei *S. bicolor* (Futternertyp) konnten bisher 3 Sorten bestimmt werden, die Trockenmasseerträge von mindestens 19 t/ha und Trockensubstanzgehalte von mindestens 25 % erzielen, darunter sind allerdings 2 Sorten mit eingeschränkter Standfestigkeit. Überraschend interessant zeichnen sich einige Sorten des Körnertyps von *S. bicolor* ab, die 2 herausragenden Sorten erzielten 2008 18,1 t/ha Trockenmasse bei durchschnittlich 28 % TS-Gehalt und uneingeschränkter Standfestigkeit. In *S. bicolor x S. sudanense* erreichen 4 Sorten Erträge von 17,5 bis 21,0 t TM/ha und TS-Gehalte größer 25 %.

Durch die Kälteintoleranz der Hirsen, die eine späte Aussaat ab Mitte Mai erfordert, ist eine vielfältigere Gestaltung der Fruchtfolgen als bei Maisanbau möglich, da Erstkulturen mit Ernte bis Anfang Juni vorangestellt werden können. Bei den suboptimalen Monatsmitteltemperaturen in

Bayern benötigt Hirse für ausreichende Trockensubstanzgehalte mindestens 120 Vegetationstage. Die Ansprüche von Sorghumhirse an das Saatbett sind vergleichsweise hoch, doch auch bei lückigem Feldaufgang wird im Lauf der Vegetationsperiode durch das gute Bestockungsvermögen meist ein geschlossener Bestand erreicht. Die Standfestigkeit vieler Sorghumsorten ist schwach. Die Versuche zur Produktionstechnik von Hirse lieferten noch kein einheitliches Ergebnis, nur die Vorzüglichkeit relativ enger Reihenweiten konnte belegt werden. Für die Saatstärke kann noch keine konsistente Richtung der Auswirkungen auf Ertrag, Qualität und Standfestigkeit erkannt werden. Die Ansprüche der Hirse an die Düngung wurden indirekt über die Entzugsdaten ermittelt, daraus ergeben sich N-Düngemengen unter denen von Mais sowie ein höherer Kalibedarf.

Schädlinge und Krankheiten stellen derzeit kein Problem dar. In der prozentualen Zusammensetzung der wertgebenden Inhaltsstoffe gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Hirsearten und Hirsetypen. Ob diese Unterschiede Auswirkungen auf die Methanausbeute haben, ist noch ungeklärt. Entscheidend für den erfolgreichen Sorghumanbau mit den bislang verfügbaren Sorten ist die Beschränkung auf Standorte ohne Spät- und Frühfrostgefahr, die richtige Sortenwahl, eine Aussaat zwischen 10. Mai und spätestens 10. Juni sowie eine weiter verbesserte Produktionstechnik hinsichtlich Düngung und Saatstärke.

Die in weiteren Sortenscreeningversuchen zu testenden Sorten können auf ca. 20 eingegrenzt werden, die in Ertrag, Trockensubstanzgehalt, Inhaltsstoffzusammensetzung und Standfestigkeit bislang die besten Eigenschaften aufweisen. Neuzüchtungen, die laufend auf den Markt kommen, sollen zusätzlich integriert werden.

Die bisherigen Erkenntnisse sind außerordentlich vielversprechend. Offene Fragen bestehen insbesondere bezüglich der idealen Fruchtfolgeeinordnung und der nachhaltig ertrags- und qualitätssteigernden Kulturführung, speziell unter trockenen Bedingungen bei Saat und in der Hauptwachstumsphase. Hierfür sind vor der breiten Praxiseinführung weitere Forschungsarbeiten notwendig.

#### **4.2.2 Systemversuch zur Zweikulturnutzung**

Dr. Kathrin Deiglmayr, Dr. Maendy Fritz, Franz Heimler, Markus Krinner, Stefan Wiesent, Heide Linder, Christian Loher

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

#### **Einleitung und Problemstellung**

Mit der Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) 2004 wurde die Biogasproduktion auf der Basis Nachwachsender Rohstoffe (Nawaro) ökonomisch interessant. Das führte in der Folge zu einer starken Ausweitung der Anbaufläche von Nawaros für die Methanherzeugung auf ca. 500.000 ha deutschlandweit (Erhebungen der FNR e.V.). Die Neuerungen im EEG, die Anfang 2009 in Kraft getreten sind, stellen die Weichen für einen weiteren Ausbau der Biogasproduktion. Gleichzeitig steigt aufgrund des Bevölkerungswachstums weltweit die Nachfrage nach

Lebensmitteln. Damit nimmt die Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungs- und Futtermittelproduktion auf der einen Seite und Bioenergie auf der anderen Seite zu. Um alle Bedürfnisse ausreichend zu befriedigen, ist im Biomasseanbau eine hohe Flächenproduktivität, gemessen an den Nettoenergieerträgen, notwendig.

Im Zweikultur-Nutzungssystem soll durch enge Kulturabfolgen mit zwei Ernten pro Jahr ein hoher Biomasse-Ertrag für die energetische Nutzung erzielt werden. Dabei wird der Erntetermin der Erstkultur vorgezogen und unmittelbar darauf eine Zweikultur gesät. Durch diese Bewirtschaftungsweise wird auch ein positiver ökologischer Nebeneffekt erwartet. Die annähernd ganzjährige Bodenbedeckung soll die Nährstoffausnutzung erhöhen und über eine reduzierte Nährstoffverlagerung den Nitrateintrag ins Grundwasser minimieren. Gleichzeitig kann damit das Erosionsrisiko auf kurze Zeitfenster eingeschränkt werden.

Allgemein wird befürchtet, dass durch den verstärkten Biomasse-Anbau der Rückgang der Artenvielfalt in der Kulturlandschaft weiter beschleunigt wird. Um diesem Trend entgegenzusteuern, werden im Zweikultur-Nutzungssystem neue Kulturarten wie Hirse (*Sorghum bicolor*) oder Reismelde (*Chenopodium quinoa*) für den Biomasse-Anbau geprüft.

### **Zielsetzung**

Seit 2005 läuft das Verbundvorhaben „EVA“ (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands). In diesem Vorhaben werden Kulturarten in verschiedenen Anbausystemen auf Ertragsfähigkeit, Eignung für die Biogasproduktion, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit geprüft. Das Ziel ist es, konkrete Anbauempfehlungen und Fruchtfolgevorschlüsse für die in der Energieproduktion empfehlenswerten Kulturen zu entwickeln. Im Teilprojekt 6 des Verbundvorhabens wurde von 2005 bis 2008 das Zweikulturnutzungssystem im Vergleich zum Hauptfruchtanbau an sechs Standorten in Deutschland untersucht.

### **Standortcharakterisierung und Versuchsaufbau**

In Bayern wurden die Versuchspartellen in Straubing in der Gunstlage des Gäubodens auf 340 m über NN angelegt. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt 658 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur (30-jähriges Mittel) von 8,3 °C. Der Bodentyp entspricht einer Parabraunerde bis erodierten Parabraunerde aus Löss mit 76 Bodenpunkten, wobei die Bodenart zwischen lehmigem Schluff und schluffigem Lehm schwankt.

Der Systemversuch zur Zweikultur-Nutzung wurde als Spaltanlage mit dem Großteilkfaktor „Erstkultur“ in zweifacher Wiederholung angelegt. Dabei wurden im Versuchsteil „Zweikultur-Nutzung“ vier verschiedene Erstkulturen untersucht, auf die verschiedene Zweitkulturen folgten (siehe Tabelle 5). Im Vergleich dazu wurden in dem Versuchsteil „Hauptfruchtanbau“ die Hauptfrüchte Mais, Sonnenblume und Winterroggen geprüft, wobei letzterer sowohl als Ganzpflanze für die Biogasproduktion als auch als Druschfrucht für die Nutzung als Brotgetreide angebaut wurde. Die Zwischenfrucht Senf sollte in diesem Produktionssystem für eine möglichst dauerhafte Flächenbegrünung sorgen.

Tabelle 5: Varianten im Systemversuch zur Zweikultur-Nutzung

| Hauptfrucht-Anbau                                    | Zweikultur-Nutzung                     |  |
|--|--|--|
|  | Erstkultur                             | Zweitkultur  |
| Senf (WZF) - Mais                                    | Winterrübsen                           | Mais, Futterhirse, Sonnenblume, Mais-Sonnenblume-Gemenge                   |
|  | Winterroggen                           |  |
| Senf (WZF) - Sonnenblume                             | Winterroggen-Wintererbsen-Gemenge      |  |
| Winterroggen <sup>Energie</sup> -<br>Senf (SZF)      | Winterroggen-<br>Wintergersten-Gemenge | Sorghumhybride, Amaranth,<br>Quinoa, Mais-Sonnenblume-<br>Amaranth-Gemenge |
| Winterroggen <sup>Brotgetreide</sup> -<br>Senf (SZF) |  |  |

Zusätzlich wurden in diesem Versuch verschiedene Sorten und Zuchtstämme auf ihre Eignung als Energiepflanzen geprüft. Tabelle 6 gibt einen Überblick über die im Versuch angebauten Sorten und ausgebrachten Saattmengen.

Tabelle 6: Übersicht der Sorten und Saatmengen im Systemversuch zur Zweikultur-Nutzung; bei Vergleich von zwei Sorten bzw. Zuchtstämmen werden die einzelnen Prüfglieder mit A und B bezeichnet

| Variante       | Kultur                               | Sorten                            | Saatmenge           |                         |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
|                |                                      |                                   | kg ha <sup>-1</sup> | k.f. K. m <sup>-2</sup> |
| Hauptfrucht    | Mais                                 | Athletico (A)/KXA7211 (B)         |                     | 10                      |
|                | Sonnenblume                          | Methasol (A)/Allison (B)          |                     | 10                      |
|                | Winterroggen <sup>Energie</sup>      | Ballistic (A)/Evolvo (B)          |                     | 250                     |
|                | Winterroggen <sup>Brotgetreide</sup> | Visello (A)/Rasant (B)            |                     | 250                     |
| Zwischenfrucht | Senf                                 | Setoria                           | 20-25               |                         |
| Erstkultur     | Winterrüben                          | Lenox/Perko                       |                     | 75                      |
|                | Winterroggen                         | Vitallo                           |                     | 250                     |
|                | Winterroggen-Wintererbse             | Vitallo + EFB33                   |                     | 170 + 25                |
|                | Winterroggen-Wintergerste            | Vitallo + Lomerit                 |                     | 80 + 200                |
| Zweitkultur    | Mais                                 | Athletico                         |                     | 10                      |
|                | Futterhirse                          | Rona                              |                     | 25                      |
|                | Sonnenblume                          | Methasol                          |                     | 10                      |
|                | Mais-Sonnenblume                     | Athletico + Methasol              |                     | jew. 5                  |
|                | Sorghumhybride                       | Susu                              | 25                  |                         |
|                | Amarant                              | Bärnkrafft                        | 0,4-0,5             |                         |
|                | Quinoa                               | <i>nicht bekannt</i>              | 3,6                 |                         |
|                | Mais-Amarant-Sonnenblume             | Athletico + Methasol + Bärnkrafft | 0,2 (A-MA)          | jew. 5 (M + SOL)        |

k.f. K. = keimfähige Körner

## Ergebnisse und Diskussion

**Witterungsverlauf:** Die einzelnen Jahre in der Versuchslaufzeit von August 2005 bis Oktober 2008 wiesen sehr unterschiedliche Witterungsverläufe auf. Das erste Versuchsjahr war durch einen sehr kalten und langen Winter mit spätem Frühjahr gekennzeichnet. Nach einer weiteren Kälteperiode Ende Mai folgten hohe Temperaturen bis Ende Juli. Diese Warmwetterperiode wurde von einem verhältnismäßig kühlen und feuchten August unterbrochen. Dagegen zeigte sich der Herbst wieder warm und trocken.

Der Winter im zweiten Versuchsjahr 2006/2007 fiel außergewöhnlich mild aus, so dass sich die Bestände der Winterungen gut entwickeln konnten. Ein extrem warmes und ab Mai trockenes Frühjahr förderte die Abreife der Winterungen. Die Sommermonate zeigten sich überwiegend kühl und wechselhaft mit hohen Niederschlagsmengen bis in den September hinein. Zum Ende

der Vegetationsperiode im Oktober fiel kaum Regen. So konnte die Ernte der Zweitkulturen Mitte Oktober bei trockenen Bodenbedingungen durchgeführt werden.

Im darauffolgenden Winter des dritten Versuchsjahres lagen die Temperaturen durchwegs über dem langjährigen Mittel bei relativ niedrigen Niederschlagsmengen. In den Monate März und April fiel dagegen sehr viel Regen, so dass sich die Böden im Frühjahr nur zögernd erwärmten. Vereinzelt Starkregen mit hohen Windgeschwindigkeiten führten im Frühsommer bei einigen Winterungen zu Lager. Die Temperaturen in den Sommermonaten entsprachen mit etwa 18 °C dem langjährigen Mittel, die Niederschläge lagen deutlich höher. Mitte September traten die ersten Nachtfröste auf, so dass die Bestandsentwicklung damit deutlich abgeschwächt wurde.

**Ertragsleistung:** Die Trockenmasse-Erträge der Kulturen im Hauptfruchtanbau im Mittel der drei Versuchsjahre sind in Abbildung 5 dargestellt. Die teils recht hohen Standardfehler deuten auf relativ große witterungsbedingte Unterschiede in der Ertragsleistung zwischen den einzelnen Jahren hin.

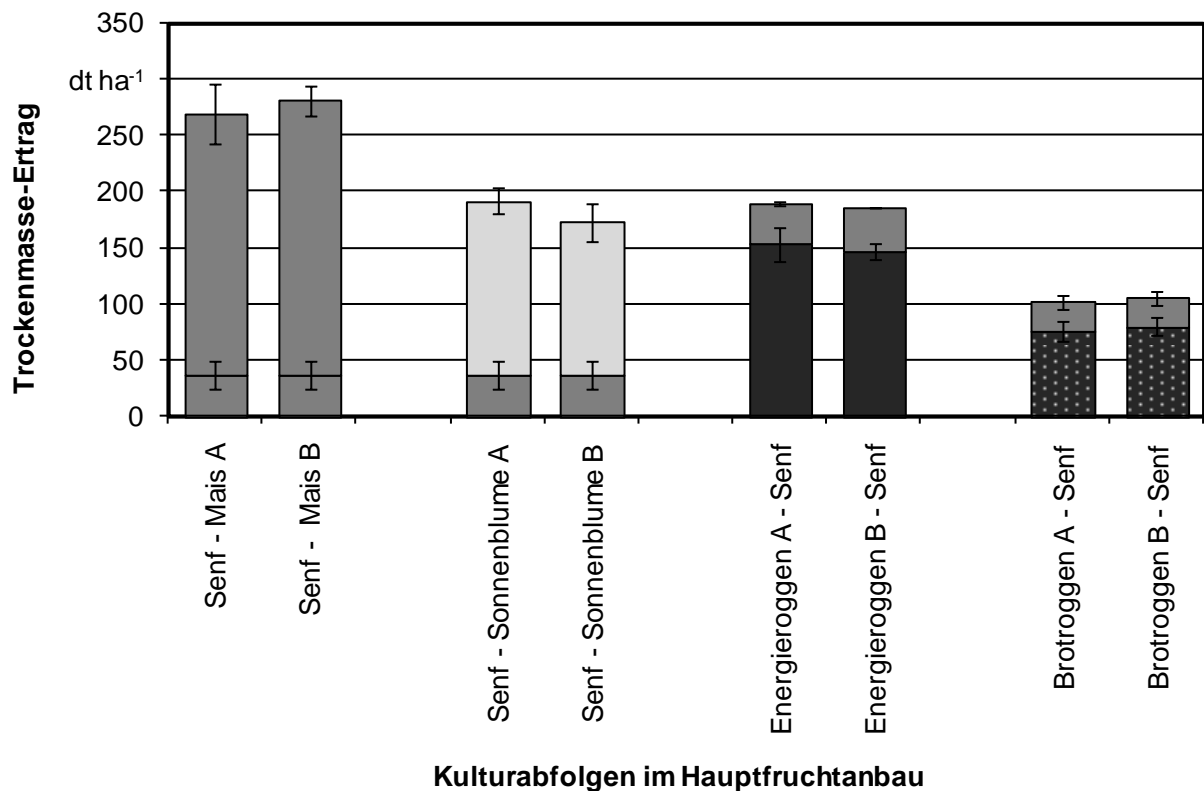


Abbildung 5: Dreijähriges Mittel der Trockenmasse-Erträge der verschiedenen Kulturen und Sorten bzw. Zuchtstämme (A und B) im Hauptfruchtanbau mit Zwischenfrucht Senf; dargestellt ist das arithmetische Mittel der drei Versuchsjahre mit dem Standardfehler der Jahre

Die mit Abstand höchsten Erträge lieferte Mais mit Trockenmasse-Erträgen von 232 bzw. 244 dt/ha (Athletico bzw. KXA7211). Insbesondere in den letzten zwei Versuchsjahren konnte hier eine sehr hohe Biomasseproduktion realisiert werden. Bei Sonnenblumen wurde ein Ertrags-

niveau von 155 dt/ha mit der ertragsstärkeren Sorte Methasol erreicht. Energieroggen zeigte mit im Mittel 154 dt/ha (Sorte Ballistic) eine sehr gute Ertragsleistung im Hauptfruchtanbau, wobei hier die Sortenunterschiede relativ gering ausfielen. Da beim Brotroggen nur der Kornertrag dargestellt ist, liegen hier mit knapp 80 dt/ha die Werte deutlich niedriger. Der Biomasseaufwuchs der Zwischenfrucht Senf wurde als Gründung eingearbeitet. Die Ertragsleistung lag hier im Mittel bei 37 dt/ha. Nach Brotroggen, der vermutlich stärker an den Wasser- und Nährstoffvorräten zehrte, waren die Senfbestände etwas schwächer (26 dt/ha).

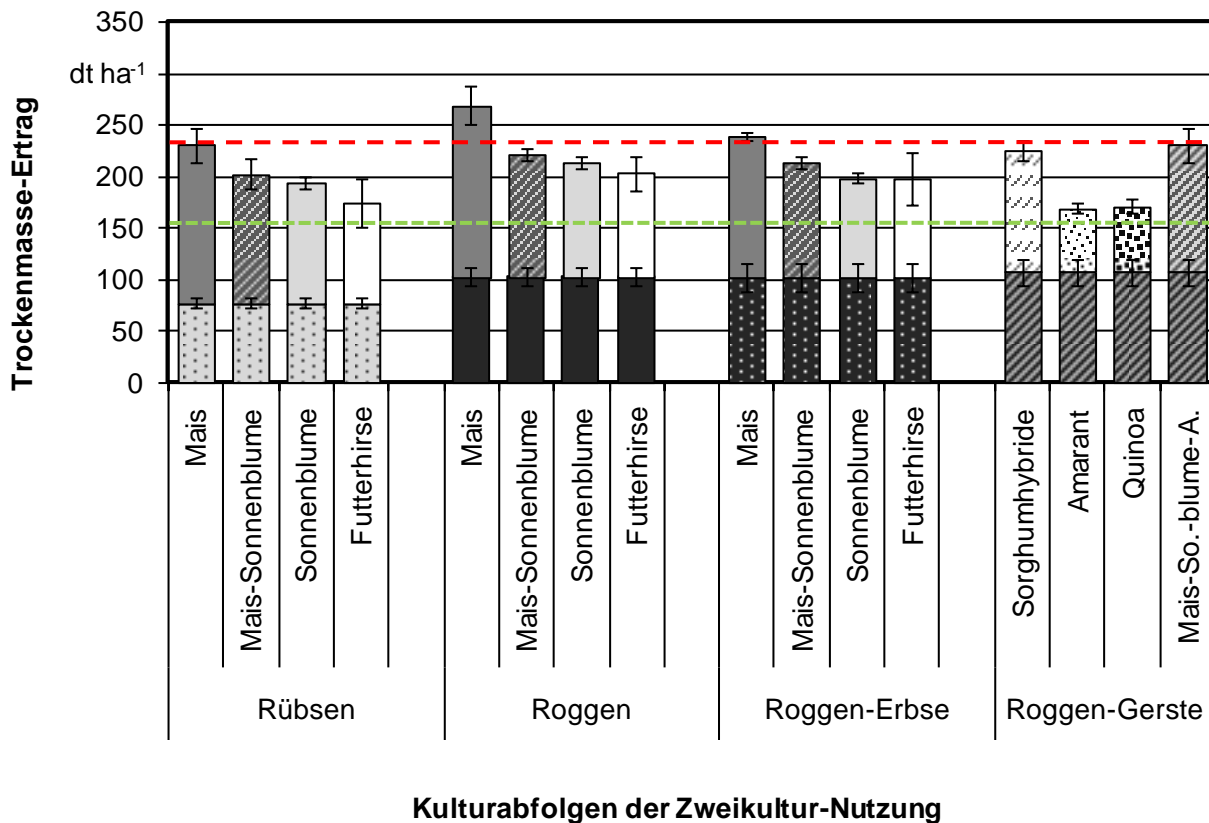


Abbildung 6: Dreijähriges Mittel der Trockenmasse-Erträge der verschiedenen Kulturen in der Zweikultur-Nutzung; dargestellt ist das arithmetische Mittel der drei Versuchsjahre mit dem Standardfehler der Jahre

Im Vergleich zum Hauptfruchtanbau sind in Abbildung 6 die aufsummierten Erträge von Erstkultur und Zweitkultur im Zweikulturnutzungssystem dargestellt. Bei den Erstkulturen zeigt sich deutlich die Überlegenheit von Winterroggen gegenüber Winterrübsen. Die Winterroggen-Gemenge mit Wintererbse und Wintergerste erzielten eine ebenso hohe Ertragsleistung wie die Reinsaat. Die Wintererbse konnte jedoch in allen drei Jahren nur schwach etabliert werden, so dass ihr Ertragsanteil immer deutlich unter 5 % lag. Dagegen war bei dem Gemenge Winterroggen-Wintergerste in zwei von drei Jahren Wintergerste der ertragsstärkere Gemeindepartner.

Bei den Zweitkulturen lieferte Mais nach Winterroggen mit im Mittel 166 dt/ha die höchsten Trockenmasse-Erträge. Eine unterschiedliche Vorfruchtwirkung von Rübsen und Winterroggen wurde nicht beobachtet. Die Mindererträge nach dem Winterroggen-Wintererbse-Gemenge sind ver-



mutlich darauf zurückzuführen, dass in dieser Variante für die Leguminosen-Vorfrucht ein Abschlag von 20 kg N bei der Stickstoff-Düngung zu Mais berücksichtigt wurde, der sich auf die Ertragsbildung entsprechend negativ auswirkte. Als ertragsstarke Alternative zu Mais präsentierten sich Sonnenblume und Sorghumhybride mit Erträgen zwischen 110 und 117 dt/ha. Das Mais-Sonnenblume- bzw. Mais-Sonnenblume-Amarant-Gemenge erzielte Ertragsvorteile von +10 % gegenüber der Sonnenblume-Reinsaat, lag damit aber deutlich unter dem gemittelten Ertrag von Sonnenblume und Mais in Reinsaat. Vermutlich war die Ertragsbildung von Mais durch die Lichtkonkurrenz des Gemengepartners Sonnenblume, der reihenweise abwechselnd mit Mais (Intercropping) angebaut wurde, eingeschränkt. Ein streifenweiser Anbau (3 m) würde hier evtl. das Ertragsniveau des Gemenges etwas erhöhen.

Die Futterhirse Rona (*Sorghum bicolor*) zeigte sich im Ertrag stark schwankend und verhältnismäßig ertragsschwach. Wie in produktionstechnischen Versuchen zum Hirseanbau gezeigt wurde, könnte hier mit einem engeren Reihenabstand (37,5 cm statt 75 cm) ein höherer Biomasseaufwuchs erzielt werden. Allerdings kann damit die Gefahr der Lagerbildung, die bei dieser Sorte fast jedes Jahr ausgeprägt war, nicht reduziert werden. Mittlerweile sind hier deutliche Züchtungsfortschritte erzielt worden, so dass mit einer optimalen Sortenwahl der Vergleich zwischen Mais und Futterhirse wahrscheinlich weit weniger negativ ausfällt.

Die Zweitkulturen Amarant und Quinoa lieferten mit 62 bzw. 64 dt/ha die niedrigsten Erträge. Amarant, der einen hohen Wärmeanspruch hat, zeigte im relativ warmen Sommer 2006 die höchste Ertragsleistung mit 72 dt/ha. Bei Quinoa, die im ersten Jahr aufgrund der Verwendung von vermutlich überlagertem Saatgut einen sehr schwachen Feldaufgang aufwies, konnte in den folgenden beiden Jahren ein guter Bestand etabliert werden. Bei Erträgen bis zu 74 dt/ha wurde Quinoa jeweils 4 Wochen vor den übrigen Zweitkulturen geerntet.

Im Vergleich zu der besten Variante im Hauptfruchtanbau Mais erreicht nur die Kombination Winterroggen mit Zweitfrucht Mais signifikant höhere Trockenmasse-Erträge. Betrachtet man jedoch nur die Varianten ohne Mais, können durch die Zweikulturnutzung insbesondere mit der Zweitfrucht Sorghumhybride die Ertragsergebnisse von alternativen Kulturen im Hauptfruchtanbau (wie Energieroggen) übertroffen werden.

**Silierfähigkeit:** Ein wichtiges Kriterium bei der Ganzpflanzennutzung als Biogassubstrat ist eine gute Silierfähigkeit, damit eine möglichst verlustfreie Lagerung über längere Zeiträume möglich ist. Für eine optimale Silage sind Trockensubstanzgehalte zwischen 28 und 35 % anzustreben. Betrachtet man die Ergebnisse unter diesen Vorgaben, wird deutlich, dass insbesondere bei den Zweitkulturen die erforderlichen Trockensubstanzgehalte kaum erreicht wurden (siehe Abbildung 7). Mit Ausnahme von Mais im Jahr 2006 und Quinoa im Jahr 2008 wurden die Mindestgehalte immer unterschritten. Mögliche Verbesserungen können bei Mais durch Wahl einer frühreiferen Sorte (FAO 210 statt 280) erzielt werden. Ebenso bieten sich für eine Zweikulturnutzung Sorghumhybriden oder auch Futterhirsen mit einer früheren Abreife an.

Sonnenblume erreicht weder im Hauptfruchtanbau noch in der Zweikulturnutzung ausreichende Trockensubstanzgehalte, womit diese Kultur mit den aktuell verfügbaren Sorten für diesen Standort nicht empfohlen werden kann. Der Energieroggen im Hauptfruchtanbau dagegen war oft in der

Abreife schon weit fortgeschritten, hier sollte für eine optimale Silagequalität die Ernte vorverlegt werden (BBCH 77 statt 83).

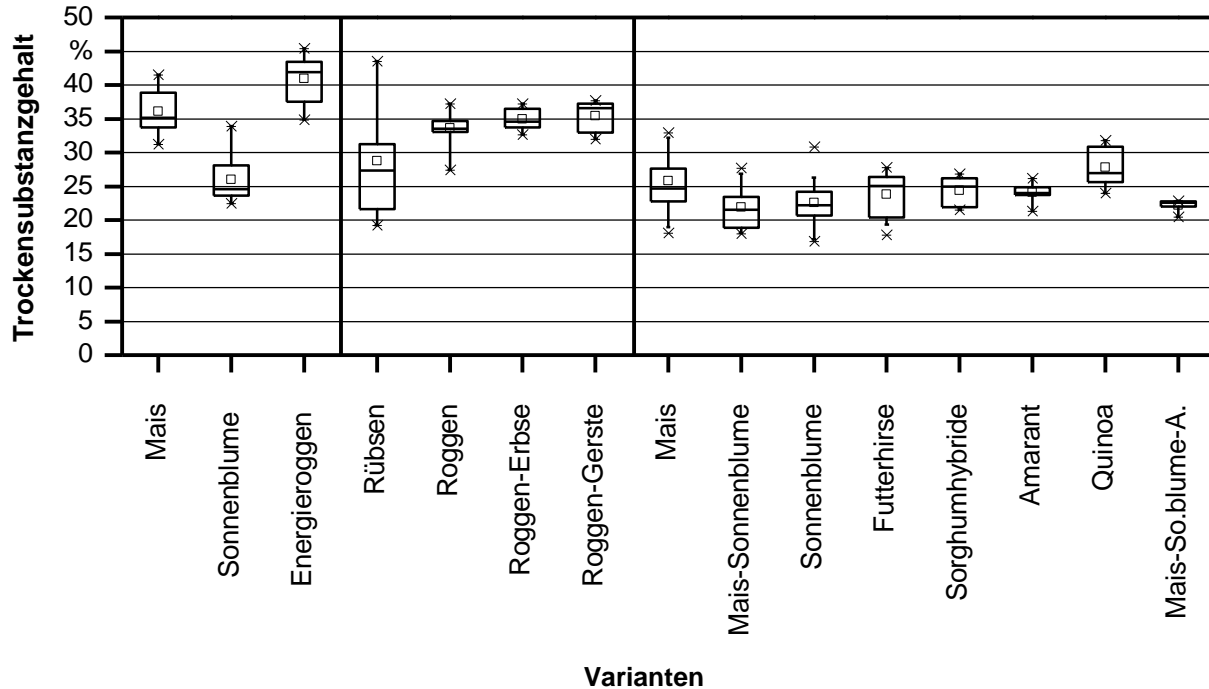


Abbildung 7: Trockensubstanzgehalte der verschiedenen Kulturen im Hauptfruchtanbau und in der Zweikulturnutzung im Mittel der drei Versuchsjahre mit Minimal- und Maximalwerten; innerhalb der Kästchen liegen 50 % der Werte

**Methanausbeute:** Neben dem Trockensubstanzgehalt ist die spezifische Methanausbeute ein weiterer wichtiger Ertragsparameter, denn damit lässt sich abschätzen, wie hoch die Methanproduktion und damit der monetäre Erlös ausfällt. In die Berechnung der spezifischen Methanausbeute gingen die Gehalte an Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und stickstofffreien Extraktstoffen (=lösliche Kohlenhydrate) mit Berücksichtigung der Verdaulichkeit und Gasausbeute der einzelnen Fraktionen ein. Die Verdaulichkeitskoeffizienten wurden fruchtartspezifisch und dem Entwicklungsstadium entsprechend aus der DLG Futterwerttabelle übernommen [1]. Da für Amaranth und Quinoa keine Werte verfügbar sind, wurden die Verdaulichkeitskoeffizienten der Sonnenblume übernommen. Wie in Tabelle 7 dargestellt ist, sind die spezifischen Methanausbeuten bei Mais, Energieroggen und Winterrübsen am höchsten. Auch für die Sonnenblume werden hohe Gasausbeuten ausgewiesen, die jedoch aufgrund sehr unterschiedlicher Rohfettgehalte von hohen Jahresschwankungen gekennzeichnet sind. Die berechneten Gasausbeuten für Amaranth und Quinoa liegen mit 273 bzw. 277 Nl CH<sub>4</sub> [kg oTM]<sup>-1</sup> deutlich niedriger. Bei Messungen der spezifischen Methanausbeute in Gärversuchen am Institut für Landtechnik der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft an Probenmaterial aus dem Erntejahr 2006 wurden diese Werte in der Tendenz bestätigt. Bei Amaranth wurden 282 Nl CH<sub>4</sub> [kg oTM]<sup>-1</sup> und bei Quinoa 242 Nl CH<sub>4</sub> [kg oTM]<sup>-1</sup> gemessen. Die Futterhirse erzielte dagegen im Gärversuch mit 301 Nl CH<sub>4</sub> [kg oTM]<sup>-1</sup> deutlich höhere Gasausbeuten als in den Berechnungen. Daraus lässt sich schließen, dass die angenommenen

Verdaulichkeiten zu niedrig waren und die tatsächlichen Gasausbeuten bei Sorghumhirsen vermutlich etwas höher liegen.

Die Fruchtfolgestellung (Hauptfrucht bzw. Erstkultur oder Zweitkultur) hat nach den Ergebnissen der Berechnungen keinen Einfluss auf die Methanausbeute. Damit sind für den Methanhektarertrag einer Kultur vorrangig der Trockenmasse-Ertrag und die Silierfähigkeit ausschlaggebend, während sich der Erntezeitpunkt offensichtlich kaum auf die Gasausbeute auswirkt.

Tabelle 7: Berechnete spezifische Methanausbeuten der verschiedenen Kulturen (dargestellt ist jeweils Sorte A) im Hauptfruchtanbau und in der Zweikulturnutzung im Mittel der drei Versuchsjahre mit Varianzkoeffizient

| Variante    | Kultur                          | Spezifische Methanausbeute                 |                           |
|-------------|---------------------------------|--|---------------------------|
|             |                                 | Mittelwert<br>[Nl CH <sub>4</sub> /kg oTM] | Varianzkoeffizient<br>[%] |
| Hauptfrucht | Mais                            | 298  | 0,9                       |
|             | Sonnenblume                     | 288  | 3,8                       |
|             | Winterroggen <sub>Energie</sub> | 296  | 0,8                       |
| Erstkultur  | Winterrübsen                    | 293  | 0,7                       |
|             | Winterroggen                    | 295  | 0,7                       |
|             | Winterroggen-<br>Wintererbse    | 295  | 0,6                       |
|             | Winterroggen-<br>Wintergerste   | 295  | 0,7                       |
| Zweitkultur | Mais                            | 292  | 2,2                       |
|             | Mais-Sonnenblume                | 295  | 3,0                       |
|             | Sonnenblume                     | 291  | 3,9                       |
|             | Futterhirse                     | 246  | 2,7                       |
|             | Sorghumhybride                  | 244  | 0,7                       |
|             | Amarant                         | 273  | 1,5                       |
|             | Quinoa                          | 277  | 2,2                       |
|             | Mais-Amarant-<br>Sonnenblume    | 298  | 0,1                       |

### Schlussfolgerungen

Gegenüber dem Hauptfruchtanbau von Mais kann durch eine Zweikultur-Nutzung von Winterroggen mit Zweitfrucht Mais die Ertragsleistung gesteigert werden. Bei allen anderen Zweitfrüchten liegen die aufsummierten Erträge von Erst- und Zweitkultur signifikant unter dem Maisertrag in Hauptfruchtstellung. Besonders kritisch zu sehen sind die Trockensubstanzgehalte der Zweitfrüchte, die für eine verlustfreie Silierung meist zu niedrig sind. Hier kann durch die Wahl von frühreiferen Mais- oder Hirsesorten die Zweikultur-Nutzung noch optimiert werden. Als früh ab-

reifende Alternative bietet sich Quinoa an, die jedoch deutlich niedrigere Trockenmasse-Erträge und eine etwas schlechtere Gasausbeute aufweist. Ein weiterer Risikofaktor im Zweikultur-Nutzungssystem ist eine ausreichende Wasserversorgung der Zweitkultur. Da die Erstkultur an den Bodenwasserreserven zehrt, ist der Erfolg dieses Anbausystems auf wasserlimitierten Standorten nur bei genügend hohen Sommerniederschlägen gewährleistet.

Aus ökologischer Sicht kann die Zweikulturnutzung durch die fast ganzjährige Bodenbedeckung insbesondere den Nährstoffverlagerungen während der Wintermonate entgegenwirken. Gleichzeitig kann damit der Bodenabtrag während der Wintermonate eingeschränkt werden. Das größte Erosionsrisiko besteht aber im Frühsommer, da die hier häufigen Gewitterschauer eine hohe Erosivität aufweisen. Gerade in diesem Zeitraum findet aber der Kulturwechsel mit Bodenbearbeitung und Neuansaat statt. Bis der Bestandesschluss bei den Zweitkulturen erreicht ist, sind insbesondere hängige Ackerflächen im Zweikultur-Nutzungssystem besonders erosionsgefährdet.

Letztendlich entscheidend für den Landwirt ist aber in erster Linie die Wirtschaftlichkeit des Anbausystems. Hier ist der Hauptfruchtanbau von Mais der Zweikultur-Nutzung überlegen, da in letzterer die erhöhten Arbeitskosten (insbesondere für Ernte und Gärrestausbringung) den Mehrerlös übertreffen. In Gunstlagen wie dem Straubinger Gäu, an denen überdurchschnittlich hohe Maiserträge realisiert werden können, ist deswegen aufgrund seiner hohen Effizienz der Hauptfruchtanbau von Mais zu empfehlen. Da jedoch in einer nachhaltigen Biomasseproduktion dessen Fruchtfolgeanteil 50 % nicht überschreiten soll, bietet sich die Zweikulturnutzung von Winterroggen und Sorghumhybride als ertragsstarke Ergänzung der Fruchtfolge an.

### **Danksagungen**

Wir danken dem BMELV und der FNR e.V. für die Förderung des Verbundvorhabens und allen Verbundpartnern für die gute Zusammenarbeit.

### **Literatur**

- [1] DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (DLG) (1997): DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 7.Auflage, 212 Seiten

### **4.2.3 Eignung von *Miscanthus x giganteus* zur Biogaserzeugung**

Beate Formowitz, Dr. Maendy Fritz

### **Geldgeber**

Haushalt TFZ

### **Zielsetzung**

Mit seinen hohen Aufwuchsraten erscheint *Miscanthus x giganteus* auf den ersten Blick als potenzieller Substratlieferant für Biogasanlagen, besonders in Zeiten der Verknappung und steigender

Preise von Agrarrohstoffen und Biogassubstraten. Nach Abschluss der Hauptwachstumsphase im Sommer stehen große Mengen noch grüner Biomasse bereit, die theoretisch für die Biogasgewinnung genutzt werden könnten. Eine frühe Beerntung des grünen Aufwuchses verhindert den Blattfall über Winter und damit die Humusakkumulation im Boden sowie die Freisetzung der Nährstoffe aus dem organischen Material [1]. Die abfallenden Blätter bilden zusätzlich eine dichte Auflage über den gesamten Winter und bieten so Erosionsschutz [3]. Wird die Mulchdecke durch Ernte im grünen Zustand reduziert, könnte dies negative Folgen für die Bodenorganismen haben und im Frühjahr nicht genug Schutz vor Unkrautdruck bieten. Da den Winter über keine Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen werden, stellen die im Herbst verlagerten Nährstoffe im Frühjahr das wichtigste Nährstoffreservoir für den Neuaustrieb dar [4]. Somit könnten frühe Schnitte die Reservestoffeinlagerung ins Rhizom verringern und so zu einer langfristigen Schwächung des Bestandes führen.

Ausgehend von diesen Versuchshypothesen sollte mittels unterschiedlicher Schnittzeitregime bei *Miscanthus x giganteus* untersucht werden, in wieweit sich eine frühe Ernte nach der Hauptwachstumsphase auf das folgende Wachstum und die Erträge in den Folgejahren auswirkt.

### **Material und Methoden**

In einem dreijährigen *Miscanthus*-Bestand in Amselfing, Niederbayern, wurde ein Versuch mit unterschiedlichen Schnittzeitpunkten angelegt. Das Versuchsdesign war eine Blockanlage mit 3 Wiederholungen. Folgende Varianten des Schnittregimes wurden getestet:

- Variante 1: Sommerschnitt 2006 und reguläre Ernte 2008,
- Variante 2: Sommerschnitte 2006 und 2007,
- Variante 3 (Kontrolle): reguläre Ernte 2007 und 2008.

Der Versuch begann mit einer regulären Beerntung aller Parzellen im April 2006. In den Varianten 1 und 2 erfolgte noch im gleichen Jahr ein Sommerschnitt, während die Kontrollvariante 3 ungestört aufwachsen konnte und erst zum normalen Erntetermin im Frühjahr 2007 beerntet wurde (Abbildung 8). Variante 2 wurde im August 2007 erneut früh im grünen Zustand beerntet, die beiden anderen Varianten regulär im Mai 2008. Die sogenannten Sommerschnitte erfolgten stets zum Ende der Hauptwachstumsphase im August, um den Ertrag zu maximieren. Gleichzeitig wurde darauf geachtet, dass die komplette Biomasse noch grün war, um so eine theoretisch bestmögliche Verdaulichkeit und Methanausbeute zu erreichen. Entsprechend dem Witterungsverlauf der einzelnen Jahre fand die reguläre Ernte zu unterschiedlichen Terminen von März bis Mai statt.

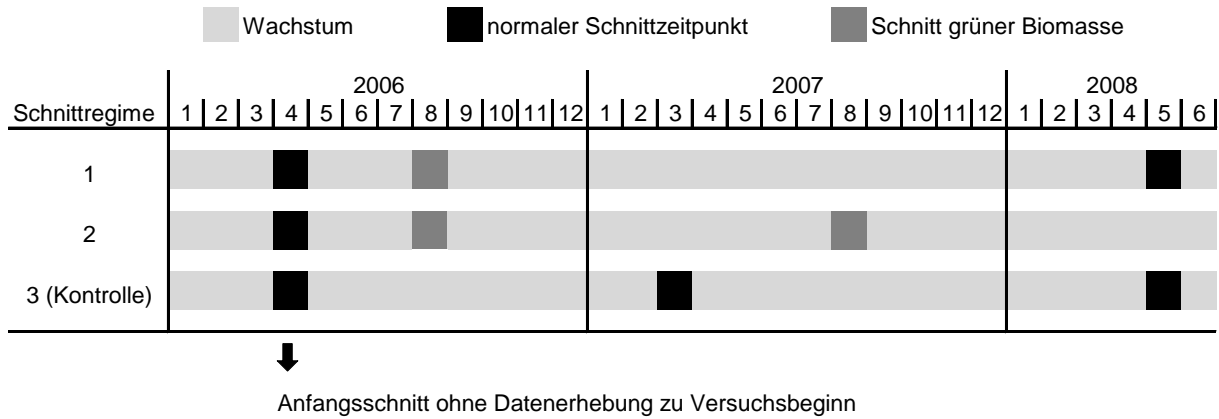


Abbildung 8: Erntezeitpunkte im Versuch: normaler Schnitzeitpunkt im Folgejahr des Aufwuchses und früher Schnitzeitpunkt zur Gewinnung grüner Biomasse für die Nutzung als Biogassubstrat

Folgende Zielgrößen wurden über die Versuchsdauer erhoben: Die Frischmasseerträge wurden für jede Pflanze/jedes Rhizom getrennt ermittelt, wobei in diesem Bericht nur die aufaddierten Parzellenerträge dargestellt werden. Der Trockensubstanzgehalt wurde parzellenweise mittels Mischproben erhoben und damit Trockenmasseerträge je Hektar berechnet. Die Messungen der Wuchshöhe fanden anfangs je Reihe, später an sechs Stellen je Parzelle regelmäßig über die gesamte Versuchsdauer statt. An insgesamt sieben Terminen während der Versuchslaufzeit wurden die Triebe für jedes Rhizom gezählt.

## Ergebnisse und Diskussion

### Einfluss des Schnittregimes auf die Triebbildung

Nach der einheitlichen Ernte zum regulären Schnitzeitpunkt zu Beginn des Versuchs zeigen alle Varianten ein ähnliches Austriebsverhalten mit 33 bis 36 Trieben je Rhizom. Nach dem ersten Sommerschnitt der Varianten 1 und 2 bilden die Rhizome im Laufe des restlichen Jahres weniger Triebe im Vergleich zur Kontrolle aus. Nach dem zweiten Sommerschnitt der Variante 2 ist eine deutliche Reduktion in der Triebzahl bei dem Wiederaufwuchs zu erkennen. Zum Zeitpunkt der regulären Ernte im Mai 2008, haben sich die Triebzahlen von Varianten 1 und 3 über Winter verringert, während die kurzen Triebe von Variante 2 nicht abbrechen und sich demnach nicht reduzieren.

Die Anzahl Triebe kann kaum als Indikator für eine vermutete Schwächung der Pflanzen/Rhizome herangezogen werden, da sie jahresbezogen stark schwankt und auch zwischen gleich behandelten Varianten - Varianten 1 und 2 bis August 2007 - sehr unterschiedlich sein kann. Es kann aber festgehalten werden, dass der Wiederaufwuchs der Pflanzen nach einem Sommerschnitt nur mit einer verminderten Triebzahl erfolgt.

### Einfluss des Schnittregimes auf die Wuchshöhe

Bei der Ernte zu Beginn des Schnittzeitversuchs liegen alle Varianten auf dem gleichen Ertragsniveau und zeigen gleichmäßigen Aufwuchs. Nach dem Sommerschnitt im August 2006 in den Varianten 1 und 2 wird bis Oktober 2006 nur noch eine sehr geringe Wuchshöhe von ca. 60 cm erreicht. Auch im Folgejahr zeigte sich diese Wachstumsdepression der Varianten 1 und 2 im Vergleich zur Kontrollvariante, die regulär im Frühjahr beerntet wurde (Abbildung 9).

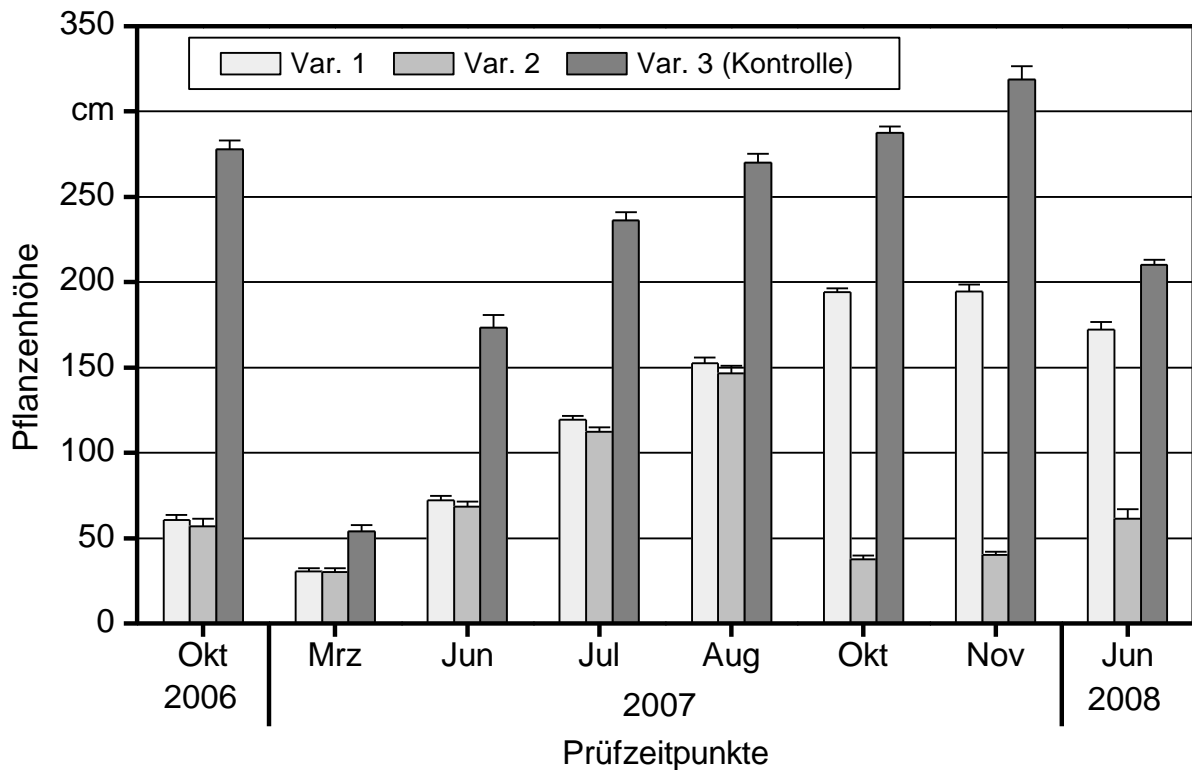


Abbildung 9: Wuchshöhen dreier Schnittvarianten bei *Miscanthus x giganteus*

In der langfristigen, sich über 2 Folgejahre hinweg abzeichnenden Wuchsdepression – schon nach einem einzigen Sommerschnitt – ist eine klare Schwächung des *Miscanthus*bestandes zu erkennen. Eine zwei Jahre hintereinander durchgeführte Beerntung grüner Biomasse im Sommer hat eine noch dramatischere Reduktion der Wuchshöhe zur Folge, von diesem Aufwuchs mit stark verminderter Wüchsigkeit ist kein ausreichender Ertrag zu erwarten.

### Einfluss des Schnittregimes auf den Ertrag

Der Versuch beginnt mit der regulären Ernte im Frühjahr 2006, bei der durchschnittlich über alle Parzellen 60 dt ha<sup>-1</sup> Trockenmasse erzielt werden. In der Kontrollvariante 3 werden bei den folgenden regulären Ernteterminen im März 2007 und im Mai 2008 92 bzw. 137 dt TM/ha festgestellt. Der junge *Miscanthus*bestand befindet sich noch in der Phase der Ertragssteigerung, wobei auf dem teilweise staunassen Standort keine Höchstserträge möglich sind.

Der erste Sommerschnitt grüner Biomasse 2006 in den Varianten 1 und 2 liefert 136 bzw. 128 dt/ha Trockenmasse bei einem Trockensubstanzgehalt von 29 bis 30 %, die theoretisch einsiliert und dann als Biogassubstrat genutzt werden könnten. Allerdings kann keine Aussage über die Silierbarkeit oder die Gasausbeute getroffen werden, da diese weder direkt oder indirekt über Inhaltsstoffanalysen untersucht wurden.

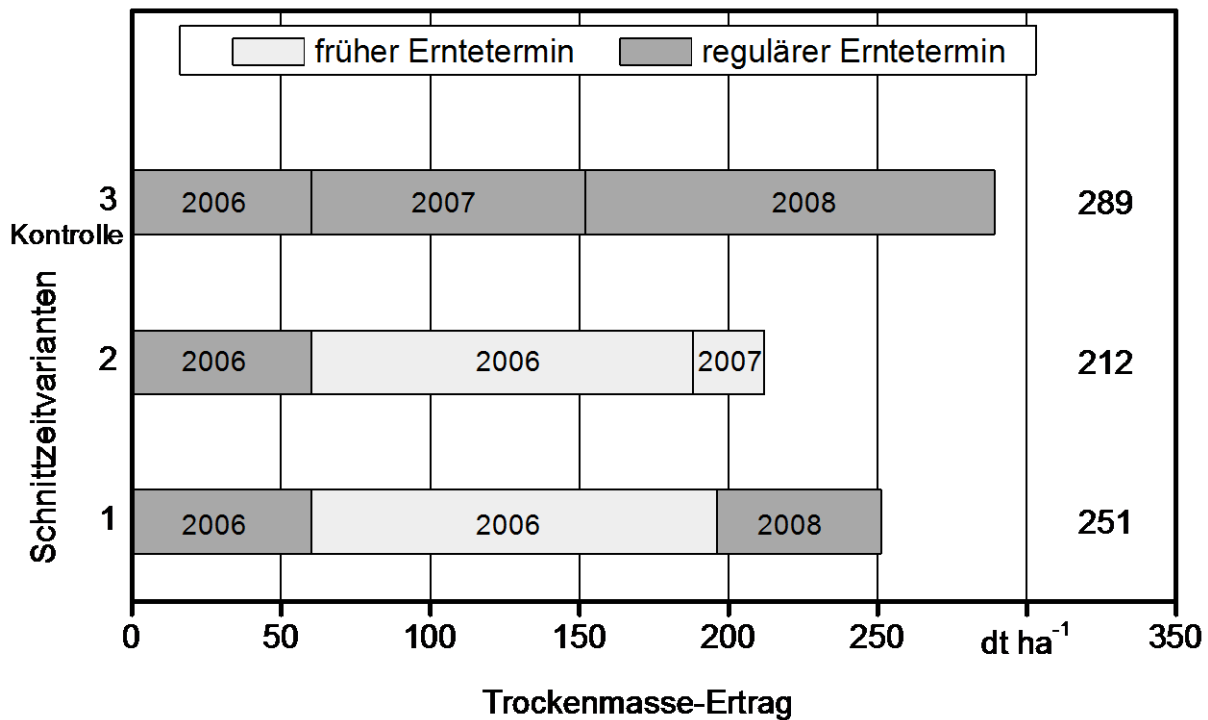


Abbildung 10: Trockenmasseerträge unter folgenden Schnittregimen: Var. 1 = Sommerschnitt 2006 und reguläre Ernte 2008, Var. 2 = Sommerschnitte 2006 und 2007, Var. 3 = reguläre Ernte 2006 und 2007

Der zweite Sommerschnitt der Variante 2 im August 2007 bringt nur noch 24 dt/ha Trockenmasse hervor, nur 18 % des im selben Jahr aufgewachsenen und im Mai 2008 beernteten Trockenmasseertrags der Kontrollvariante. Bei der Ernte zum normalen Frühjahrstermin 2008 erreicht Variante 1, die 2007 ungestört wachsen konnte, nur 40 % des Trockenmasseertrags der Kontrollvariante (Abbildung 10). Die Sommerschnitte haben also gravierende Ertragsdepressionen zur Folge, die sich innerhalb einer Wachstumsaison nicht wieder verwachsen.

Bei einem Vergleich der im Versuchszeitraum erbrachten, aufsummierten Erträge bleibt Variante 1 13 % hinter der Kontrolle zurück, während Variante 2 mit den beiden aufeinanderfolgenden Sommerschnitten im Vergleich zur Kontrolle 27 % weniger Ertrag bringt (Abbildung 21). Lässt man den einheitlich erhobenen Ertrag von 60 dt/ha Trockenmasse zu Versuchsbeginn außen vor, verschlechtern sich die Relationen zwischen den Varianten noch weiter: der aufsummierte Ertrag von Variante 1 liegt dann 17 % unter der Kontrolle, der von Variante 2 sogar 34 %.



Nach Abschluss der Wachstumsphase im Herbst werden beachtliche Mengen Nährstoffe aus den oberirdischen Pflanzenteilen in das Rhizom verlagert und im Frühjahr für den Neuaustrieb genutzt [4]. Eine Verminderung dieser Nährstoffeinlagerung in das Rhizom ist der Grund für den schlechten Aufwuchs im Folgejahr [2]. Kann der Miscanthusbestand jedoch unbeeinflusst die nächste Saison hindurch aufwachsen, werden während der Hauptwachstumsphase im Sommer wieder vermehrt Nährstoffe aus dem Boden aufgenommen. Diese stehen dann im Herbst dem internen Pflanzenzyklus zur Verlagerung in das Rhizom zur Verfügung, so dass ein besserer Aufwuchs im Frühjahr erreicht wird.

### **Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis**

Die Daten dieser Studie zeigen eindeutig eine starke Schwächung des Miscanthusbestandes durch zweimalige (über zwei Jahre) Ernten im August nach der Hauptwachstumsphase. Bei Miscanthus führt ein Sommerschnitt im August nach der Hauptwachstumszeit zu Ertragsdepressionen im Folgejahr und kann daher nicht empfohlen werden. Ein in zwei Jahren hintereinander durchgeführter Sommerschnitt liefert schon beim zweiten Schnitt kaum noch grüne Biomasse und lässt für die Folgejahre weit verminderte Erträge vermuten.

Ob ein anderes Schnittregime, z.B. mitten in der Hauptwachstumsphase im Mai oder kurz vor bzw. zu Beginn der Abreife im Herbst, ausreichende Qualität und Quantität für die Nutzung in Biogasanlagen liefern und einen normalen Aufwuchs im Folgejahr gewährleisten könnte, sollte in Zukunft noch untersucht werden. Insgesamt muss nach dem heutigen Kenntnisstand aufgrund der in der Literatur angegebenen niedrigen Methanausbeute, dem deutlich unter Mais liegenden Methanhektarertrag und vor allem der dramatischen und langfristigen Ertragseinbußen von einer Nutzung von Miscanthus als Biogassubstrat abgeraten werden.

### **Literatur**

- [1] BOELCKE, B.; BEUCH, S.; ZACHARIAS, S.; KAHLE, P.; BELAU, L.; AMELUNG, D. (1997): Bewertung der Umweltwirkung des Anbaus von Miscanthus als nachwachsender Rohstoff. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 16. Schwerin: Buchbinderei Buckentin
- [2] CLIFTON-BROWN, J.C.; LEWANDOWSKI, I. (2002): Screening Miscanthus genotypes in field trials to optimise biomass yield and quality in Southern Germany. *European Journal of Agronomy*, Nr. 16, S. 97-110
- [3] DANY, C. (2006): Österreichischer Energiewirt setzt auf Chinaschilf. *Erneuerbare Energien*, Nr. 9, S. 74-75
- [4] HIMKEN, M.; LAMMEL, J.; NEUKIRCHEN, D.; CZYPIONKA-KRAUSE, U.; OLFS, H.-W. (1997): Cultivation of Miscanthus under West European conditions: Seasonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobilization. *Plant and Soil*, Nr. 189, S. 117-126



## **5 Biogene Festbrennstoffe**

### **5.1 Forschungsthemen**

#### **5.1.1 Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungen - Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten**

##### **Problemstellung und Zielsetzung**

Bei der Nutzung von Holz als Brennstoff kommt es zu Staubemissionen, die zur allgemeinen Feinstaubbelastung beitragen können. Viele grundsätzliche Fragen über die Beschaffenheit und eventuellen Gefährlichkeit dieser Stäube im Vergleich zu anderen Stäuben, wie z. B. Dieselruß, sind aber noch ungeklärt. Die Umweltpolitik aber auch die Holzenergiebranche erhoffen sich von den Ergebnissen auch eine qualitative Beurteilung von Stäuben aus Holzfeuerungsanlagen, die hinsichtlich der Gefährlichkeit für die menschliche Gesundheit möglicherweise als weniger kritisch anzusehen sind, als Feinstäube aus anderen Quellen.

##### **Arbeitsschwerpunkte**

Die Arbeiten sehen unter anderem Messungen zur Korngrößenverteilung und zur stofflichen Zusammensetzung der Stäube vor. An insgesamt sechs Feuerungen – vom Kaminofen bis zur Holzpellet-Zentralheizung – werden die Einflüsse und Ursachen für überhöhte Feinstaubemissionen bestimmt und Maßnahmen zu deren Minderung (z. B. Filter) untersucht. Die gewonnenen Feinstaubproben unterschiedlicher Größenklassen werden zur Analyse hinsichtlich des Gehaltes an anorganischen Schadstoffen (z. B. Schwermetalle) und organischen Schadstoffen (PAK, PCB, Phenole, Kresole, Dioxine, Furane, etc.), sowie der morphologischen Eigenschaften der Staubpartikel untersucht.

##### **Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

##### **Bearbeiter**

Frank Ellner-Schuberth, Peter Turowski, Paul Roßmann, Alexander Marks, Stefan Winter, Dr. Hans Hartmann

##### **Kooperation**

- Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ), Leipzig
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Umweltschutztechnik

##### **Geldgeber**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin

### **5.1.2 Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen für Getreide- und Stroh- brennstoffe - Einflüsse und Minderungsmöglichkeiten**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Bei Getreide- und Stroh-**brennstoffen** ist das Risiko überhöhter Feinstaubemissionen bei der Verbrennung größer als bei Holz-**brennstoffen**. Wie im bereits begonnenen Parallelprojekt für Holz-**brennstoffe** (vgl. Projekt 5.1.1) sind auch hier viele grundsätzliche Fragen über die Beschaffenheit und eventuelle Gefährlichkeit dieser Stäube im Vergleich zu anderen Stäuben, wie z. B. Diesel-**ruß**, noch ungeklärt. Das Projekt soll daher – ergänzend zu den bereits laufenden Untersuchungen an Holz-**feuerungen** – eine qualitative Beurteilung von Stäuben aus Holz-**feuerungsanlagen** ermöglichen.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

Die Arbeiten sehen unter anderem Messungen zur Korngrößenverteilung und zur stofflichen Zusammensetzung der Stäube vor. An insgesamt zwei für Halmgut und Körner geeigneten Feuerungen werden die Einflüsse und Ursachen für überhöhte Feinstaubemissionen bestimmt und Maßnahmen zu deren Minderung (z. B. Filter) untersucht. Die gewonnenen Feinstaubproben unterschiedlicher Größenklassen werden zur Analyse hinsichtlich des Gehaltes an anorganischen Schadstoffen (z. B. Schwermetalle) und organischen Schadstoffen (PAK, PCB, Phenole, Kresole, Dioxine, Furane, etc.) sowie der morphologischen Eigenschaften der Staubpartikel untersucht.

#### **Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

#### **Bearbeiter**

Frank Ellner-Schuberth, Peter Turowski, Paul Roßmann, Stefan Winter, Dr. Hans Hartmann

#### **Kooperation**

- Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ), Leipzig
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Umweltschutztechnik

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

### 5.1.3 Bestimmung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren von Biomasse-Kleinfeuerungen am Prüfstand

#### Problemstellung und Zielsetzung

Das zentrale Projektziel ist die Entwicklung einer Methode zur Bestimmung des Jahresnutzungsgrades sowie, darauf aufbauend, der Emissionsfaktoren für Schadstoffemissionen (CO, NO<sub>x</sub>, org. C, Gesamtstaub, etc.) von biomassebefeuerten Heizsystemen. Dadurch soll eine praxisgerechte Beurteilung von Feuerungsanlagen ermöglicht werden und bisherige Widersprüche und Unterschiede, die sich häufig zwischen Typenprüfungsmessungen und Praxisbeurteilung ergeben, aufgedeckt und erklärt werden. Zugleich sollen damit aber auch anwenderorientierte Beurteilungskriterien geschaffen werden, durch die der Wettbewerb unter den Anbietern von Holzheizungs-kesseln im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>- und Schadstoffminderung neu ausgerichtet wird.

#### Arbeitsschwerpunkte

Für die experimentelle Ermittlung von realen Nutzungsgraden und Emissionsfaktoren wird ein Lastzyklus definiert, der so aufgebaut ist, dass der Nutzungsgrad einer Technologie für verschiedene Einsatzgebiete in nur einem Versuchslauf ermittelt werden kann. Das ist möglich, wenn für bestimmte Einsatzgebiete definierte Teile des Lastzyklus entsprechend ausgewertet werden. Für die Umsetzung wird die notwendige Messtechnik und der Versuchsaufbau für lastvariable Messungen sowie eine entsprechende Abgasprobenahme entwickelt und erprobt. Im Einzelnen sind die folgenden Arbeitsschwerpunkte zu nennen:

- Analyse bereits vorhandener Methoden (Umfeldanalyse)
- Erhebung typischer und repräsentativer Jahres- und Tageslastzyklen
- Experimentelle Erarbeitung der Versuchsmethode
- Erstellung einer Auswertesoftware
- Dokumentation (Erstellung eines Leitfadens)
- Durchführung praxisnaher Prüfstandtests

#### Projektleiter (Teilbereich TFZ)

Dr. Hans Hartmann

#### Bearbeiter

Paul Roßmann, Peter Turowski, Alexander Marks, Stefan Winter, Dr. Hans Hartmann

**Kooperation**

- Austrian Bioenergy Centre, Wieselburg/Österreich
- Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Francisco Josephinum – Biomasse Logistik Technologie, (FJ BLT), Wieselburg/Österreich
- AEE Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Villach/Österreich

**Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) und Österreichische Geldgeber (für österreichische Partner)

**5.1.4 Bewertung kostengünstiger Staubabscheider für Einzelfeuerstätten****Problemstellung und Zielsetzung**

Durch die stark steigende Anzahl von Holzfeuerungsanlagen in Privathaushalten wird die Emissionsbelastung aus solchen Anlagen zunehmend diskutiert. In der geplanten Novellierung der 1. BImSchV ist eine Emissionsminderung dieser Anlagen durch eine deutliche Reduktion der Staubemissionen vorgesehen. Um dieses Ziel erreichen zu können, wurden von der Industrie bereits technische Lösungen in Form von Staubabscheidern (Filter) entwickelt und teilweise auch am Markt eingeführt. Da jedoch noch keine Praxiserfahrungen im Umgang mit den angebotenen Filtern vorliegen, führt das TFZ einen Feldversuch für Staubabscheider an Einzelfeuerstätten und Zentralheizungskesseln durch. Zusätzlich werden in praxisnahen Langzeitversuchen am Feuerungsprüfstand Daten und Erfahrungen gesammelt, die Rückschlüsse auf das Betriebsverhalten (z. B. Abscheideleistung, optimale Benutzungsdauer) und die Langzeiteignung der Filter ermöglichen.

**Arbeitsschwerpunkte**

In einem mehrmonatigen Feldversuch in Privathaushalten werden insgesamt 10 Elektrofilter drei verschiedener Hersteller an häuslichen Feuerungsanlagen im Raum Straubing installiert und über die Heizperiode 2008/2009 getestet. Um über Vergleichswerte für die Staubabscheider zu verfügen, wird zusätzlich jeder der drei Filtertypen über einen Zeitraum von sechs Wochen an zwei Öfen im Technikum des TFZ betrieben und die Staubabscheideleistung gemessen. Die gewonnenen Feinstaubproben werden ebenfalls analysiert.

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Susanne Kiener, Elisabeth Rist, Peter Turowski, Paul Roßmann, Alexander Marks, Stefan Winter, Dr. Hans Hartmann

**Kooperation**

- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Kutzner und Weber GmbH, Maisach
- APP Applied Plasma Physics AS, Sandnes, Norwegen
- Spanner Re<sup>2</sup> GmbH, Neufahrn in Niederbayern
- Kaminkehrerhandwerk
- Regierung von Niederbayern, Sachgebiet Technischer Umweltschutz
- Umweltamt Stadt Straubing

**Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)

**5.1.5 Systementwicklung zur energetischen Nutzung von alternativen Pellets und Feuerungsanlagen (SYSTEMAP)****Problemstellung und Zielsetzung**

Der Markt für Holzpellet-Kleinfeuerungsanlagen ist in den letzten Jahren rasant gewachsen. Dementsprechend befinden sich Nachfrage und Preis für den Brennstoff Holz auf einem hohen Niveau. Daraus ergibt sich ein großes Potential für andere Festbrennstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Einsatz dieser Rohstoffe in klassischer auf Holz ausgelegter Feuerungstechnik ist aufgrund ihres besonderen Brenn- und Emissionsverhaltens nicht oder nur mit sehr großen Einschränkungen möglich. Ziel dieses Projektes ist es daher, die Brenntechnik für einen Regelbrennstoffpellet auf der Basis von Reststoffen aus dem Mühlenbereich zu entwickeln.

**Arbeitsschwerpunkte**

- Grundsatzuntersuchungen der verschiedenen Brennstoffgruppen auf das Verbrennungs-/Emissionsverhalten in Kleinfeuerungsanlagen
- Brennstoffanalysen und -aufbereitung (Herstellung des Zielbrennstoffs als Pellets)
- Vorversuche und Kesselentwicklung bei den beteiligten Herstellern
- Optimierung und Verifikation am Kesselprüfstand, Anpassung der Kesseltechnik auf langfristige Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Emissionsgrenzwerte, sowie die Lösung technischer Probleme

**Projektleiter (Teilprojekt TFZ)**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Elisabeth Rist, Paul Roßmann, Peter Turowski, Stefan Winter, Dr. Hans Hartmann

**Kooperation**

- Ingenieurbüro Bernhard Jöckel, Darmstadt
- Eduard Walter KG (Walter Mühle), Böhl-Iggelheim
- Gilles - Energie und Umwelttechnik GmbH, Gmunden/Österreich
- Solarvent, Bad Gandersheim

**Geldgeber**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

**5.1.6 Begleitforschung für verbesserte europäische Festbrennstoffnormen  
(Pre-normative research on solid biofuels for improved European standards  
"BIONORM 2")****Problemstellung und Zielsetzung**

Die europäischen Normungsarbeiten bei biogenen Festbrennstoffen konnten noch nicht abgeschlossen werden, da mit wichtigen Vorarbeiten wie z. B. die Methodenentwicklung bei einzelnen Prüfverfahren noch nicht begonnen werden konnte. Außerdem müssen bestehende Vornormen vor ihrem Inkrafttreten als Vollnorm noch methodisch bzw. hinsichtlich der definierten Anforderungen anhand von Praxiserfahrungen verifiziert werden. Am TFZ sollen u. a. Prüfmethoden zur Bestimmung der Brückenbildungsneigung oder der mineralischen Verunreinigungen von Biomasse-Festbrennstoffen entwickelt und gemeinsam mit den europäischen Projektpartnern erprobt werden. Diese Erfahrungen fließen direkt in die europäische Normung ein, da das TFZ in den entsprechenden Ausschüssen im CEN TC335 vertreten ist.

**Arbeitsschwerpunkte**

- Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Brückenbildungsneigung von Brennstoffen
- Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Verunreinigung von Brennstoffen
- Entwicklung und Bau von Prototypen für die notwendigen Prüfapparate
- Primärerprobung und Durchführung von Ringversuchen mit der entwickelten Technik
- Erarbeitung der jeweiligen Prüfnormenentwürfe
- Durchführung von Verbrennungsversuchen zur Verifikation der Brennstoffanforderungen und Klassengrenzen in der Brennstoff-Vornorm DIN CEN/TS 14961 ("Feste Brennstoffe – Brennstoffspezifikationen und Klassen")

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann



## **Bearbeiter**

Stefan Hinterreiter, Dr. Hans Hartmann, Peter Turowski

## **Kooperation**

- Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Leipzig
- Danish Technological Institute (DTI), Århus, Dänemark
- Forest & Landscape – FLD, The Royal Veterinary and Agricultural University, Dänemark
- Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), Gembloux (Belgien)
- HBLuFA – Francisco Josephinum Biomass Logistics Technology, Wieselburg, Österreich
- VTT Processes, Jyväskylä, Finnland
- Latvian Forestry Research Institute SILAVA, Salaspils, Lettland

## **Geldgeber**

EU-Kommission

### **5.1.7 Saubere Biomasseverbrennung in Zentralheizungsanlagen: Bestimmung der Partikelgrößen, Probennahme und physikochemisch-toxikologische Charakterisierung (Clean biomass combustion in residential heating: particulate measurements, sampling, and physicochemical and toxicological characterisation, ERA-NET BIOENERGY, Projekt "BioMass-PM")**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Viele Messungen und Messprogramme zur Charakterisierung der Feinstäube werden derzeit von unterschiedlichen Versuchsdurchführenden in Europa begonnen. Noch sind die Erfahrungen mit den Methoden zur Bestimmung der Korngrößenverteilung, der Probennahme, der Analyse und der stofflichen Bewertung gering. Hinzu kommt, dass harmonisierte und abgestimmte Mess- und Bewertungsverfahren noch fehlen. Eine Bestandsaufnahme sowie ein internationaler Erfahrungsaustausch zur Vereinheitlichung der Mess- und Bewertungsmethoden für die physikalischen und chemisch-toxikologischen Eigenschaften der Feinstäube aus der Biomasseverbrennung oder -vergasung stellen daher das Ziel des Vorhabens dar.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

Die vorhandenen Daten zur Feinstaub-Klassifizierung (Korngrößenverteilungen) aus Biomassefeuerungen werden gesichtet und zusammengestellt. In Deutschland relevante Bestimmungsverfahren und Richtlinien werden beschrieben und bewertet. Hierzu wird ein nationaler Country Report erarbeitet. Die Ergebnisse werden in mehreren internationalen Workshops vorgestellt und beurteilt.

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Dr. Hans Hartmann, Peter Turowski, Frank Ellner-Schuberth, Paul Roßmann

**Kooperation**

- University of Kuopio, Department of Environmental Sciences, Kuopio, Finland
- National Public Health Institute, Department of Environmental Health, Kuopio, Finland
- Finnish Meteorological Institute, Air Quality Research, Helsinki, Finland
- Graz University of Technology, Institute for Resource Efficient and Sustainable Systems, Graz, Österreich
- Umeå University, Energy Technology and Thermal Process Chemistry (UUE), Umeå, Schweden
- Energy Technology Centre (ETC), Piteå, Schweden
- Umeå University Hospital, Department of Respiratory Medicine and Allergy, Umeå, Schweden
- Umeå University, Department of Public Health and Clinical Medicine, Umeå, Schweden
- Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin, Hannover

**Geldgeber**

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

**5.1.8 Entwicklung von Prüfverfahren für die Nutzung von Nicht-Holzbrennstoffen in Kleinf Feuerungen  
(„Development of test methods for non-wood small-scale combustion plants“,  
Programm ERA-NET BIOENERGY)****Problemstellung und Zielsetzung**

Die technische und umweltbezogene Beurteilung von Kleinf Feuerungsanlagen für Nicht-Holzbrennstoffe wie Getreide und Stroh ist derzeit noch schwierig, da – anders als bei der Holzverbrennung – einheitliche Mess- und Versuchsvorschriften noch fehlen. Dadurch sind die Ergebnisse solcher Messungen zum einen nicht ausreichend vergleichbar. Zum anderen sind aber auch die quantitativen Wirkungen der verschiedenen Einfluss- und Störgrößen kaum systematisch untersucht worden.

Es soll ein Messleitfaden ("Best practise guideline") erarbeitet werden, durch den die Harmonisierung von Methoden und Verfahren für die heiztechnische Prüfung von Feuerungsanlagen für Getreide- und Stroh brennstoffe europaweit erreicht wird.

### **Arbeitsschwerpunkte**

Die Aufgaben werden von den europäischen Projektpartnern arbeitsteilig erledigt. Hauptaufgabe des TFZ ist es, durch spezielle experimentelle Arbeiten zu den messtechnischen Grundlagen und zur Messdurchführung Lösungsansätze zu verschiedenen offenen Fragen zu erarbeiten. Bei diesen offenen Fragen handelt es sich unter anderem um:

- Bestimmung der erforderlichen Mindestprobenahmedauer
- Festlegung der benötigten Anzahl von Messwiederholungen
- Identifikation des geeigneten Filtermaterials für die gravimetrische Staubbestimmung
- erforderliche Probengasvorbehandlung
- Bewertung von Fehlerquellen bei der Staubprobennahme

### **Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

### **Bearbeiter**

Paul Roßmann, Peter Turowski, Frank Ellner-Schuberth, Alexander Marks, Dr. Hans Hartmann

### **Kooperation**

- Austrian Bioenergy Centre GmbH, Wieselburg, Österreich
- HBLuFA – Francisco Josephinum Biomass Logistics Technology, Wieselburg, Österreich
- Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Leipzig
- SP – Swedish National Testing and Research Institute, Borås, Schweden
- VTT Processes, Jyväskylä, Finnland

### **Geldgeber**

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

## **5.1.9 Projektunterstützung beim Aufbau eines Verfahrens zur Herstellung von Sekundärbrennstoffen ("Florafuel")**

### **Problemstellung und Zielsetzung**

Verglichen mit Holz sind Halmgutbrennstoffe und Reststoffe aus der Landschaftspflege aufgrund ihrer Zusammensetzung als schwierige Brennstoffe einzustufen. Für eine Markteinführung zur Nutzung in Kleinfeuerungen ist eine gezielte Verbesserung der brennstofftechnischen Eigenschaften durch eine sekundäre Aufbereitung, wie z. B. Entwässerung, Trocknung und Pelletierung,

wünschenswert. Das TFZ begleitet eine entsprechende Technologieentwicklung durch wissenschaftlich-technische Unterstützung.

### **Arbeitsschwerpunkte**

Am TFZ werden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Technische Unterstützung beim Aufbau der Versuchsanlage und bei der Versuchsplanung
- Durchführung von Brennstoffanalysen
- Verbrennungsversuche mit optimierten Sekundärbrennstoffen

### **Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

### **Bearbeiter**

Peter Turowski, Dr. Hans Hartmann, Stefan Winter

### **Kooperation**

- Universität der Bundeswehr, Neubiberg
- florafuel AG, München

### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (StMLF), München, und Eigenmittel TFZ

## **5.1.10 Fortentwicklung und Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) für 2007 und 2008 (Teilbereich kleine Biomassekessel bis 100 kW)**

### **Problemstellung und Zielsetzung**

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Förderbedingungen und der Förderwürdigkeit müssen die Wirkungen des Bundes-Marktanreizprogrammes für Erneuerbare Energien (MAP) überprüft und unter den sich ständig ändernden Rahmenbedingungen neu bewertet werden. Die Evaluierung soll die Ableitung von Empfehlungen zur Anpassungen der Förderbedingungen ermöglichen.

### **Arbeitsschwerpunkte**

Insbesondere für den Bereich der im MAP stark nachgefragten Biomasse-Kleinf Feuerungen liegen der bewilligenden Behörde (BAFA) umfangreiche Originalunterlagen der Antragsteller vor. Im Rahmen einer 1000-Anlagenstichprobe sollen Fragen nach der Marktstruktur der Herkunftsländer und Herstellerzusammensetzung aber auch technische Fragen (z. B. Pufferspeichereinbau, Zuord-

nung zu Schadstoffhäufigkeitsklassen) sowie die leistungsabhängigen Teilkosten (Feuerung, Montage, Raumaustrag, Peripherie, Wärmespeicher) festgestellt werden. Letztere dienen als Grundlage für allgemeine Kostenvergleichsrechnungen und zur Identifikation eventueller Kostentrends.

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Klaus Reisinger, Dr. Hans Hartmann, Christian Nothhaft, Peter Turowski

**Kooperation**

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart
- Zentrum für Solarenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW), Stuttgart

**Geldgeber**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin

**5.1.11 Überarbeitung und Aktualisierung des Fachbuches "Energie aus Biomasse" (Springer-Verlag)****Problemstellung und Zielsetzung**

Das bereits in 2001 erschienene Fachbuch "Energie aus Biomasse" ist aufgrund der vorangeschrittenen technischen Entwicklung inzwischen nicht mehr aktuell. Zusammen mit den Partnern und Mitautoren werden die entsprechenden Kapitel neu erstellt, um eine vollständig überarbeitete und z. T. neustrukturierte zweite Auflage zu veröffentlichen.

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Dr. Hans Hartmann, Dr. Bernhard Widmann, Dr. Edgar Remmele, Dr. Klaus Thuneke

**Kooperation**

- Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ), Leipzig
- Institut für Verfahrens-, Umwelttechnik und techn. Biowissenschaften der Universität Wien, Österreich

**Geldgeber**

TFZ-Haushalt

**5.1.12 Brennstoffdatenbank NAWARO für Onlineabfragen****Problemstellung und Zielsetzung**

Die vom TFZ in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz (LfU) aufgebaute Brennstoffdatenbank ruft ein breites Interesse hervor. Für Außenstehende besteht derzeit noch kein Zugang zu den Abfragemöglichkeiten, er soll aber zukünftig ermöglicht werden. Zugleich sind die in den laufenden Forschungsarbeiten anfallenden Brennstoffanalysen zur Datenbank hinzuzufügen, um deren Nutzen kontinuierlich zu erhöhen.

**Arbeitsschwerpunkte**

Die gemeinsam mit dem LfU konzipierte Datenbank wird vom LfU programmtechnisch für die Abfrage über das Internet ertüchtigt. Das TFZ ergänzt und pflegt die Datenbestände.

**Projektleiter**

Dr. Hans Hartmann

**Bearbeiter**

Klaus Reisinger, Peter Turowski

**Kooperation**

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU), Augsburg

**Geldgeber**

Eigenmittel TFZ

## **5.2 Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte**

### **5.2.1 Betreibereinflüsse auf die Feinstaubemissionen aus kleinen Holzfeuerungen**

Peter Turowski, Dr. Hans Hartmann, Frank Ellner-Schuberth

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

#### **Einleitung und Problemstellung**

Häusliche Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe tragen mit einem Anteil von 10 % wesentlich zu den Feinstaubemissionen ( $PM_{10}$ ) der Bundesrepublik Deutschland bei. Insbesondere der großen Zahl von (geschätzt) ca. 14 Millionen Einzelfeuerstätten kommt hierbei als Emissionsquelle eine besondere Bedeutung zu. Als Feinstaub werden Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als  $10\ \mu\text{m}$  bezeichnet; unterhalb von  $2,5\ \mu\text{m}$  Durchmesser spricht man von lungengängigem Feinstaub. Solche Partikel gelten als besonders schädlich, wenn sie aus Verbrennungsprozessen stammen, da sie auf der Oberfläche adsorbierte, unverbrannte Kohlenwasserstoffe oder Schwermetalle mit sich führen können und somit eine Transportfunktion für reizende, toxische, kanzerogene oder mutagene Schadstoffe einnehmen können. Maßnahmen zur Minderung der Staubemission sind gerade bei Holzfeuerungen sehr vielfältig jedoch bislang zum Teil nur wenig systematisch untersucht worden. Mit dem vorliegenden Beitrag sollte daher sowohl eine Bestandsaufnahme erfolgen als auch die Möglichkeiten für eine Beeinflussung der Staubemission aufgezeigt werden.

#### **Vorgehen**

Im Rahmen von Prüfstandsuntersuchungen wurden die verschiedenen Einflussgrößen auf den Staubausstoß unter definierten Bedingungen untersucht. Die Messungen erfolgten an fünf Holzfeuerungen (Pelletkessel, Scheitholzessel, Hackschnitzelkessel, Kachelofenheizeinsatz und Kaminofen). Neben der Bestimmung der Massenanteile des Staubausstoßes in den Größenklassen  $<1\ \mu\text{m}$ , 1 bis  $2,5\ \mu\text{m}$ ,  $2,5$  bis  $10\ \mu\text{m}$  und  $>10\ \mu\text{m}$  wurden die gewonnenen Staubproben auch hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung untersucht, um Aussagen über die Qualität der Stäube zu erhalten. Die Ermittlung der Korngrößenverteilung von Abgaspartikeln erfolgte mittels eines Kaskadenimpaktors; die Bestimmung des Gesamtstaubgehaltes im Abgas wurde gemäß VDI-Richtlinie 2066 durchgeführt. Bei den Messungen an den beiden Einzelfeuerstätten wurde ein Verdünnungstunnel, in dem das Abgas auf Temperaturen unter  $60\ \text{°C}$  (mittleres Verdünnungsverhältnis 1:5,7) abgekühlt wurde, eingesetzt, wobei sowohl im verdünnten als auch im unverdünnten Abgas gemessen wurde.

#### **Ergebnisse zum Stand der Technik bei modernen Holzfeuerungen**

Für die Versuche wurden Holzfeuerungen ausgewählt, die den aktuellen Stand der Technik repräsentieren. In Abbildung 11 sind die Staubemissionen dieser Anlagen sowie deren Verteilung auf die vier Korngrößenklassen dargestellt. Die Messungen wurden unter praxisnahen Prüfbedingungen mit verschiedenen geeigneten Brennstoffen durchgeführt, so dass je Feuerung 10 bis 12 Ein-

zelwerte berücksichtigt sind. Die drei Kesselanlagen verursachen Staubemissionen zwischen 20 und 34 mg/Nm<sup>3</sup> (bei 13 % O<sub>2</sub>), wobei der niedrigste Wert beim Pelletkessel erreicht wird. Die Staubemissionen der beiden Einzelfeuerstätten liegen mit 58 bzw. 72 mg/Nm<sup>3</sup> deutlich darüber. Das insgesamt niedrige Niveau der Staubemissionen zeigt den inzwischen erreichten hohen Entwicklungsstand moderner Holzfeuerungen, zumal der in Deutschland für Zentralheizungskessel über 15 kW Nennwärmeleistung geltende Staubgrenzwert von 150 mg/Nm<sup>3</sup> deutlich unterschritten wird.

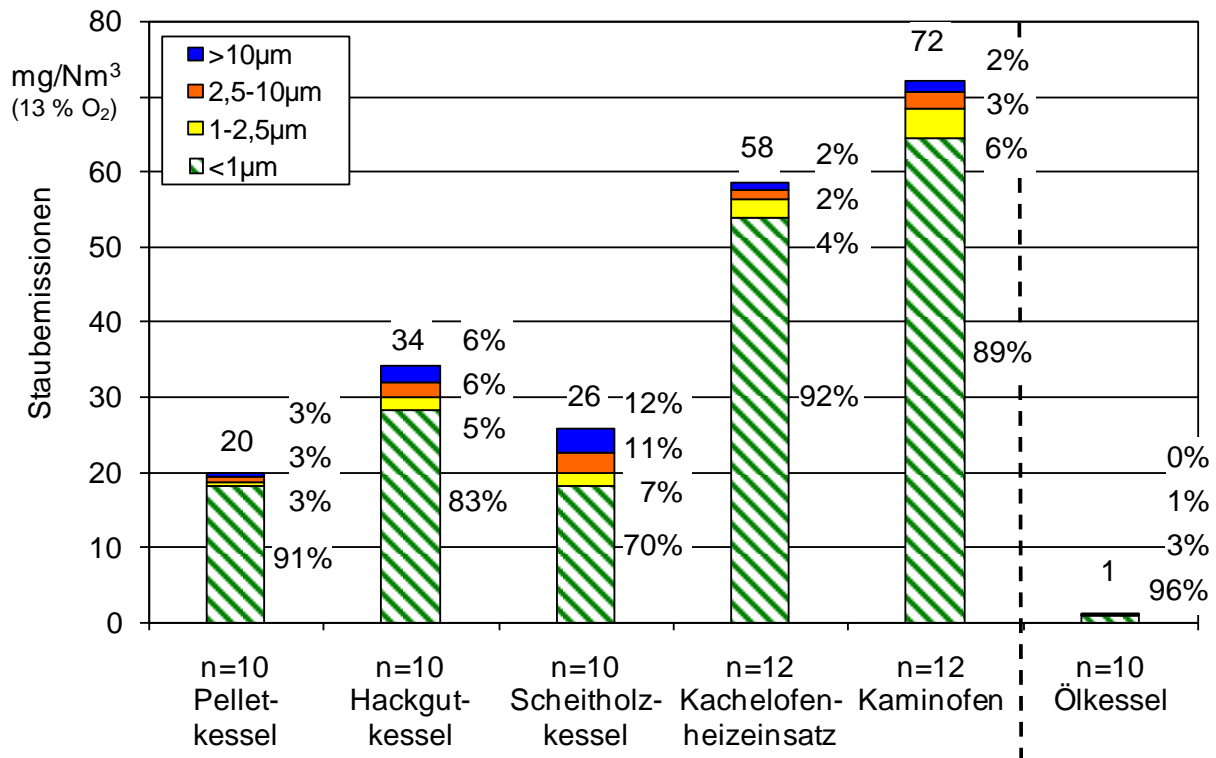


Abbildung 11: Staubemissionen und Korngrößenverteilung verschiedener Holzfeuerungen (n: Anzahl Messungen)

Die Korngrößenverteilungen der Stäube aus den jeweiligen Feuerungen weisen kaum Unterschiede auf. Lediglich geringe Anteile von 2 bis 12% sind der Korngrößenklasse >10 µm zuzuordnen und gelten damit nicht als Feinstaub. Somit können sich die weiteren Betrachtungen auf die Gesamtstaubmasse beschränken.

### Brennstoffeinflüsse

Die Brennstoffqualität kann einen entscheidenden Einfluss auf Höhe und Qualität der Feinstaubemissionen einer Holzfeuerung haben. Als wesentliche Kriterien sind der Wasser- und Aschegehalt sowie die Brennstoffaufbereitung zu nennen. Die verwendete Holzart hat dagegen meist nur einen geringen Einfluss.

In Abbildung 12 sind die Staubemissionen des Scheitholz-kessels bei verschiedenen Brennstoffwassergehalten wiedergegeben. Während die Erhöhung des Wassergehaltes von 12 % auf



23 % weitgehend ohne Wirkung bleibt, verursacht die weitere Steigerung des Wassergehaltes auf 31 % ein deutliches Ansteigen der Staubemissionen auf über  $400 \text{ mg/Nm}^3$ . Brennstoffe mit Wassergehalten dieser Größenordnung können von der hier eingesetzten Feuerung nicht mehr emissionsarm verbrannt werden. Damit werden auch die Herstellerempfehlungen bestätigt, die einen maximalen Wassergehalt von 25 % nennen.

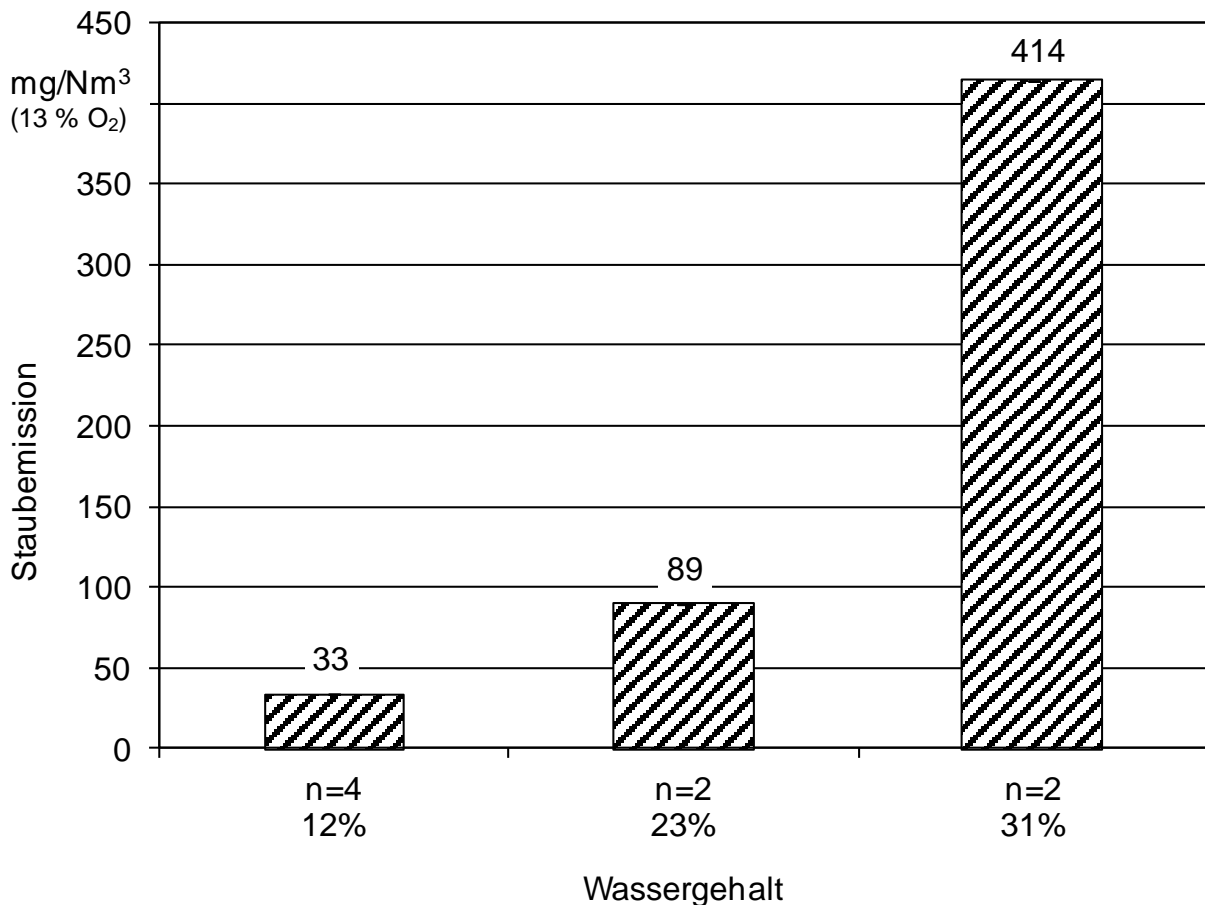


Abbildung 12: Staubemissionen eines Scheitholzessels bei verschiedenen Brennstoffwassergehalten (n: Anzahl Messungen)

### Bedienungseinflüsse

Neben der Brennstoffqualität bestehen auch zahlreiche Möglichkeiten, durch die Bedienung einer Feuerungsanlage Einfluss auf deren Schadstoffemissionen zu nehmen. Eine Sonderstellung nimmt in diesem Falle die Stückigkeit des eingesetzten Holzes ein, da dieser Parameter einerseits ein Qualitätskriterium für den Brennstoff ist und andererseits bei der Brennholzaufbereitung oft durch den Betreiber selbst beeinflusst wird. Insbesondere bei Einzelfeuerstätten ist ein entscheidender Einfluss der Scheitgröße auf die Staubemissionen gegeben. Abbildung 13 zeigt, dass sowohl kleine als auch große Scheite (bei gleicher Länge und gleicher Gesamtmasse) zu einem Anstieg der Staubemissionen führen, wobei zu große Scheite kritischer zu beurteilen sind als zu kleine.

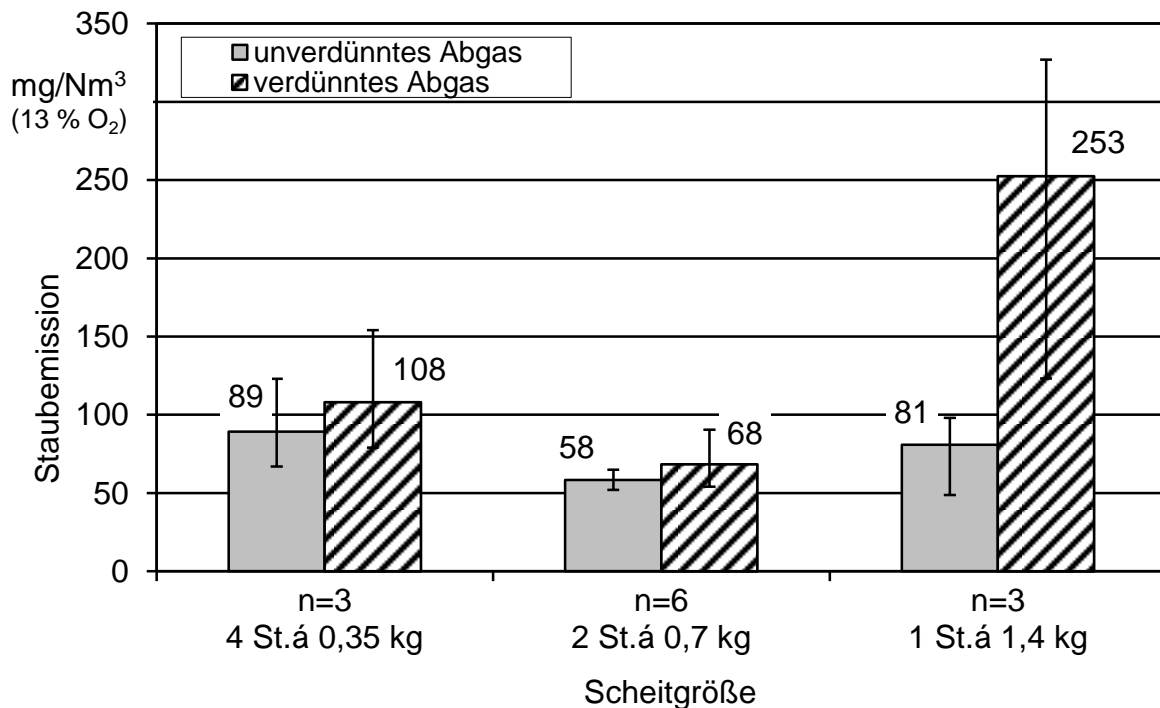


Abbildung 13: Staubemissionen eines Kaminofens bei verschiedenen Scheitgrößen (n: Anzahl Messungen)

Dies wird insbesondere bei Betrachtung der Messwerte im verdünnten Abgas deutlich. Der Einsatz des großen Scheites führt zu unvollständiger Verbrennung mit hohen Gehalten an gasförmigen organischen Verbindungen im Abgas. Bei diesen Betriebsbedingungen besteht auch ein großes Potenzial an kondensierbaren Stoffen im Abgas. Diese im heißen Abgas gasförmigen Stoffe kondensieren bei der Verdünnung und der damit verbundenen Abkühlung und werden als zusätzliche Partikelmasse erfasst. Bei Messungen im verdünnten Abgas werden somit die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten noch deutlicher und zum Teil werden auch erheblich höhere Staubemissionen gemessen. Das gilt vor allem dann, wenn die Verbrennung relativ unvollständig verläuft.

Der größte Einfluss des Betreibers bei der Bedienung einer Einzelfeuerstätte besteht aber in der Wahl der Brennstoffmenge. In Abbildung 14 sind die Staubemissionen eines Kachelofeneinsatzes bei verschiedenen Auflagemengen dargestellt. Die mittlere Menge mit 4,5 kg entspricht dabei der Herstellerempfehlung. Die Staubemission, die im unverdünnten Abgas gemessen wurde, stieg mit zunehmender Auflagemenge von 29 mg/Nm<sup>3</sup> auf 51 mg/Nm<sup>3</sup>. Bei Betrachtung der Messung im verdünnten Abgas zeigt sich jedoch ein anderes Bild. Hier führen sowohl die kleinere als auch die größere Brennstoffauflage zu höheren Emissionen.

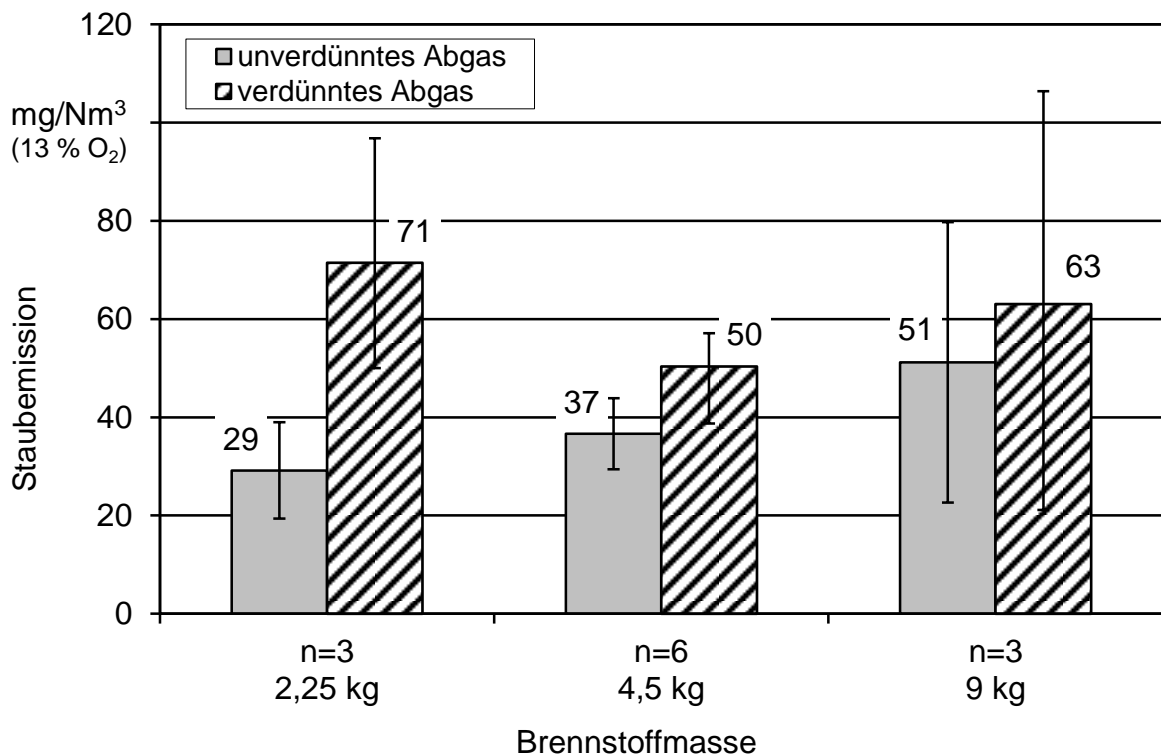


Abbildung 14: Staubemissionen eines Kachelofeneinsatzes bei verschiedenen Brennstoffmengen (n: Anzahl Messungen)

### Zusammenfassung

Durch die Ausschöpfung aller Möglichkeiten ist insbesondere bei den handbeschickten Einzelfeuerstätten auch ohne Sekundärmaßnahmen (Staubabscheider) noch eine erhebliche Reduzierung der Staubemissionen erreichbar. Beispielsweise können durch den Einsatz geeigneter Einrichtungen zur Regelung und Feuerungsüberwachung bei Einzelfeuerstätten staubwirksame Fehlbedienungen vermieden werden. Weitere Minderungen sind durch gezielte Verbesserung der Brennstoffqualität zu erreichen. Niedrige Wasser- und Aschegehalte im Brennstoff sowie eine an die Feuerung angepasste Scheitgröße führen ebenfalls zur Senkung der Staubemission. Das Gleiche gilt auch für die strikte Einhaltung der Herstellervorgaben hinsichtlich der Brennstoffmenge.

### Literatur

- [1] BRUNNER, T. (2006): Aerosol and coarse fly ashes in fixed-bed biomass combustion. Dissertation at Eindhoven University of Technology (Faculty of Mechanical Engineering), The Netherlands.
- [2] HARTMANN, H.; P. ROßMANN, P. TUROWSKI; F. ELLNER-SCHUBERT; N. HOPF; A. BIMÜLLER (2007): Getreidekörner als Brennstoff in Kleinfeuerungen – Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte. Berichte aus dem TFZ, Nr. 13, 126 Seiten. [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

### 5.2.2 Schnellbestimmung des Wassergehalts im Holzscheid

Klaus Reisinger, Dr. Hans Hartmann, Peter Turowski, Karin Nürnberger

#### Geldgeber

Eigenleistung (Haushaltsmittel)

#### Einleitung und Problemstellung

Der Wassergehalt ist der wichtigste qualitätsbestimmende Parameter von naturbelassenem stückigem Holz (Scheitholz), das zeigen viele Untersuchungen an häuslichen Verbrennungsanlagen. Wegen seiner nachteiligen Wirkungen auf den Ausstoß gesundheitsschädlicher organischer Verbindungen und Stäuben im Abgas soll der Wassergehalt bei solchen Feuerungen zukünftig auf 20 % (d. h. 25 % Brennstoff-Feuchte) begrenzt werden. Dies ist im Entwurf der novellierten 1. BImSchV vorgesehen und soll im Rahmen der wiederkehrenden Überwachung alle zwei Jahre durch den Schornsteinfeger überprüft werden. Allerdings ist dabei bislang noch unklar, welche messtechnischen Hilfsmittel hierfür verwendet werden können. Die vorliegende Untersuchung soll daher eine Übersicht und Bewertung der angebotenen Schnellbestimmungsgeräte bieten.

#### Geräteauswahl und Vorgehen

Auf Basis einer Marktrecherche wurden 19 verschiedene Messgeräte (bzw. 21 Betriebsarten) von 13 Herstellern für die Versuche ausgewählt. Die meisten dieser Geräte arbeiten nach dem Prinzip der Leitfähigkeitsmessung und sind überwiegend mit Einstechnadeln ausgestattet. Vier Geräte verfügten über eine separate Einschlagelektrode, um ein tieferes Eindringen in das Holz zu ermöglichen (Abbildung 15). Zwei weitere Geräte nutzen bei der Messung die Kapazitätsänderung (Dielektrizität). Die Schnellbestimmung erfolgte an insgesamt 12 Holzscheiten (vier Buchen-, drei Birken- und fünf Fichtenscheiten) mit 33 cm Länge, wobei jeweils am Originalscheid und am anschließend frisch gespaltenen Scheit bei jeweils zwei Wiederholungen gemessen wurde. Außerdem wurden durchgehend verschiedene Messpunkte (2-mal Stirnseite, 3-mal Längsseite innen) untersucht. Als Referenzmessung diente die Wassergehaltsbestimmung im Trockenschrank bei 105 °C. Die vom jeweiligen Gerät ausgegebenen Messwerte wurden einheitlich auf Frischmassebasis umgerechnet, d. h. dass die überwiegend verwendeten Ergebnisangaben zur Feuchte (d.h. Wasseranteil in der Trockenmasse) in den bei Brennstoffen üblichen Wassergehalt (d. h. Wasseranteil in der Gesamtmasse inkl. Wasser) umgerechnet wurden.



Abbildung 15: Messgeräte zur Schnellbestimmung des Wassergehaltes nach dem dielektrischen Messprinzip (oben) bzw. über elektrische Leitfähigkeitsmessung mit Einstechnadeln (unten) oder Einschlagelektroden (rechts)

### Sinnvoller Messbereich

Die Ergebnisse zeigen erhebliche Messunsicherheiten im Wassergehaltsbereich oberhalb von 30 %. Hier wurden bei allen Messgeräten (Ausnahme: Schaller Humimeter) erhebliche Abweichungen zur Referenzmethode festgestellt. Einige Hersteller schränken daher den zulässigen Messbereich ein, zum Beispiel auf maximal 40 % Wassergehalt (Tabelle 8). Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Messgenauigkeit in diesem Bereich meist unakzeptabel gering ist. Die weiteren Auswertungen wurden hier daher auf den Messbereich zwischen 10 % und 30 % Wassergehalt beschränkt, obgleich häufig darüber hinausgehende Anwendungsempfehlungen bestehen.

### Vergleich der Gerätekategorien

Es zeigt sich, dass Geräte, die mit Einschlagelektroden ausgestattet sind, bei einer mittleren Abweichung (über alle untersuchten Einflussparameter) von ca. -6,9 % (bzw. 8,1 % Streuung) ein deutlich besseres Ergebnis liefern, als Geräte mit Einstechnadeln, bei denen die mittlere relative Abweichung mit -20,2 % (bzw. 21,1 % Streuung) um etwa das Dreifache höher liegt. Messgeräte, die nach dem dielektrischen Prinzip arbeiten, sind mit -29,3 % Abweichung (bzw. 29,8 % Streuung) im Durchschnitt nochmals ungenauer, weil die geforderte glatte Auflagefläche bei einem Holzsplit kaum gegeben ist. Diese Geräte sind offensichtlich für einen Einsatz an Scheitholz mit seinen typischen rauen Oberflächen nicht geeignet.

**Tabelle 8:** Merkmale der untersuchten Messgeräte und gemessene Genauigkeit, dargestellt als Mittelwert der relativen Abweichungen des Wassergehaltes  $w$  aller Schnellbestimmungswerte (bezogen auf den Referenzmesswert in Prozent)

| Messgerät  | Messbereich<br>gemäß<br>Herstellernangabe | Überprüfter<br>Messbereich | Mittlere<br>relative<br>Genauigkeit | Preis<br>inkl. MwSt. |
|--|---|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Leitfähigkeitsmessgeräte mit Einschlagelektrode</b> |   |                            |                                     |                      |
| Schaller humimeter mit Rammelektrode*                  | 10 - 60 %                                 | 10 - 30 %                  | -2,9 %                              | 790 €                |
| Greisinger GMH 3830 mit Elektrode GHE 91               | 5 - 46 %                                  | 10 - 30 %                  | -5,9 %                              | 352 €                |
| Gann Hydromette HT 65 mit Elektrode M 18               | 4 - 38 %                                  | 10 - 30 %                  | -8,7 %                              | 518 €                |
| Lignomat maxiLigno mit Elektrode E 12                  | 6 - 43 %                                  | 10 - 30 %                  | -10,1 %                             | 356 €                |
| <b>Leitfähigkeitsmessgeräte mit Einstechnadeln</b>     |   |                            |                                     |                      |
| PCE FME mit Fühler NF 4-17                             | 5 - 50 %                                  | 10 - 30 %                  | -7,5 %                              | 653 €                |
| Greisinger GMR 100                                     | 0 - 50 %                                  | 10 - 30 %                  | -23,7 %                             | 118 €                |
| HEDÜ 2 in 1 Nadelmodus                                 | 0 - 44 %                                  | 10 - 30 %                  | -9,0 %                              | 237 €                |
| BES Bollmann Easy Comfort Nadelmodus                   | 5 - 32 %                                  | 10 - 30 %                  | -21,0 %                             | 189 €                |
| BES Bollmann Easy Comfort Kontaktmodus                 | 5 - 32 %                                  | 10 - 30 %                  | -32,9 %                             | 189 €                |
| Doser LWM 2  | 5 - 23 %                                  | 10 - 30 %                  | -31,0 %                             | 307 €                |
| Wöhler HBF 410 Nadelmodus                              | 0 - 44 %                                  | 10 - 30 %                  | -9,8 %                              | 117 €                |
| Gann Hydromette Compact S                              | 9 - 33 %                                  | 10 - 30 %                  | -19,6 %                             | 137 €                |
| Trotec T 500   | 5 - 33 %                                  | 10 - 30 %                  | -19,2 %                             | 155 €                |
| Fuva S 06  | 6 - 50 %                                  | 10 - 30 %                  | -22,6 %                             | 96 €                 |
| testo 606-1*   | 8 - 48 %                                  | 10 - 30 %                  | 4,3 %                               | 99 €                 |
| PCE - 333  | 6 - 31 %                                  | 10 - 30 %                  | -10,1 %                             | 46 €                 |
| Trotec T 60  | 6 - 31 %                                  | 10 - 30 %                  | -11,3 %                             | 46 €                 |
| Wetekom MD-018   | 0 - 38 %                                  | 10 - 30 %                  | -59,5 %                             | 10 €                 |
| Lignomat miniLigno X                                   | 6 - 43 %                                  | 10 - 30 %                  | -30,5 %                             | 180 €                |
| <b>Dielektrische Messgeräte</b>                        |   |                            |                                     |                      |
| Doser DM4 A  | 0 - 50 %                                  | 10 - 30 %                  | -17,9 %                             | 486 €                |
| HEDÜ 2 in 1 Suchermodus                                | 0 - 44 %                                  | 10 - 30 %                  | -40,8 %                             | 237 €                |

\* Nach Rücksprache bei den Herstellern wurden die Anzeigewerte entgegen den Anweisungen der Bedienungsanleitung nicht als „Brennstoff-Feuchte“ sondern als „Wassergehalt“ interpretiert

## Messvarianten

Zwischen den Holzarten Fichte und Buche kamen relativ geringe Unterschiede in der Messgenauigkeit zustande. Bei Buchenscheiten war die Messunsicherheit ca. 3 % geringer als bei Fichte.

Zur Wahl des jeweiligen Messpunktes am Holzscheit machten die Hersteller meist keine detaillierten Angaben. Die Versuche zeigen aber, dass Messungen an der (inneren) Längsseite des Scheites überwiegend bessere Ergebnisse liefern als Messungen an der Stirnseite (Sägekante). Das gilt jedoch nur für die überwiegende Mehrzahl der Geräte, die nach dem Leitfähigkeitsprinzip arbeiten. Eine Messung am frisch gespaltenen Holz – wie sie von einigen Herstellern empfohlen wird – führt ebenfalls zu etwas besseren Ergebnissen, allerdings gilt dies nicht für die Geräte mit Einschlagelektrode.

---

**Fazit**

Die Ergebnisse zeigen, dass der Wassergehalt von Scheitholz bei der Schnellbestimmung mit marktgängigen Messgeräten fast durchgehend unterschätzt wird. Vor allem bei höheren Wassergehalten sind bezüglich der Einsatztauglichkeit bzw. der Genauigkeit der Kalibrierung Zweifel angebracht, das gilt insbesondere für Geräte, die nach dem dielektrischen Messprinzip arbeiten.

Bedenklich ist aber auch eine andere Tatsache: Bei der korrekten Verwendung der Begriffe „Wassergehalt“ und „Brennstoff-Feuchte“ besteht in der Praxis und auch bei einigen Herstellerfirmen noch Unsicherheit oder auch Unkenntnis. Dieser Umstand ist jedoch für die Messergebnisse von großer Bedeutung, da es sich per Definition um völlig verschiedene Parameter handelt, die erst ineinander umgerechnet werden müssen. Diese Aussage wird beispielsweise verdeutlicht durch die Tatsache, dass einer der Hersteller in seinen Produktbeschreibungen angibt, die Brennstoff-Feuchte zu messen, jedoch auf Nachfrage mitteilt, dass es sich in Wirklichkeit um den Wassergehalt handelt. Nur bei 3 von 19 Geräten wird in der Betriebsanleitung auf die unterschiedliche Definition dieser beiden Begriffe eingegangen, so dass Fehlinterpretationen in der Praxis kaum zu vermeiden sind. In einigen Fällen wird in den Anleitungen sowohl von der Feuchte als auch vom Wassergehalt gesprochen. Bei 15 von insgesamt 19 Geräten wäre die Interpretation des angezeigten Messwertes als „Wassergehalt“ anstelle der angezeigten (und bei Nachfrage bestätigten!) „Brennstoff-Feuchte“ mit einer deutlich höheren Genauigkeit verbunden gewesen.





## **6 Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe**

### **6.1 Forschungsthemen**

#### **6.1.1 Koordinierung und wissenschaftliche Begleitung der Normung von Rapsölkraftstoff**

##### **Problemstellung und Zielsetzung**

Ein verlässlicher und emissionsarmer Betrieb von Verbrennungsmotoren ist nur möglich, wenn wichtige Eigenschaften und Inhaltsstoffe des Kraftstoffs definiert sind. Diese müssen in ihrer Schwankungsbreite bestimmte Grenzen einhalten. Unter Federführung des Technologie- und Förderzentrums wurde im Jahr 1996 begonnen, die erforderliche Qualität von Rapsölkraftstoff für den Einsatz in pflanzenöлтаuglichen Motoren zu definieren und abschließend in dem „Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 05/2000“ zusammenzufassen.

Ziel ist es, die im Juli 2006 veröffentlichte Vornorm DIN V 51605 „Rapsölkraftstoff“ zur Norm weiter zu entwickeln. Dabei soll das am Technologie- und Förderzentrum gesammelte Wissen in die Normungsarbeit eingebracht und die Aktivitäten wissenschaftlich begleitet werden. Durch Aufbau und Pflege der Kontakte mit der Industrie, der Wissenschaft und den Behörden soll die Normung voran gebracht werden.

##### **Arbeitsschwerpunkte**

- Vorbereitung, Durchführung und Leitung sowie Nachbereitung der Sitzungen des mit der Normung von Rapsölkraftstoff befassten DIN UA 632.2 (Obmannschaft am TFZ)
- Koordinierung und wissenschaftliche Begleitung von Ringversuchen und Prüfstandsversuchen
- Beteiligung an Ringversuchen
- Pflege der Kontakte mit der Industrie, der Wissenschaft und den Behörden

##### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

##### **Bearbeiter**

Dr. Edgar Remmele, Ina Sohrev, Sonja Plankl

##### **Kooperation**

Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Berlin

##### **Geldgeber**

Haushalt TFZ

### **6.1.2 Prüfung der Eignung von Verfahren zur Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Erzeugung**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Mit fortschreitender Entwicklung rapsölkraftstofftauglicher Dieselmotoren und bei vermehrtem Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen wird die Reduzierung ablagerungs- und aschebildender Elemente, wie zum Beispiel Phosphor, Calcium und Magnesium im Rapsölkraftstoff immer wichtiger. Im Falle einer von Seiten der Motorenhersteller und -umrüster geforderten Verschärfung der Anforderungen der DIN V 51605 hinsichtlich eines geringeren Phosphor-, Calcium- und Magnesiumgehalts im Rapsölkraftstoff wird es mit dem aktuellen Stand der technischen Ausstattung von dezentralen Ölgewinnungsanlagen häufig nicht mehr möglich sein, normkonforme Kraftstoffqualitäten zu produzieren.

Ziel des Vorhabens ist es, ausgewählte Verfahren zur Behandlung von Rapsöl mit adsorptiv wirkenden Zuschlagstoffen, wie zum Beispiel Tonerden, Cellulosen und Silikagel hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Elementgehalte Phosphor, Calcium und Magnesium im Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Pflanzenölgewinnung zu untersuchen. Abschließend soll eine Bewertung der Verfahren sowohl unter technischen als auch ökonomischen Gesichtspunkten erfolgen.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- Literatur- und Patentrecherche sowie Verfahrensauswahl
- Labor- und Technikumsversuche unter Berücksichtigung von Art, Konzentration und Verweildauer der zuzugebenden Wirkstoffe sowie der Temperatur der Rapsöl-/Wirkstoffmischungen
- Überprüfung der Qualität der Ausgangsöle sowie der behandelten Rapsöle hinsichtlich der Gehalte an P, Ca, Mg sowie weiterer Elementgehalte und Eigenschaften

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Josef Witzelsperger, Thomas Gassner, Roland Fleischmann, Sonja Plankl, Johannes Kastl

#### **Kooperation**

- VWP - Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie
- Waldland Vermarktungsges. mbH.
- ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH
- Hersteller von Tonerden, Cellulosen und Silikagel

#### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (StMLF)

### **6.1.3 Additivierung von Rapsölkraftstoff - Projektphase 1: Auswahl der Additive und Überprüfung der Wirksamkeit**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Von den Nutzern von Rapsölkraftstoff werden eine hohe Betriebssicherheit der pflanzenöлтаuglichen Motoren und die Einhaltung gesetzlicher Emissionsgrenzwerte erwartet. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist eine aufeinander abgestimmte Weiterentwicklung der Motortechnik und der Kraftstoffqualität erforderlich. Bei den bisherigen Anstrengungen zur Optimierung der Rapsölkraftstoffqualität wurde das Potenzial einer Qualitätsverbesserung durch Additivierung noch nicht ausgeschöpft. Insbesondere wären Verbesserungen hinsichtlich des Verbrennungsverhaltens, der Ablagerungsbildung und des Kälteverhaltens von Rapsölkraftstoff wünschenswert.

Ziel des Vorhabens ist die Überprüfung der Wirksamkeit von Additiven bei Rapsölkraftstoff. In Laborversuchen werden zunächst potenziell wirksame Substanzen hinsichtlich der Verbesserung von Zündwilligkeit (Cetanzahl), Fließverhalten bei niedrigen Temperaturen sowie Ablagerungsbildung untersucht. Erfolgversprechende Additive sollen anschließend in einer zweiten Projektphase umfangreichen Prüfstands- und Feldversuchen unterzogen werden.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- Recherche zum Stand der Technik der Additivierung von Pflanzenöl, FAME, Dieselmotorkraftstoff
- Erstellen einer Bewertungsmatrix mittels relevanter Kriterien (z. B. Wirksamkeit, Normkonformität, Wassergefährdung, Wechselwirkung mit Materialien und Motorkomponenten)
- Entwicklung von Testmethoden zur Prüfung der Eignung der Additive für Rapsölkraftstoff
- Überprüfung der Wirkung der Additive in Rapsölkraftstoff durch Labortests
- Untersuchung der Wechselwirkungen der Additive im Kraftstoff
- Abschließende Beurteilung von Einzeladditiven und Additivpaketen

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Johannes Kastl, Roland Fleischmann, Sonja Plankl, Thomas Gassner

#### **Kooperation**

Additivhersteller, Prüflabors

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

#### **6.1.4 Erstellung eines Manuskripts für ein Handbuch „Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen“**

##### **Problemstellung und Zielsetzung**

Erfahrungen aus dem „100-Traktoren-Demonstrationsvorhaben“ zeigen, dass rapsöltaugliche Traktoren hinsichtlich Leistung und Verbrauch, aber auch hinsichtlich der Abgasemissionen keine nennenswerten Nachteile (teilweise auch Vorteile) gegenüber dieselbetriebenen Traktoren aufweisen. Allerdings sind einerseits nicht alle Traktor- und Motortypen gleich gut zur Umrüstung geeignet und andererseits weisen nicht alle Umrüstsysteme die notwendige Betriebssicherheit auf.

Ziel des Vorhabens ist es, am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Kringell, einen vorhandenen mit Rapsölkraftstoff betriebenen Traktor (Abgasstufe I) und einen neuen mit Rapsölkraftstoff betriebenen Traktor (Abgasstufe II) im Praxisbetrieb über mindestens zwei Jahre hinsichtlich des Betriebs- und Emissionsverhalten zu untersuchen.

##### **Arbeitsschwerpunkte**

- Aufarbeitung des Stands des Wissens hinsichtlich des Einsatzes rapsölbetriebener Traktoren
- Erfassung der Einsatzbedingungen sowie wichtiger Betriebsparameter (wie Kraftstoffverbrauch, Temperaturen, Motordrehzahl etc.) der Traktoren
- Prüfung des Emissionsverhaltens der rapsölbetriebenen Traktoren in Anlehnung an die gültigen Prüfanforderungen mindestens zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraums
- Prüfung der Mutagenität der Partikelemissionen mit Rapsöl- und Dieselmotorkraftstoff
- Prüfung und Dokumentation der Rapsölkraftstoff- und Motorenölqualität
- Ermittlung der Auswirkungen des Rapsölbetriebs auf Verschleiß und Ablagerung im Einspritzsystem, im Brennraum, an den Ventilen und im Abgasstrang durch Motorinspektionen zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraums

##### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

##### **Bearbeiter**

Dr. Klaus Thuneke, Thomas Gassner, Peter Emberger, Thomas Kießlinger

##### **Kooperation**

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising
- Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Ökologischen Landbau und Tierhaltung, Kringell
- Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH

##### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)

### **6.1.5 Einführung von Rapsölkraftstoff am Flughafen München**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Die Flughafen München GmbH beabsichtigt einen Teil der Fahrzeuge auf dem Flughafenvorfeld mit Rapsöl als Kraftstoff zu betreiben. Dabei soll ausschließlich Rapsölkraftstoff zum Einsatz kommen, der zum einen die Anforderungen der Vornorm DIN V 51605 sicher erfüllt und zum anderen im direkten Flughafenumland produziert wurde. Ziel ist es, das Potenzial für die Rapsölkraftstoffproduktion im Umland zu ermitteln und die Versorgung des Flughafens mit normgerechtem Rapsölkraftstoff sicher zu stellen.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- Erfassung des Rohstoffpotenzials sowie potenzieller Ölmühlen für die Rapsölkraftstoffproduktion im Flughafenumland
- Einführung eines Qualitätsmanagements bei den Rapsölkraftstoffproduzenten
- Beprobung der Rapsölkraftstoffproduzenten
- Beprobung der Rapsölkraftstofflagerstätten am Flughafen

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Peter Emberger, Roland Fleischmann

#### **Kooperation**

Hersteller von Rapsölkraftstoff im Flughafen Umland

#### **Geldgeber**

Flughafen München GmbH

### **6.1.6 Regionale Biokraftstoffberatung für die Land- und Forstwirtschaft in Bayern und Baden-Württemberg „Informationsinitiative Biotreibstoffe Süd“ – Projektphase 2**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Die Nachfrage aus der Land- und Forstwirtschaft nach Technologien zur Gewinnung von Rapsölkraftstoff und Biodiesel sowie zu deren Nutzung in land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen nahm in den letzten Jahren stetig zu. In gleichem Maße stieg der Bedarf an Wissens- und Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und der Praxis.

Im Rahmen der Fortführung des Vorhabens soll das Beratungs- und Informationsangebot zur Herstellung und Nutzung von Biokraftstoffen für Land- und Forstwirte intensiviert werden. Verstärkt soll dabei auch auf spezielle technische, wirtschaftliche und rechtliche Fragestellungen eingegangen werden. Durch Einbeziehung weiterer Kooperationspartner soll das Informations- und Beratungsnetzwerk weiter ausgebaut werden.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- persönliche, telefonische und schriftliche Einzelberatung
- persönliche Gruppenberatung
- regelmäßige Vortragsveranstaltung „Herstellung und Nutzung von Rapsölkraftstoff“
- Vortragsveranstaltungen zur Herstellung und Nutzung von Rapsölkraftstoff und Biodiesel in der Landwirtschaft
- Beteiligung an Messen (z. B. Biomasse in Straubing, Agritechnica in Hannover)
- Ergänzung und Aktualisierung der Ausstellung im Schulungs- und Ausstellungszentrum des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Dr. Klaus Thuneke, Peter Emberger, Josef Witzelsperger

#### **Kooperation**

- C.A.R.M.E.N. e.V., Straubing
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg - Außenstelle Forchheim
- GloDis consultans, Weilheim

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und Auftragnehmer C.A.R.M.E.N. e.V.

### **6.1.7 Regionale Biokraftstoffberatung für die Land- und Forstwirtschaft in Niedersachsen/Bremen, Nordrhein-Westfalen, Thüringen, Sachsen und Rheinland-Pfalz/Saarland sowie Betrieb des Internetportals [www.biokraftstoff-portal.de](http://www.biokraftstoff-portal.de) (SBIO II)**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Ziel ist die Intensivierung der Schulungs- und Beratungsmaßnahmen, betreffend die Herstellung von Biokraftstoffen und deren Einsatz zum Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Maschinen. Das interaktive Internet-Portal ([www.biokraftstoff-portal.de](http://www.biokraftstoff-portal.de)) soll erweitert, ergänzt und aktualisiert werden, das TFZ berichtet der Projektgruppe über neue Ergebnisse aus der Biokraftstoffforschung und unterstützt bei der Online-Beratung.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- Unterstützung der Erweiterung und redaktionellen Pflege des Internet-Portals [www.biokraftstoff-portal.de](http://www.biokraftstoff-portal.de)
- Umfassende inhaltliche Zuarbeit und redaktionelle Betreuung des Online-Beratungssystems
- Begleitende regionale Öffentlichkeitsarbeit, um die regionalen und landesweiten Schulungs- und Beratungsangebote sowie das Internet-Portal und das Online-Beratungssystem in der Land- und Forstwirtschaft bekannt zu machen
- Mitarbeit an bundesweiten öffentlichen und internen Schulungen und Beratungen

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Dr. Klaus Thuneke, Peter Emberger, Josef Witzelsperger

#### **Kooperation**

- nova-Institut GmbH, Hürth
- Bundesverband Dezentraler Ölmühlen e.V., St. Wendel
- Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe 3N - Kompetenzzentrum, Werlde
- P.R.O. e.V., Eschweiler
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
- Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe NRW Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

#### **Geldgeber**

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) und Auftragnehmer nova-Institut GmbH

### **6.1.8 Technologische Innovation und gesellschaftliche Verantwortung: Herausforderungen der bayerischen Landwirtschaft bei der Bereitstellung von Bioenergie angesichts des Klimawandels**

#### **Problemstellung und Zielsetzung**

Um die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen und deren energetische Verwertung nachhaltig zu etablieren, ist es nötig, nicht nur die technischen und ökonomischen, sondern auch die ethischen Aspekte zu reflektieren, die die gesellschaftliche Verantwortung und öffentliche Wahrnehmung der Landwirtschaft prägen.

Ziel des Vorhabens ist es, die Möglichkeiten und Perspektiven der Erzeugung von Energierohstoffen durch die Landwirtschaft sowie deren Nutzung hinsichtlich ihrer ethischen Relevanz zu reflektieren. Anhand zweier konkreter Fallbeispiele (Hirse, Raps) sollen bestehende Methoden zur ethischen Bewertung angepasst und an der realen Sichtweise der Gesellschaft validiert und bewertet werden.

#### **Arbeitsschwerpunkte**

- Beschreibung und Strukturierung des Themenfeldes „Kontextsensitive Technologieentwicklung“ angesichts des Klimawandels mit besonderer Rücksicht auf die Biomasseproduktion
- Erhebung ethischer Leitkonzepte und Prinzipien in der Debatte um die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für den Energiesektor und die strukturierte Einbindung aktuell etablierter Bewertungsmodelle und bekannter Analyseverfahren
- Erarbeitung von Kriterien zur ethischen Bewertung des Anbaus von Energiepflanzen sowie Erstellen und Diskussion einer Matrix für die kontextsensitive Bewertung von Energiepflanzen
- Identifikation von geeigneten Fallbeispielen mit detaillierter ethischer Bewertung
- Durchführung einer Bürgerkonferenz (nach aktuellen Verfahrensstandards)
- Bewertung der Ergebnisse und Erarbeitung einer politischen Empfehlung für die Behandlung ethischer Fragestellungen im Kontext des Energiepflanzenanbaus (Fokus: Hirse und Ölsaaten).

#### **Projektleiter**

Dr. Edgar Remmele

#### **Bearbeiter**

Anne Uhl, Beate Formowitz

#### **Kooperation**

Institut Technik Theologie Naturwissenschaften (TTN) an der LMU München, Experten, Bürger

#### **Geldgeber**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)



## **6.2 Berichte über ausgewählte Forschungsprojekte**

### **6.2.1 Rapsölkraftstoff-Traktoren am Prüfstand und im Feldeinsatz – Ergebnisse einer zweijährigen Untersuchung am TFZ Straubing und am LVFZ Kringell**

Dr. Klaus Thuncke, Peter Emberger, Thomas Gassner, Thomas Kießlinger

#### **Rapsölkraftstoff für Traktoren**

Die Nutzung von Rapsölkraftstoff gemäß DIN V 51605 in pflanzenölauglichen Traktoren leistet einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz. Darüber hinaus ergeben sich weitere Vorteile hinsichtlich Boden- und Gewässerschutz, Erhöhung der Versorgungssicherheit und Steigerung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft durch heimische Futtermittel- und Kraftstofferzeugung. Aufgrund der Energiesteuerbefreiung von Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft bietet sich in vielen Fällen auch die Möglichkeit der Kraftstoffkosteneinsparung. Als technische Hemmnisse für eine stärkere Verbreitung von rapsölkraftstofftauglichen Traktoren in der Praxis gelten Unsicherheiten hinsichtlich der Betriebssicherheit sowie des Leistungs- und Emissionsverhaltens.

#### **Feld- und Prüfstandmessungen**

Um zur Beantwortung von offenen Fragen hinsichtlich des Betriebs- und Emissionsverhaltens von rapsölkraftstoffbetriebenen Traktoren beizutragen, wurde vom Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Zusammenarbeit mit dem Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Ökologischen Landbau und Tierhaltung Kringell (LVFZ Kringell) ein vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziertes Untersuchungsvorhaben durchgeführt. Damit soll ein Beitrag geleistet werden, die Betriebssicherheit rapsölkraftstofftauglicher Traktoren zu erhöhen, technische Entwicklungen zu unterstützen und einen emissionsarmen Betrieb zu gewährleisten.

Die Untersuchungen wurden an zwei rapsölkraftstoffbetriebenen Traktoren über einen Zeitraum von fast zwei Jahren durchgeführt, die am LVFZ Kringell im Praxiseinsatz betrieben wurden und vier- bzw. fünfmal wiederkehrend am Prüfstand des TFZ hinsichtlich Leistung, Drehmoment, Kraftstoffverbrauch sowie limitierter Abgasemissionen überprüft wurden. Als Test-Traktoren dienten ein Deutz-Fahr Agrotron TTV 1160 (119 kW), Baujahr 2005 mit einer Ein-Tank-System Umrüstung der Firma Hausmann und ein Fendt Farmer Vario 412 (94 kW), Baujahr 2003 mit einem Ein-Tank-System der Firma VWP (Tabelle 9).

#### **Betriebssicherheit**

Die beiden Traktoren bewiesen während des Untersuchungszeitraums von 22 Monaten zwischen März 2006 und Dezember 2007 ihre volle Einsatztauglichkeit. Innerhalb der fast 1300 absolvierten Betriebsstunden je Traktor waren keine Betriebsstörungen, die auf den Rapsölkraftstoffbetrieb zurückzuführen waren, zu beanstanden.

Tabelle 9: Daten der Traktoren

| Hersteller                            | Deutz-Fahr        | Fendt            |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|
| Traktor-Typ                           | Agrotron TTV 1160 | Farmer Vario 412 |
| Zylinder                              | 6                 | 4                |
| Leistung                              | 119 kW            | 94 kW            |
| Motortyp                              | Deutz BF6M 1013EC | Deutz BF4M 2013C |
| Baujahr                               | 2005              | 2003             |
| Abgasstufe                            | II                | I                |
| Umrüstsystem                          | Hausmann 1-Tank   | VWP 1-Tank       |
| Betriebsstunden bei der Umrüstung     | 250 h             | < 10 h           |
| Untersuchungszeitraum Betriebsstunden | 245-1525 h        | 1940-3230 h      |

### Motoröl

Die Anreicherung von Rapsölkraftstoff im Motoröl erfordert erfahrungsgemäß frühzeitigere Motorölwechsel als dies bei Dieselbetrieb üblich ist. Die Untersuchungen ergaben beim Deutz-Fahr Traktor einen linearen Anstieg des Kraftstoffgehalts im Motorenöl von 5 % innerhalb von 60 Betriebsstunden. Beim Fendt Traktor kam es zu einem 5 %igen Anstieg in 130 Betriebsstunden (Abbildung 16).

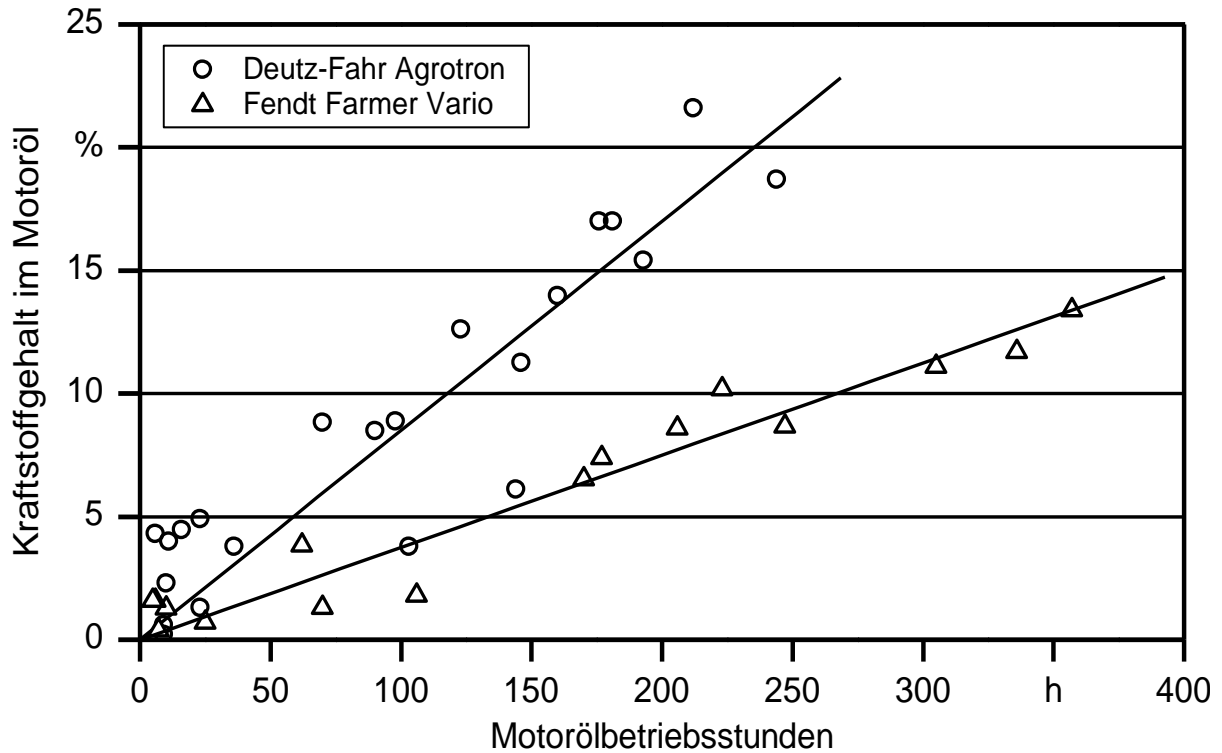


Abbildung 16: Kraftstoffgehalt im Motoröl in Abhängigkeit von den Motorölbetriebsstunden bei mehreren Motorölfüllungen

Beim Fendt Traktor mit kleinerem Ölvolumen und höheren Motoröltemperaturen ist trotz geringem Kraftstoffeintrag etwa das gleiche Ölwechselintervall von ca. 200 Bh anzusetzen wie beim Deutz-Fahr Traktor. Dies leitet sich anhand von Ölanalysen ab, wo es nach einem anfänglichen Rückgang infolge des Eintrags von Rapsölkraftstoff zu einem Anstieg der Viskosität nach ca. 200 Bh kommt (Abbildung 17). Dieser Umkehrpunkt markiert den Beginn einer unkontrollierten Motorölalterung und ist von der Motorölformulierung und den Betriebsbedingungen des Motors (z. B. Motoröltemperatur) abhängig. Ein maximal zulässiger Kraftstoffanteil im Motoröl kann demnach nicht allgemeingültig abgeleitet werden.

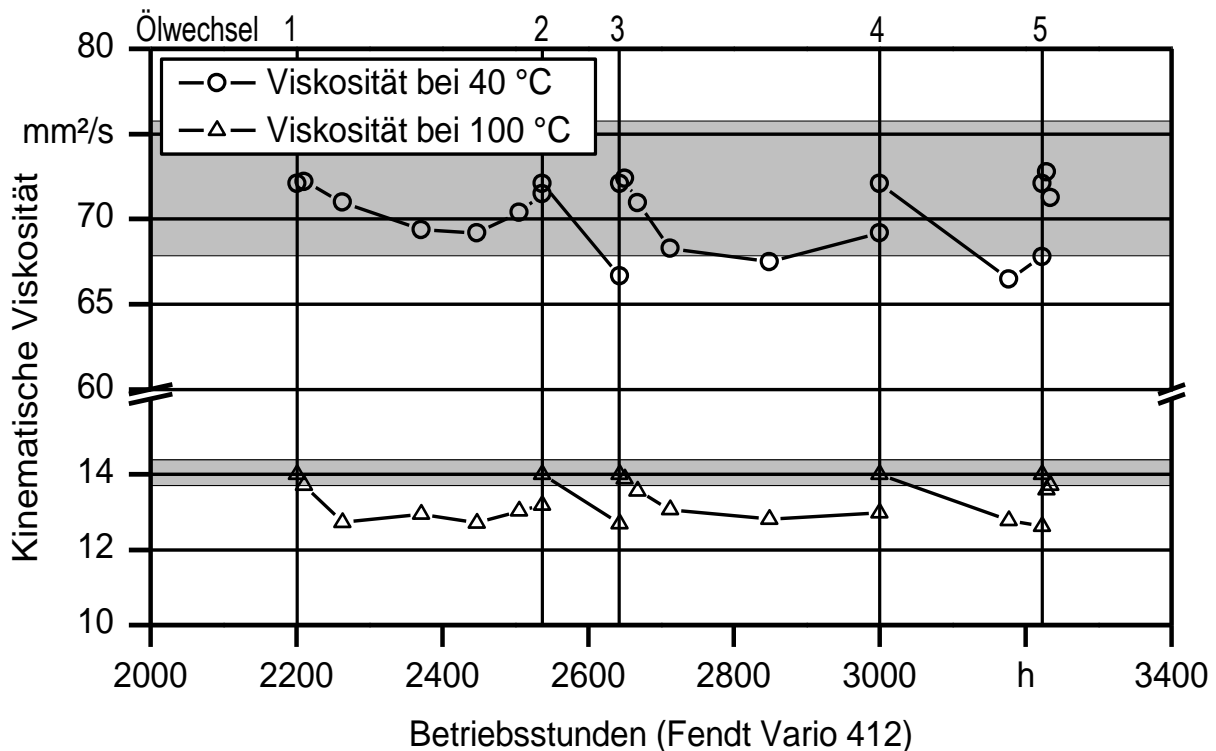


Abbildung 17: Kinematische Viskosität von Motorölproben des Fendt Farmer Vario 412 bei mehreren Motorölfüllungen (grau hinterlegt: Viskositätsklasse des Frischöls)

Zukünftig gilt es verstärkt,

- den Kraftstoffeintrag ins Motoröl durch Maßnahmen der Umrüstung zu minimieren (z. B. Vermeidung der Anlagerung von Kraftstoff an den Zylinderwänden),
- Entwicklungen eines Motoröls, welches die Polymerisationsneigung im Ölkreislauf vermindert, voranzutreiben und
- eine automatische Motorölüberwachung für bedarfsgerechte Motorölwechsel bei Rapsölkraftstoffbetrieb zu entwickeln.
- Daneben sollte auch geprüft werden, welchen Beitrag die Verbesserung der Rapsölkraftstoffqualität, z. B. durch Additivierung leisten kann.

### Betriebsdaten

Zur Überprüfung des Betriebsverhaltens wurden während des Motorlaufs wichtige Messgrößen alle 120 s (anfangs 300 s) aufgezeichnet. Tabelle 10 gibt einen Überblick über die erfassten Messgrößen am Deutz-Fahr TTV 1160.

Tabelle 10: Kontinuierlich erfasste Messgrößen am Deutz-Fahr TTV 1160

| Kürzel             | Messgrößen                         |
|--------------------|------------------------------------|
| Bh                 | Betriebsstunden                    |
| GPS                | GPS-Position                       |
| T <sub>LU1</sub>   | Umgebungslufttemperatur            |
| v                  | Fahrgeschwindigkeit                |
| DH1/2              | Düsenheizung 70/100 °C             |
| P <sub>LL</sub>    | Ladedruck                          |
| T <sub>KT1</sub>   | Kraftstofftemperatur (Tank)        |
| T <sub>KE</sub>    | Kraftstofftemperatur (Düse)        |
| T <sub>KR</sub>    | Kraftstofftemperatur (Rücklauf)    |
| B                  | Kraftstoffverbrauch                |
| T <sub>AZ1-6</sub> | Abgastemperatur (Zylinder 1 bis 6) |
| T <sub>Oel</sub>   | Motoröltemperatur                  |
| T <sub>W</sub>     | Kühlwassertemperatur               |
| n <sub>T</sub>     | Motordrehzahl                      |
| P <sub>TR</sub>    | Last                               |

Der Betrieb des Deutz-Fahr Traktors erfolgte, wie in Abbildung 18 zu sehen ist, zu ca. 20 % der Gesamtlaufzeit bei Lasten > 90 %. Schwachlastbetrieb bis zu 20 % der Maximalleistung machte etwa 30 % der gesamten Betriebszeit aus, die restlichen 50 % entfielen auf mittlere Laststufen.

Die Kraftstofftemperatur im Tank des Deutz-Fahr Traktors beträgt gemäß Abbildung 19 über mehr als der Hälfte der erfassten 605 Bh zwischen 40 und 55 °C. Die hohen Temperaturen ergeben sich durch die Erwärmung des Kraftstoffs in Pumpen, im vorgewärmten Filterkopf sowie im Vor- und Rücklauf nahe dem Zylinderkopf. Der so aufgeheizte Kraftstoff gelangt mit dem Lecköl der Düsen über den Kraftstoffkühler zurück in den Tank.

Da einmal erhitztes Rapsöl schnell altert, sollte der Tank vor längeren Stillstandzeiten möglichst leer gefahren werden, bevor er wieder mit frischem Kraftstoff betankt wird.

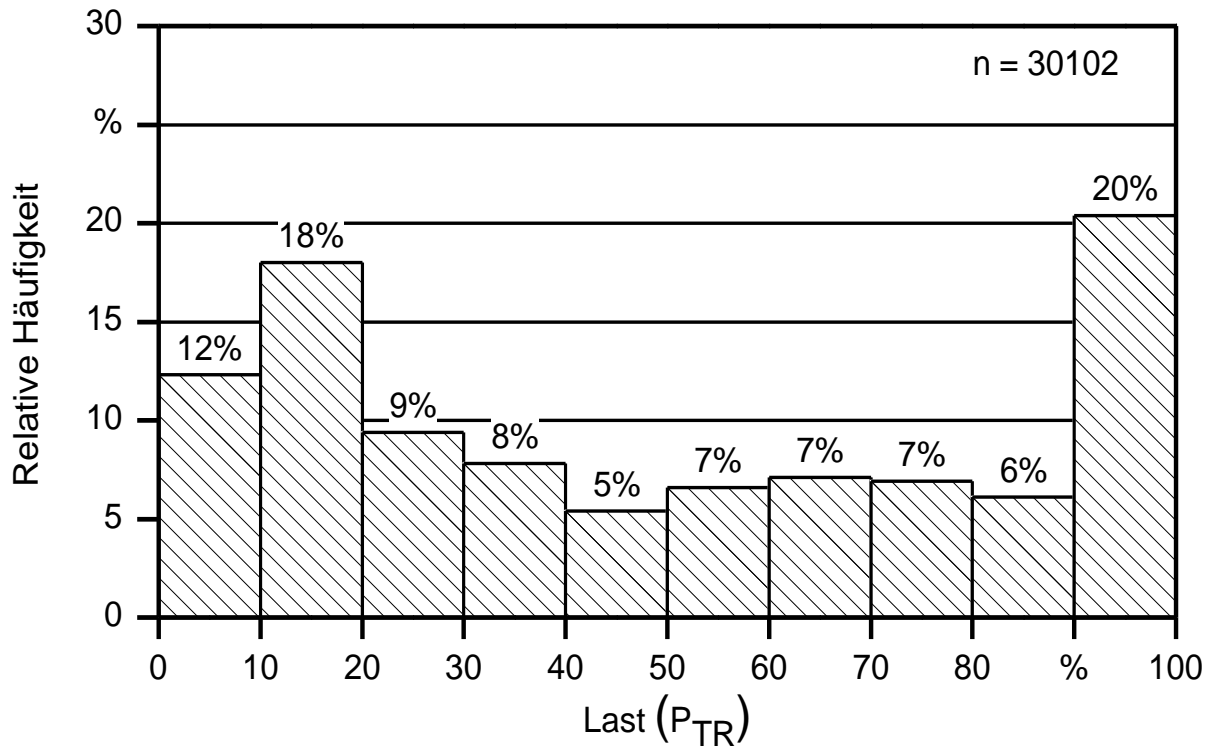


Abbildung 18: Häufigkeitsverteilung von Motorlaststufen des Deutz-Fahr TTV 1160 über ca. 1085 Bh

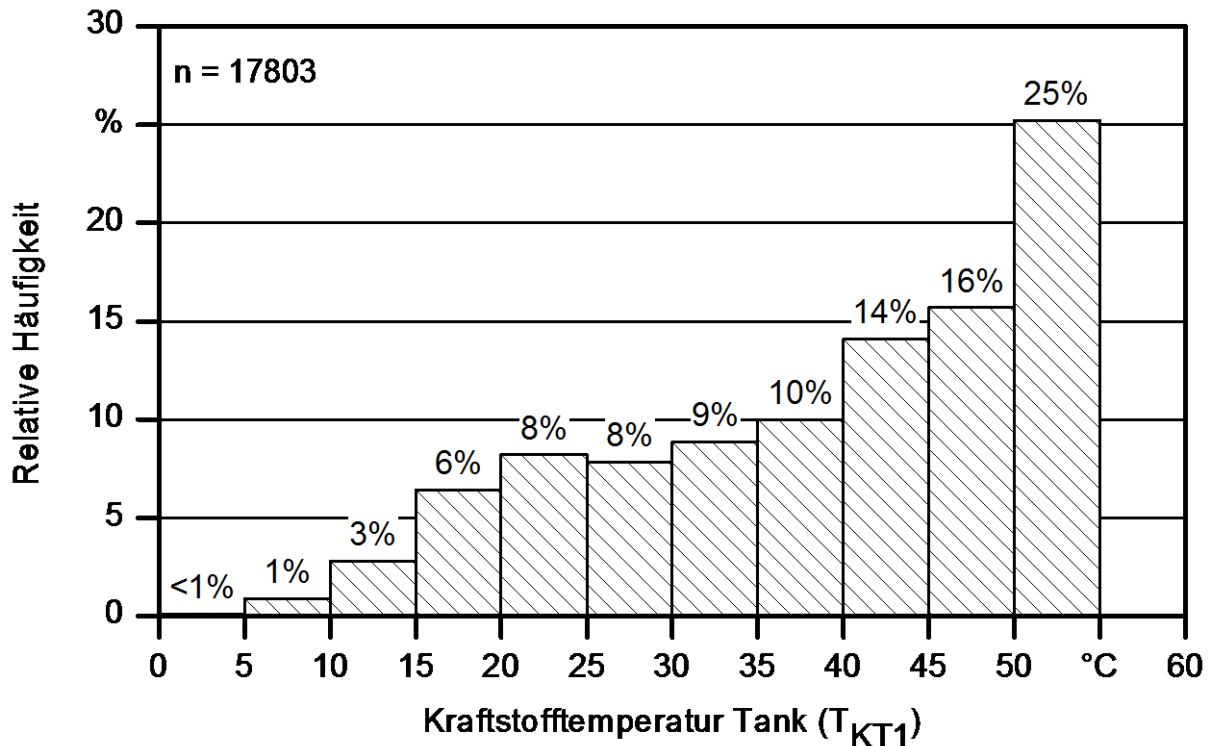


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der Kraftstofftemperatur im Tank des Deutz-Fahr TTV 1160 über ca. 605 Bh

### Ablagerungen und Verschleiß

Die Sauberkeit von Zylinder, Kolben, Ventilen und Abgasturbolader der beiden Traktoren weist auf eine gute Verbrennung hin. Allerdings ist eine Reduzierung der Ablagerungsbildung an den Einspritzdüsen anzustreben, um langfristig eine hohe Zerstäubungsqualität sowie niedrige CO- und Partikel-Emissionen zu gewährleisten (Abbildung 20). Entgegen den Erwartungen trat jedoch innerhalb des Beobachtungszeitraums von ca. 1300 Bh je Traktor trotz erkennbarer Ablagerungen an den Düsen keine signifikante Verschlechterung weder des Einspritzbildes noch des Emissionsverhaltens im Vergleich zu neuen Düsen auf (Abbildung 21).

Ein Verschleiß an Zylinderwänden oder Kolbenringen war aufgrund der sehr gut sichtbaren gleichmäßigen Honriefen und der an allen Zylindern einheitlichen Kompressionsdrücke nicht festzustellen (Abbildung 21).

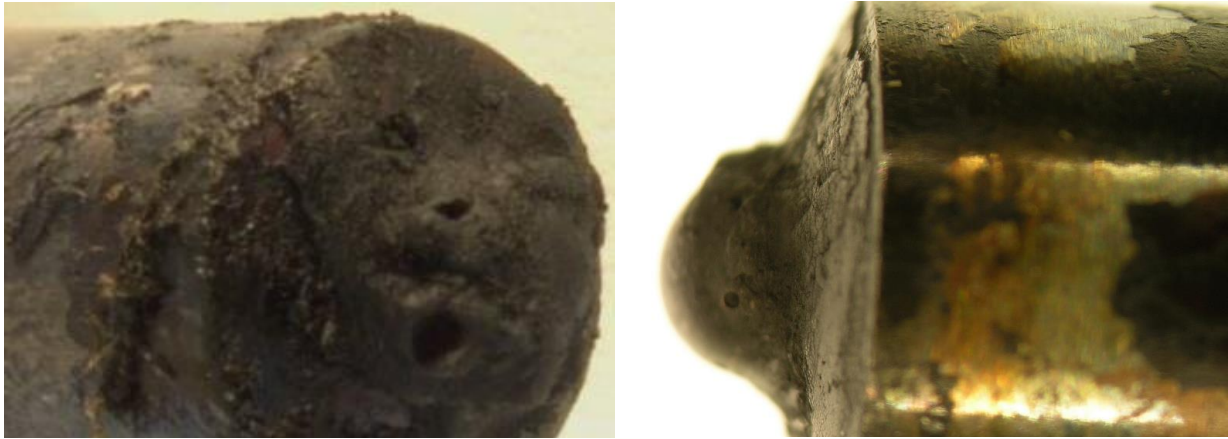


Abbildung 20: Ablagerungen an Einspritzdüse von Zylinder 5 des Deutz-Fahr TTV 1160 nach 903 Bh (links) und von Zylinder 1 des Fendt Vario 412 nach 2653 Bh (rechts)



Abbildung 21: Spritzbild der Einspritzdüse von Zylinder 5 des Deutz-Fahr TTV 1160 nach 903 Bh (links) und Zylinderwand mit Honriefen und Feuersteg sowie Ventilteller nach 1500 Bh (rechts)

### Leistung und Kraftstoffverbrauch

Bei den vorliegenden Untersuchungen konnte beim Fendt Farmer Vario 412 ein geringfügiger Anstieg von Leistung und Drehmoment um bis zu 10 % beim Einsatz von Rapsölkraftstoff beobachtet werden (Abbildung 22). Gleiches gilt entsprechend für den Deutz-Fahr Traktor.



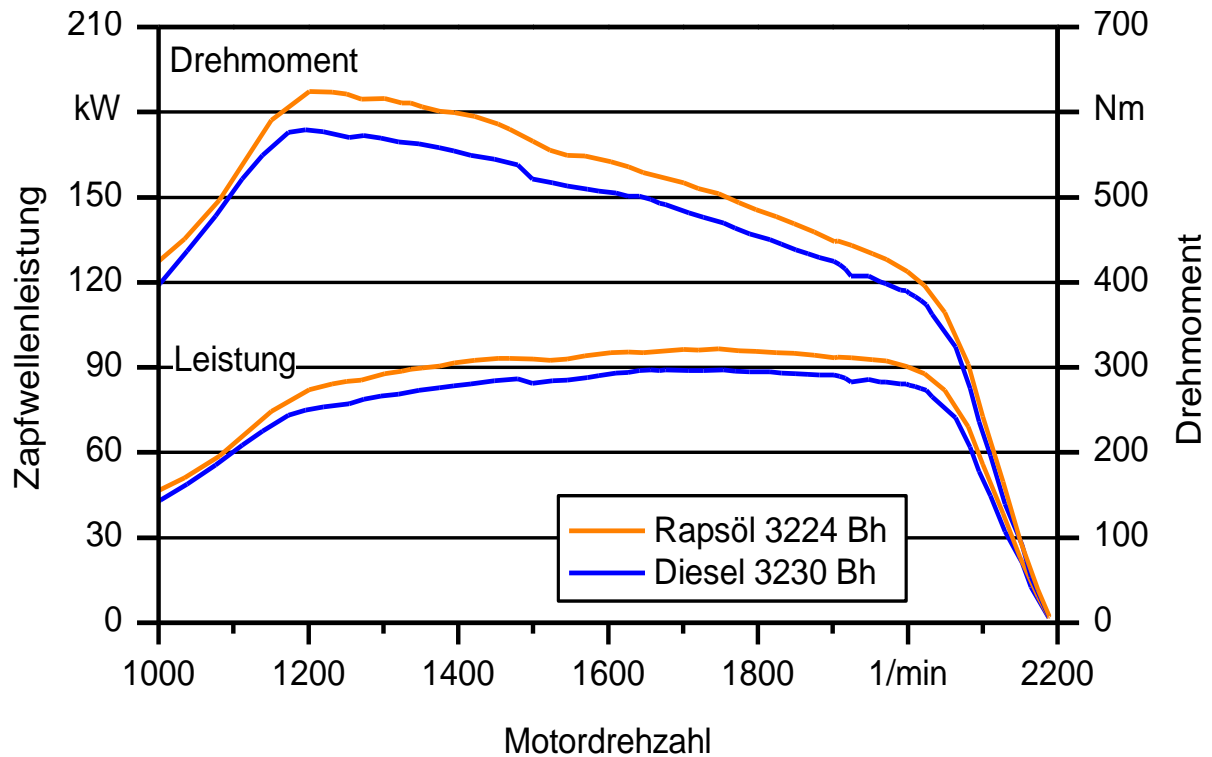


Abbildung 22: Zapfwellenleistung und Drehmoment des Fendt Farmer Vario 412 mit Diesel und Rapsölkraftstoff

Um etwa den gleichen Anteil (10 %) steigt dabei auch der massebezogene spezifische Kraftstoffverbrauch. Der volumenbezogene Kraftstoffverbrauch ist jedoch aufgrund der höheren Dichte von Rapsölkraftstoff im Vergleich zu Dieselmotoren bei beiden Kraftstoffen in allen Betriebspunkten des 8-Phasen Zyklus C1 nach ISO 8178-4 auf etwa gleichem Niveau (Abbildung 23).

Der Leistungsanstieg erklärt sich bei mechanischen Einspritzsystemen aufgrund der früheren Düsenöffnungszeiten und des meist höheren anstehenden Kraftstoffdrucks infolge von Unterschieden bei den physikalischen Kraftstoffeigenschaften Viskosität und Kompressibilität. Bei elektronisch gesteuerten Einspritzsystemen, wie z. B. Common-Rail ist dagegen eine geringere Leistung bei gleichem eingespritzten Kraftstoffvolumen zu erwarten, was auf den um ca. 3 bis 4 % geringeren Heizwert (volumenbezogen) von Rapsölkraftstoff zurückzuführen ist.

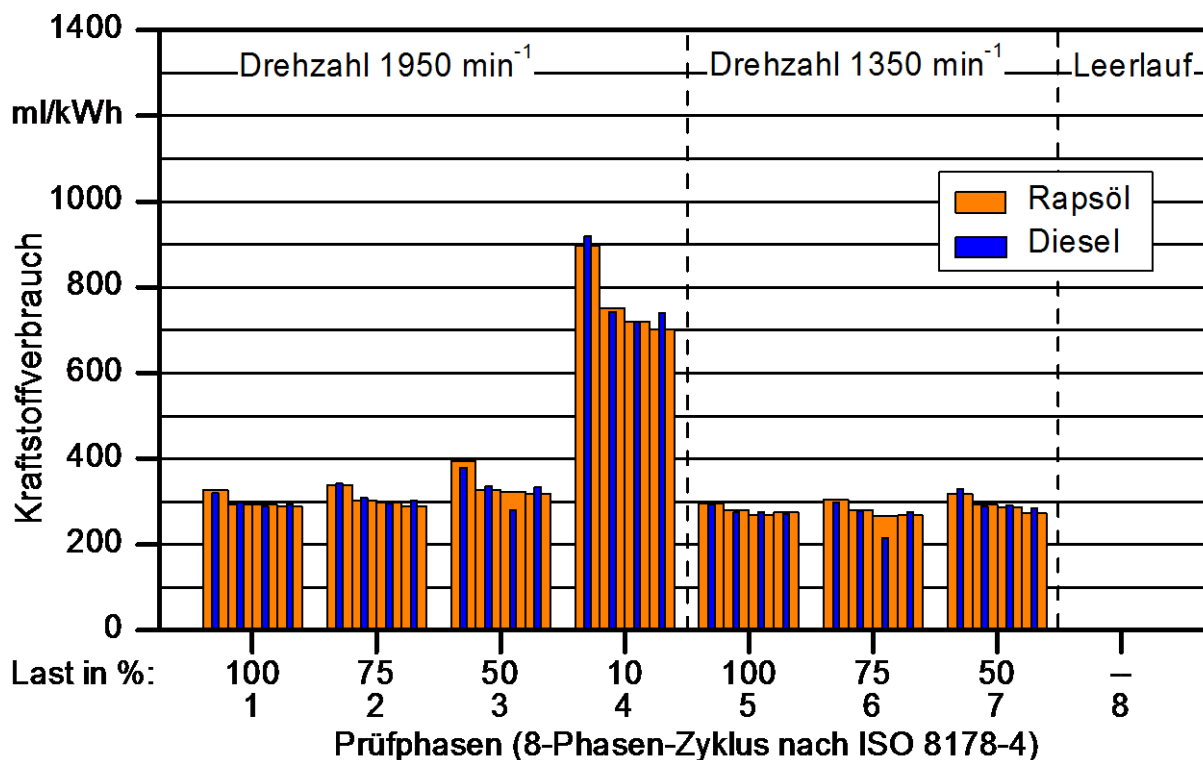


Abbildung 23: Spezifischer Kraftstoffverbrauch des Fendt Farmer Vario 412

## Emissionen

Die Ergebnisse wiederkehrender Emissionsmessungen in Anlehnung an Richtlinie 97/68/EG sind für den Fendt Traktor in Abbildung 24 und für den Deutz-Fahr Traktor in Abbildung 25 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Einhaltung der Grenzwerte entsprechend der gültigen Abgasnormen für Diesel- und Rapsölkraftstoff für CO, HC und Partikelmasse meist problemlos möglich ist.

Mit Ausnahme des Deutz-Fahr Agrottron TTV 1160 beim Betrieb mit Dieselmotorkraftstoff erfüllten beide Traktoren sogar den Grenzwert für Kohlenwasserstoffe der Abgasstufe IV (0,19 g/kWh). Auch die Partikelmasse-Emissionen des Fendt Traktors (Abgasstufe I) lagen mit Rapsölkraftstoff teilweise bereits in der Größenordnung des Grenzwerts der zukünftigen Abgasstufen III B und IV (0,025 g/kWh), welche allerdings mit einem anderen Prüfzyklus zu bestimmen sind.

Die gemäß dem Prüfzyklus C1 nach ISO 8178-4 ermittelten Werte wiesen bei den Komponenten HC und Partikelmasse auf deutliche Vorteile beim Betrieb mit Rapsöl- im Vergleich zu Dieselmotorkraftstoff hin. Die Konzentrationen von CO im Abgas waren bei beiden Kraftstoffen in etwa gleich hoch. Lediglich die NO<sub>x</sub>-Emissionen waren mit Rapsölkraftstoff um bis zu 10 % höher als mit Dieselmotorkraftstoff. Werden die einzelnen Prüfphasen gesondert betrachtet, so zeigt sich, dass im Leerlauf- und Schwachlastbetrieb die Verwendung von Rapsölkraftstoff zu höheren Partikelmasse- und CO-Emissionen geführt hat als mit Dieselmotorkraftstoff. In allen anderen Betriebspunkten verhielt es sich umgekehrt. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen waren mit Rapsölkraftstoff über alle Betriebsphasen hinweg höher, die HC-Emissionen dagegen deutlich niedriger als mit Dieselmotorkraftstoff.

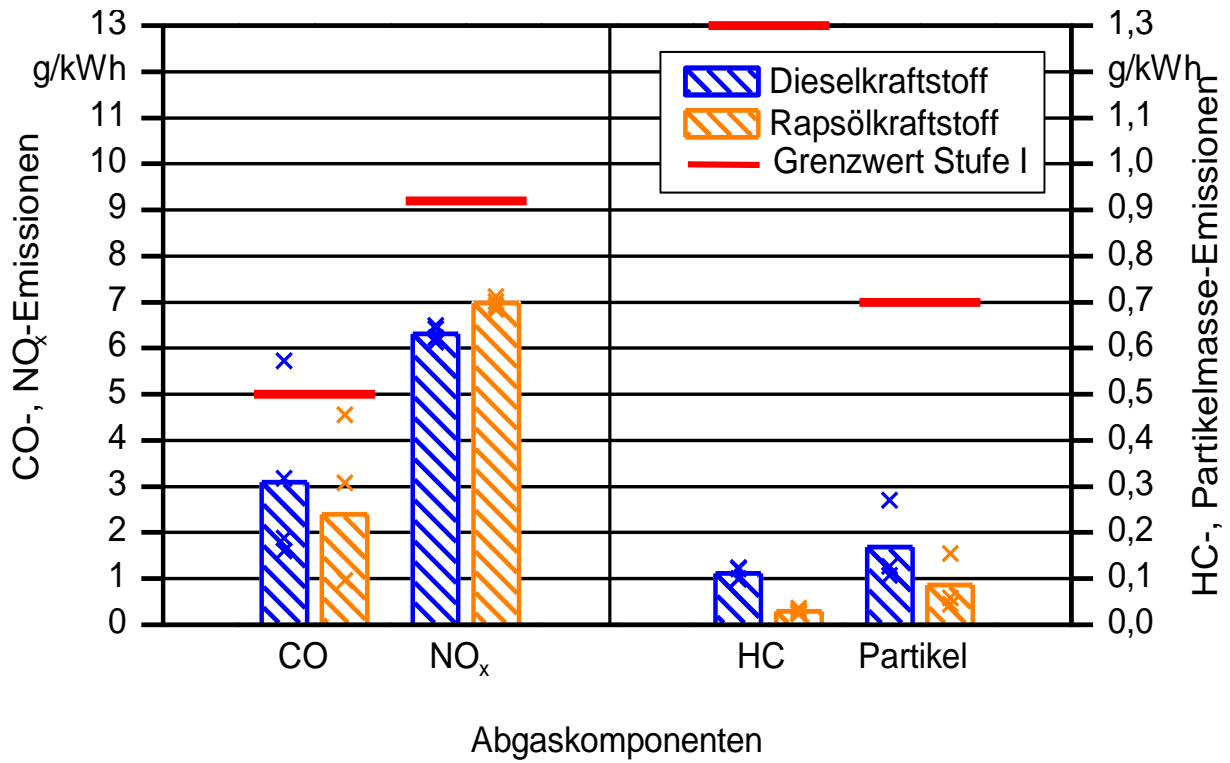


Abbildung 24: Abgasemissionen des Fendt Farmer Vario 412 (Stufe I) mit Rapsöl- und Dieselmotorkraftstoff bei mehreren Messungen

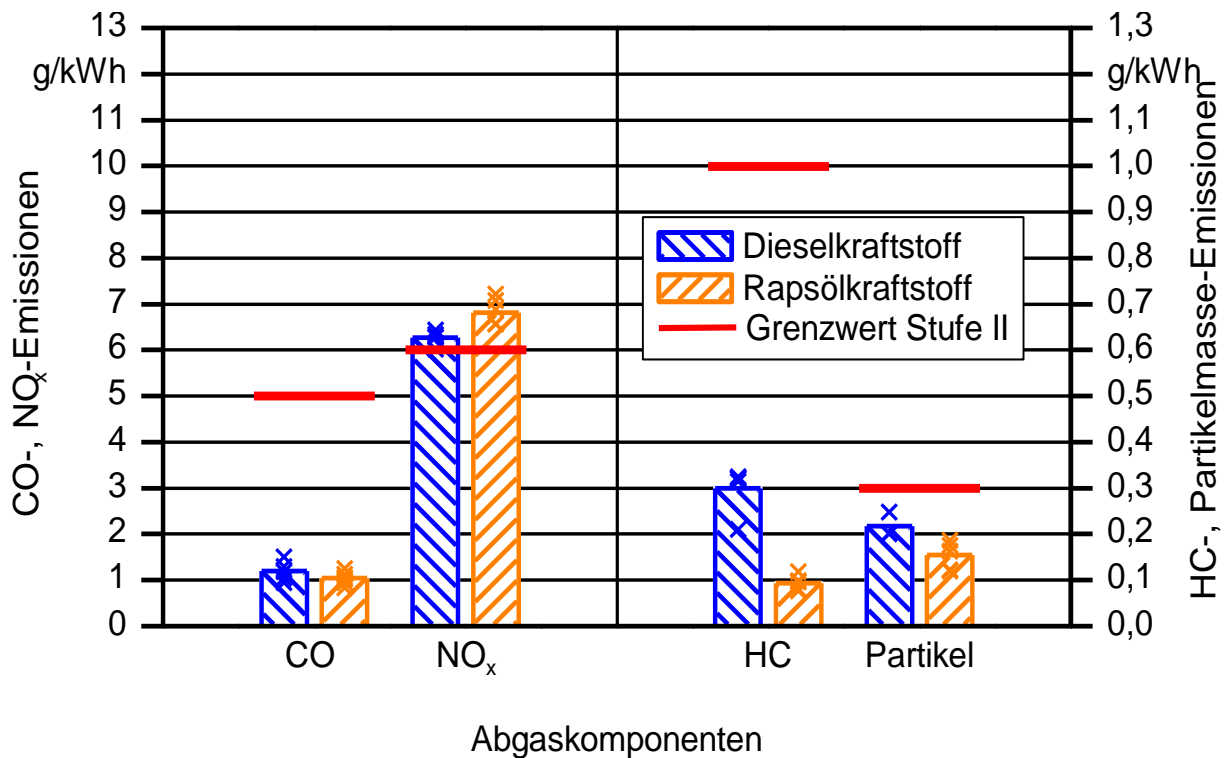


Abbildung 25: Abgasemissionen des Deutz-Fahr TTV 1160 (Stufe II) mit Rapsöl- und Dieselmotorkraftstoff bei mehreren Messungen

Die Ergebnisse der wiederkehrenden Emissionsmessungen deuten darauf hin, dass die Einhaltung aktueller wie auch zukünftiger Grenzwerte beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in pflanzenöлтаuglichen Motoren möglich ist. Sowohl für diesel- als auch für rapsölkraftstoffbetriebene Traktoren sind jedoch Entwicklungsarbeiten zu leisten, um die Anforderungen der Abgasstufen III B und IV für NO<sub>x</sub> und Partikelmasse zu erfüllen. Nach heutigem Kenntnisstand ist dies durch die Einführung von Abgasnachbehandlungssystemen wie Entstickungskatalysatoren und/oder Partikelfiltersystemen möglich. Beim Einsatz von Partikelfiltersystemen bei pflanzenölbetriebenen Motoren ist insbesondere darauf zu achten, dass die Filterregeneration z. B. durch Temperaturanhebung nachmotorisch im Abgassystem erfolgen sollte und nicht, wie derzeit häufig bei Pkw, durch eine Nacheinspritzung, da dies zu einem erhöhten Eintrag von Kraftstoff in das Motoröl führen kann.

### **Fazit**

Die beiden mit Rapsölkraftstoff betriebenen pflanzenöлтаuglichen Traktoren wiesen im Untersuchungszeitraum einen hohen Stand an Betriebssicherheit auf. Grundlage dafür waren eine sorgfältige Betriebsüberwachung und Wartung, fachkundige Betreiber, ein günstiges Einsatzprofil und eine hohe Rapsölkraftstoffqualität gemäß Vornorm DIN V 51605. Dennoch sind zur Verringerung des Wartungsaufwands und zur Minimierung des Schadensrisikos Maßnahmen zur Verminderung der Ablagerungsbildung an den Einspritzdüsen und zur Reduzierung des Kraftstoffeintrags ins Motoröl wünschenswert.

Drehmoment und Leistung, aber auch der spezifische Kraftstoffverbrauch waren mit Rapsölkraftstoff bei den mechanischen Pumpe-Leitung-Düse-Einspritzsystemen bis zu 10 % höher als mit Dieselmotoren, so dass im Praxiseinsatz keine Einbußen gegenüber dem Betrieb mit Dieselmotoren hingenommen werden mussten. Bei Common-Rail Einspritzsystemen ist hingegen ohne Anpassung der Einspritzparameter tendenziell von einer Leistungsminderung beim Einsatz von Rapsölkraftstoff auszugehen.

Das Abgasemissionsverhalten der untersuchten Rapsölkraftstoff-Traktoren wies mit Ausnahme eines geringfügigen NO<sub>x</sub>-Anstiegs Vorteile hinsichtlich der Minderung limitierter Abgaskomponenten im Vergleich zu Dieselmotoren auf. Auch mit zunehmenden Betriebsstunden konnte keine Verschlechterung des Emissionsbildes festgestellt werden.

Aufgrund der uneingeschränkten Praxistauglichkeit der beiden rapsölkraftstoffbetriebenen Traktoren war die Zufriedenheit des Betreibers sehr hoch, so dass weiterhin Rapsölkraftstoff in den Traktoren eingesetzt wird. Der ausführliche Forschungsbericht steht unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) zum Download zur Verfügung.

### **Danksagung**

Die Autoren danken dem LVFZ Kringell, insbesondere Herrn Wolfgang Löw, für die hervorragende Zusammenarbeit sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Vorhabens.



Abbildung 26: Fendt Farmer Vario 412 und Deutz-Fahr Agrottron TTV 1160 (Foto: Sporrer)



Abbildung 27: Fendt Farmer Vario 412 (Foto: Sporrer)



## 6.2.2 Dezentrale Ölgewinnung in Bayern

Anne Uhl, Dr. Edgar Remmele, Rita Haas

Das Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Straubing hat im Auftrag der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) im Jahr 2007 eine Befragung bei dezentralen Ölmühlenbetreibern in Deutschland durchgeführt. Die Ergebnisse der deutschlandweiten Umfrage sind im TFZ-Bericht Nr. 15 „Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen“ veröffentlicht [14]. Ziel dieser Befragung war es, die technische Ausstattung sowie die Massenströme der eingesetzten Rohstoffe und der erzeugten Produkte zu erheben. Angaben zum Qualitätsmanagement, zur Logistik und zum Absatz sowie zur Inbetriebnahme und zur Betriebsgröße wurden gesammelt.

Ziel dieser nun ausschließlich auf bayerische Betriebe beschränkten Datenauswertung ist es, die Struktur dezentraler Ölmühlen in Bayern aufzuzeigen (42 % aller dezentralen Ölmühlen Deutschlands). Als Vergleichsszenario wird jeweils der „bundesweite Durchschnitt“ gewählt, in dem auch die Daten bayerischer Betriebe enthalten sind. Als Datengrundlage für die Auswertung dient die deutschlandweite Erhebung, die im TFZ-Bericht Nr. 15 veröffentlicht wurde [14].

In der Auswertung konnten Antworten von 68 bayerischen Ölmühlenbetreibern berücksichtigt werden. Dies entspricht 27,6 % aller bayerischen Ölmühlen. Die Standorte der an der Befragung teilnehmenden Ölmühlen sind flächenmäßig über gesamt Bayern verteilt. Die regionale Gewichtung entspricht in etwa der Verteilung aller bekannten Standorte dezentraler Ölmühlen in Bayern (Abbildung 28).

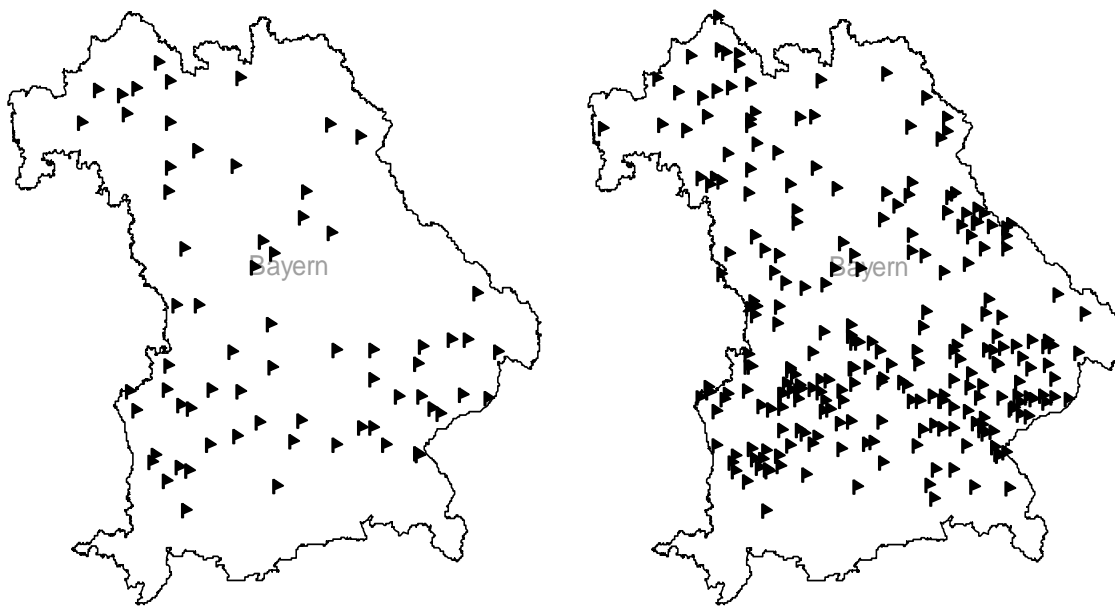


Abbildung 28: Standorte der Befragung (links) und Standorte aller Ölgewinnungsanlagen (rechts) in Bayern

In Bayern sind zum Stand August 2007 246 dezentrale Ölmühlen bekannt. Die Anzahl der Ölmühlen hat sich in den letzten Jahren deutlich erhöht. Während es im Jahr 1999 35 [11] Anlagen waren, waren es 2004 bereits 93 [13]. Innerhalb von acht Jahren stieg somit die Anzahl dezentraler Ölmühlen in Bayern um den Faktor sieben an. Die meisten Ölmühlen wurden in den Jahren 2005 (27 %) und 2006 (28 %) in Betrieb genommen. Der Produktionsschwerpunkt liegt bei über 80 % der Betriebe in der Herstellung von Rapsölkraftstoff.

Die technische Ausstattung der Ölmühlen in Bayern ist sehr unterschiedlich. Die Lagerkapazität für Saat beträgt im Durchschnitt 470 t pro Ölmühle. In der Praxis sind Hochsilos mit 74 % und Flachlager mit 37 % am meisten verbreitet. Jeweils etwas über die Hälfte der Hochsilos und Flachlager können nach der Einlagerung belüftet werden.

Bei den befragten bayerischen Ölmühlen sind im Durchschnitt 2,0 Pressen pro Betrieb installiert. Während der Mittelwert der theoretischen Verarbeitungskapazität je dezentraler Ölgewinnungsanlage in Bayern bei 180 kg Ölsaats pro Stunde liegt, liegt der bundesweite Durchschnitt etwa doppelt so hoch, bei 375 kg/h. Abbildung 29 zeigt den Anteil der Ölpresen verschiedener Hersteller und deren Anteil an der Gesamtverarbeitungskapazität in Bayern. 44 % aller Ölpresen sind aus dem Hause screwpress GmbH - KernKraft (inkl. Pressen für Doppelpressung), wobei diese 24 % der Gesamtverarbeitungskapazität ausmachen. Die Pressen des Herstellers Karl Strähle GmbH & Co. KG nehmen einen Anteil von 21 % an der Gesamtzahl der installierten Ölpresen ein. Ihr Anteil an der Verarbeitungskapazität beträgt 22 %. 38 % der Gesamtsaatverarbeitungskapazität werden von Pressen der Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG abgedeckt.

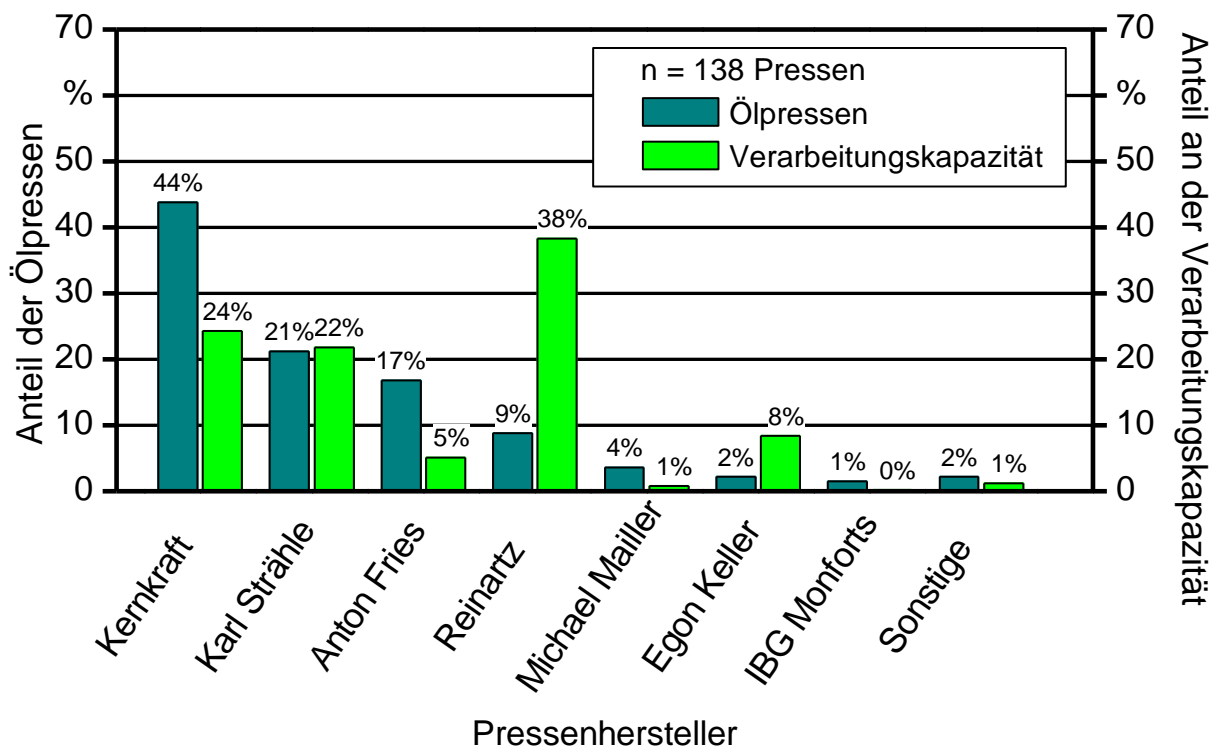


Abbildung 29: Anteil der installierten Ölpresen verschiedener Hersteller und deren Anteil an der Gesamtverarbeitungskapazität in Bayern

Tabelle 11: Lagerkapazitäten für Pflanzenöl

| n = 65                   | Kapazität             |                        |                         |                         |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | bis 10 m <sup>3</sup> | 11 – 50 m <sup>3</sup> | 51 – 100 m <sup>3</sup> | über 101 m <sup>3</sup> |
| Anteil der Betriebe      | 31 %                  | 51 %                   | 11 %                    | 8 %                     |
| Anteil am Öllagervolumen | 4 %                   | 38 %                   | 27 %                    | 31 %                    |

Tabelle 12: Lagerkapazitäten für Presskuchen

| n = 61                        | Kapazität             |                         |                          |                         |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                               | bis 50 m <sup>3</sup> | 51 - 100 m <sup>3</sup> | 101 - 500 m <sup>3</sup> | über 501 m <sup>3</sup> |
| Anteil der Betriebe           | 59 %                  | 25 %                    | 16 %                     | 0 %                     |
| Menge der Presskuchenlagerung | 17 %                  | 29 %                    | 53 %                     | 0 %                     |

### Qualitätsmanagement

Über die Hälfte der dezentralen Ölmühlen in Bayern ist nach mindestens einem Qualitätsstandard zertifiziert. Eine Zertifizierung nach dem QS-Standard können 16 % nachweisen. 34 % der Betriebe sind QS-Kleinsthersteller. Der GMP+-Standard ist bei 6 % und DIN EN ISO 9001 ist bei 4 % der Betriebe eingeführt.



### Verarbeitete Mengen an Ölsaaten

Im Jahr 2006 werden von 228 dezentralen Ölmühlen, die im Jahr 2006 produzierten, hochgerechnet rund 192.000 t Raps verarbeitet. Die tatsächlich verarbeitete Rapsmenge in dezentralen Anlagen macht etwa 31,7 % der gesamten bayerischen Rapsernte (ca. 606.000 t [12]) aus. Bei einer durchschnittlichen Ausbeute von 35 % (*m/m*) entspricht dies etwa 67.000 t Rapsöl und 125.000 t Rapspresskuchen. Von der gesamten Verarbeitungskapazität der dezentralen Ölmühlen in Deutschland verarbeiten die bayerischen Anlagen etwa 21,6 %. Zusätzlich verarbeiten 28 % der befragten Ölmühlen in Bayern andere Ölsaaten. Über 90 % davon sind Sonnenblumenkerne. Oft genannt werden zudem noch Lein, Leindotter oder Hanf.

Der Verwendungszweck des in dezentralen Ölmühlen hergestellten Öls ist in Bayern und Deutschland unterschiedlich, wie Abbildung 30 zeigt. 96 % des in Bayern produzierten Öls wird als Rapsölkraftstoff verwendet. Bezogen auf die hochgerechnete Gesamtmenge des in dezentralen Ölmühlen in Jahr 2006 in Bayern erzeugten Öls, wurden ca. 63.800 t Rapsölkraftstoff, 2.500 t Futteröl, 200 t Speiseöl und 500 t Öl für technische Zwecke vermarktet.

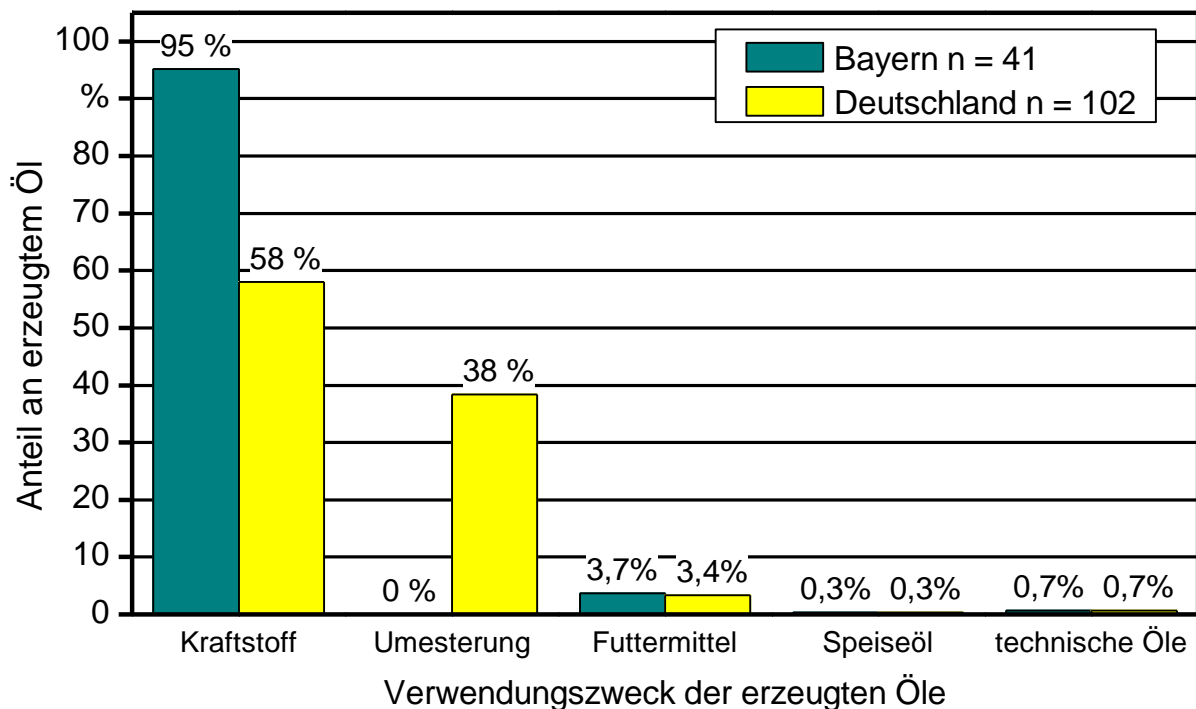


Abbildung 30: Verwendungszweck des im Jahr 2006 in dezentralen Ölmühlen erzeugten Öls in Bayern und deutschlandweit

In Bayern, wie auch im gesamten Bundesgebiet, werden fast 100 % der gesamten Presskuchenmenge in der Tierernährung eingesetzt. In Bayern wird der größere Anteil mit 60 % (Deutschland 42 %) als Einzelfuttermittel verwendet. 40 % des erzeugten Rapskuchens werden in Futtermittelwerken weiterverarbeitet (Deutschland: 58 %). Die Verbrennung oder die Kompostierung des Presskuchens wie die Substratnutzung für Biogasanlagen spielen untergeordnete Rollen.

### Regionalität der Rohstoffbeschaffung und Vermarktung

Dezentrale Ölgewinnung ist dadurch gekennzeichnet, dass Rohstoffe aus der Region verarbeitet und die erzeugten Produkte regional vermarktet werden. 13 % der Ölmühlenbetreiber verarbeiten ausschließlich Ölsaaten aus der eigenen Erzeugung und verbrauchen den anfallenden Presskuchen komplett im eigenen Betrieb. 10 % der befragten Betriebe verwenden das erzeugte Öl im eigenen Betrieb. Tabelle 13 und Tabelle 14 zeigen die durchschnittlichen Entfernungen sowie den Mittelwert und den Median der Saatanlieferung sowie der Öl- und Presskuchenauslieferung für bayerische Ölmühlen und für dezentrale Ölmühlen bundesweit. Es wird deutlich, dass bundesweit in einem größeren Radius Saat bezogen sowie Presskuchen und Öl vermarktet wird. Beispielsweise liegt die durchschnittliche Saatanlieferung in Bayern bei 23 km, deutschlandweit bei 39 km.

Tabelle 13: Entfernungen Saatanlieferung, Öl- und Presskuchenlieferung bayerischer Ölmühlen

| Durchschnittlicher<br>Umkreis (s) | Anteil der Betriebe in Bayern (n = 68) |             |                      |
|-----------------------------------|--|-------------|----------------------|
|                                   | Saatanlieferung                        | Öllieferung | Presskuchenlieferung |
| 0 km                              | 13 %                                   | 10 %        | 13 %                 |
| $0 < s \leq 25$ km                | 56 %                                   | 53 %        | 60 %                 |
| $25 < s \leq 50$ km               | 25 %                                   | 27 %        | 17 %                 |
| $s > 50$ km                       | 6 %                                    | 10 %        | 10 %                 |
| Mittelwert                        | 23 km                                  | 29 km       | 28 km                |
| Median                            | 10 km                                  | 20 km       | 10 km                |

Tabelle 14: Entfernungen Saatanlieferung, Öl- und Presskuchenlieferung dezentraler Ölmühlen deutschlandweit

| Durchschnittlicher<br>Umkreis (s) | Anteil der Betriebe in Deutschland (n = 163) |             |                      |
|-----------------------------------|--|-------------|----------------------|
|                                   | Saatanlieferung                              | Öllieferung | Presskuchenlieferung |
| 0 km                              | 8 %  | 11 %        | 8 %                  |
| $0 < s \leq 25$ km                | 60 %   | 46 %        | 58 %                 |
| $25 < s \leq 50$ km               | 21 %   | 22 %        | 16 %                 |
| $s > 50$ km                       | 11 %   | 20 %        | 17 %                 |
| Mittelwert                        | 39 km  | 55 km       | 43 km                |
| Median                            | 15 km  | 20 km       | 15 km                |

### Zukunftsprognose und Zufriedenheit der Ölmühlenbetreiber

Bayerische Ölmühlenbetreiber wie auch Betreiber aus den anderen Bundesländern beurteilen die Zukunftsaussichten ähnlich. Die Einschätzungen der Zukunftschancen dezentraler Ölmühlen durch die Betreiber differiert sehr stark und lässt starke Verunsicherung erkennen. Ansteigende

Rapspreise sowie der Energiesteueraufschlag und dadurch resultierende höhere Preise für Öl im Endverkauf belasten die Wettbewerbsfähigkeit von Rapsölkraftstoff zu Dieselkraftstoff. Die Gewinnmargen werden als zu gering für einen wirtschaftlichen Betrieb einer dezentralen Ölmühle eingeschätzt. Zudem nimmt der Konkurrenzdruck der Ölmühlen untereinander zu.

Der größte Teil der Betriebe, die Rapsölkraftstoff herstellen, schätzen die Zukunft ungewiss bis pessimistisch ein. Mehrere Ölmühlenbetreiber beklagen sich über die Besteuerung von Biokraftstoffen mit Inkrafttreten des Energiesteuergesetzes. Viele Betreiber dezentraler Ölmühlen fühlen sich durch die Steuerpolitik der Bundesregierung hintergangen und befürchten, dass der Markt für Rapsölkraftstoff aus dezentralen Ölmühlen ohne Korrektur des Energiesteuergesetzes zusammenbricht. Den Ölmühlenbetreibern mangelt es vor allem an Planungssicherheit. Mehrere Betreiber erwägen die Stilllegung der dezentralen Ölmühle, falls sich die Wettbewerbssituation zu Dieselkraftstoff weiter verschlechtert.

Der Einsatz von kaltgepresstem Rapsöl als Speiseöl wie auch Rapspresskuchen und Rapsöl in der Fütterung hat an Popularität zugenommen, denn die Ölmühlenbetreiber sind mit dem Absatz größtenteils zufrieden und erwarten in der Zukunft keine Absatzprobleme.

Auf die Frage, ob Ölmühlenbetreiber, wenn sie erneut vor der Entscheidung stünden, wieder eine Ölmühle errichten würden, antworteten 47 % mit „Ja“ und 40 % mit „Nein“. 13 % der Betreiber machten dazu keine Angaben. Im Jahr 2007 wurden die Erwartungen der bayerischen Ölmühlenbetreiber weniger erfüllt als die der Ölmühlenbetreiber bundesweit (Deutschland: 49 % „Ja“; 36 % „Nein“; 14 % keine Angabe).

Die Gründe, warum die Bereitschaft in eine Ölmühle zu investieren gesunken ist, liegen, wie bereits erläutert, in den veränderten Rahmenbedingungen, wie steigende Rohstoffpreise, Energiesteuergesetzgebung, sinkende Gewinnmargen, unsichere Wettbewerbsfähigkeit, mangelnde Planungssicherheit, Aufwendungen für Qualitätssicherung und bürokratische Hürden.

Gründe für den Bau einer dezentralen Ölgewinnungsanlage sind für viele Betreiber die Erhöhung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft, außerdem eine Standort- und Arbeitsplatzsicherung sowie günstige Voraussetzungen für die Integration der Ölmühle in den vorhandenen Betrieb. Landwirte sehen auch den Vorteil, dass Koppelprodukte im landwirtschaftlichen Betrieb eingesetzt werden können. Als einen weiteren Vorteil wird die positive Ausstrahlung auf die Region gewertet, da regionale Wirtschaftskreisläufe gestärkt werden. Hieraus ergibt sich eine große Kundennähe, die beim Absatz geschätzt wird. Auch die Unabhängigkeit vom Mineralölmarkt, die Selbstversorgung, die Umweltfreundlichkeit des Verarbeitungsprozesses und der erzeugten Produkte sowie der Klimaschutz werden als Argumente genannt.

In einer Blitzumfrage [15] bei den Teilnehmern der Umfrage 2007 konnten im Juni 2008 neueste Daten erhoben werden. Da zu dieser Zeit die Rapspreise deutlich anstiegen und der Dieselpreis nicht im selben Verhältnis stieg wurde der Rapsölabsatz schwieriger und die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Ölmühlen wurde von den Ölmühlenbetreibern in Frage gestellt.

Zwischen Januar und Mai 2008 wurden über 20 % der dezentralen Ölmühlen in Bayern zumindest vorübergehend stillgelegt. Deutschlandweit waren es sogar 27 %. Dieser Sachverhalt wird von den Betreibern mit hohen Rohstoffkosten sowie der zum 01. Januar 2008 eingeführten Energiesteuer in Höhe von 8 Cent je Liter Rapsölkraftstoff und den daraus resultierenden Wettbewerbsnachteilen zu Dieselpreis begründet [15]. Einige Betreiber auch aus bayerischen Ölmühlen berichteten über einen leichten Nachfrageanstieg und bessere Absatzzahlen mit steigenden Mineralölpreisen seit Mai 2008. Hieraus wird deutlich, dass der Absatz und die Wirtschaftlichkeit stark von den Rohstoffpreisen und den Dieselpreisen abhängen.

Laut der Blitzumfrage waren bayerische Ölmühlenbetreiber im Jahr 2007 noch wesentlich zufriedener, denn 63 % der Befragten beurteilten den Absatz 2007 „sehr gut“ bis „gut.“ Im Zeitraum Januar bis Mai 2008 waren es lediglich noch 6 % (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: *Einschätzung des Absatzes der Ölmühlenbetreiber in Bayern und Deutschland*

| Absatzeinschätzung | Bayern (n = 35) |              | Deutschland (n = 87) |              |
|--------------------|-----------------|--------------|----------------------|--------------|
|                    | 2007            | Jan-Mai 2008 | 2007                 | Jan-Mai 2008 |
| Sehr gut           | 29 %            | 0 %          | 22 %                 | 5 %          |
| Gut                | 34 %            | 6 %          | 35 %                 | 6 %          |
| Mittel             | 23 %            | 24 %         | 27 %                 | 18 %         |
| Schlecht           | 11 %            | 35 %         | 13 %                 | 37 %         |
| Sehr schlecht      | 3 %             | 35 %         | 3 %                  | 34 %         |

**Quellenverzeichnis**

- [11] BRENNDÖRFER, M. (1999): Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage zum Stand dezentraler Ölsaatenverarbeitung. In: KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (Hrsg.): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung, Münster-Hitrup: Landwirtschaftsverlag GmbH, S. 91-99, ISBN 3-7843-2101-1
- [12] STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (2007): Statistisches Jahrbuch 2007 – Kapitel: Land- und Forstwirtschaft S. 324-357, Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, ISBN 978-3-8246-0803-4
- [13] STOTZ, K.; REMMELE, E. (2005): Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland. Berichte aus dem TFZ, Nr. 3. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, 53 Seiten, ISSN 1614-1008
- [14] UHL, A.; HAAS, R.; REMMELE, E. (2007): Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen. Im Auftrag der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. Berichte aus dem TFZ, Nr. 15. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, 68 Seiten, ISSN 1614-1008
- [15] UHL, A.; REMMELE, E.; SCHWIMMER, W. (2008): Mehr als ein Viertel der dezentralen Ölmühlen stillgelegt – Blitzumfrage des TFZ liefert aktuelle Zahlen. Pressemitteilung vom 04.07.2008. AZ: 0121-2008-007. Straubing



## **7 Förderzentrum Biomasse**

### **7.1 Fördermöglichkeiten im Bereich Nachwachsende Rohstoffe**

Das Förderzentrum Biomasse bewilligt Projekte zur energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse nach dem Gesamtkonzept „Nachwachsende Rohstoffe in Bayern“. Das Förderzentrum ist daher erste Anlaufstelle für Interessenten, die eine Förderung im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe anstreben. Die allgemeinen Förderanfragen erstrecken sich über ein sehr breites Spektrum, von biogenen Kraftstoffen, innovativen Biogasverfahren über die energetische Nutzung von fester Biomasse bis hin zur stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe. In einigen Fällen kann eine Hilfestellung für die Interessenten bereits durch Verweis auf die jeweils zuständigen Institutionen, z. B. FNR, BAFA etc. erfolgen. Der größte Teil der Anfragen betrifft konkrete Fragestellungen zum Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe und den Fördermaßnahmen des Freistaats Bayern. Um vorhandene Potenziale zu nutzen und dabei einen effektiven Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz zu leisten, gibt es in Bayern dazu entsprechende Fördermöglichkeiten, die im Einzelnen näher beschrieben werden.

#### **7.1.1 Förderung von Biomasseheizwerken**

Der Förderschwerpunkt liegt derzeit auf der Förderung von Biomasseheizwerken ab einem Jahres-Energiebedarf von 500 MWh.

Die Förderung richtet sich nach dem Jahres-Energiebedarf der Abnehmer und der Länge der Wärmetrasse. Der höchstmögliche Zuschuss im Wege der Festbetragsfinanzierung beträgt: 40 € je MWh Jahres-Energiebedarf, zusätzlich 25 € je Meter neu errichteter Wärmetrasse zwischen freistehenden Gebäuden, höchstens jedoch 200.000 € je Projekt.

#### **7.1.2 Förderung sonstiger Investitionsvorhaben zur energetischen Nutzung von Biomasse**

Im Rahmen einer Einzelfallentscheidung können sonstige Demonstrationsvorhaben der energetischen Nutzung von Biomasse gefördert werden. Förderfähig sind Neuinvestitionen zur Aufbereitung und Verwertung von Biomasse, sowie Anlagen aller Art zur Gewinnung von Wärme und Strom aus Biomasse, soweit diese dem Umweltschutz zugerechnet werden können.

Insbesondere folgende weitere Förderziele sollen durch das Vorhaben dabei erreicht werden:

- Schaffung neuer standortgebundener Wertschöpfung für die Land- und Forstwirtschaft sowie den ländlichen Raum
- Vorbildwirkung für Nachfolgeprojekte

Die Förderung erfolgt als Zuschuss im Wege der Anteilsfinanzierung bis zu einem Fördersatz von höchstens 30 % der förderfähigen Kosten. Bei kleinen und mittleren Unternehmen kann ein Fördersatz bis zu 40 % gewährt werden.

### 7.1.3 Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der energetischen als auch stofflichen Nutzung von Biomasse im Rahmen des „Gesamtkonzeptes Nachwachsende Rohstoffe“ in Bayern können gefördert werden, sofern ein Innovationscharakter nachgewiesen wird. Dabei handelt es sich immer um eine Einzelfallentscheidung.

Insbesondere folgende Förderziele sollen durch das Vorhaben dabei erreicht werden:

- Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Umweltschutz, insbesondere Klimaschutz
- Schaffung einer hohen Wertschöpfung für die Landwirtschaft einschließlich vor- und nachgelagerter Bereiche

Die Förderung erfolgt als Zuschuss im Wege der Anteilsfinanzierung auf Grundlage des Gemeinschaftsrahmens für staatliche Forschungs- und Entwicklungsbeihilfen. Bei Einstufung des Vorhabens als „industrielle Forschung“ ist ein Fördersatz von bis zu 50 %, bei „vorwettbewerblicher Entwicklung“ bis zu 25 % möglich. Bei kleinen und mittleren Unternehmen kann ein Zuschlag der Beihilfeintensität von bis zu 10 % gewährt werden.

## 7.2 Projektbewilligungen 2008

Im Zeitraum 01.01.2008 bis 31.12.2008 wurden folgende Projekte im Rahmen von Einzelfallentscheidungen bewilligt:

### Niederbayern

#### *Biomasseheizwerk Abensberg*

Investor: Kath. Jugendfürsorge der Diözese Regensburg e. V.  
 Ansprechpartner: Hermann Bäumer, Tel. 09443 709-256  
 Orleanstr. 2a, 93055 Regensburg  
 Leistung: Gesamtleistung: 2.000 kW, davon aus Biomasse: 800 kW  
 Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll das Berufsbildungswerk „St. Franziskus“ und den Neubau der „Prälat-Michael-Thaller-Schule“ mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 800 kW. Des Weiteren steht ein bereits vorhandener Zweistoffbrenner mit einer Nennwärmeleistung von 1.200 kW als Spitzenlastkessel zur Verfügung. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 742.200 €, die Förderung rd. 154 T €.

#### *Biomasseheizwerk Landshut Klinikum*

Investor: Klinikum Landshut gGmbH  
 Ansprechpartner: Maren Kreuzer, Tel. 0871 698-3585  
 Robert-Koch-Str. 1, 84034 Landshut  
 Leistung: Gesamtleistung: 8.220 kW, davon aus Biomasse: 2.000 kW  
 Mittelherkunft: Freistaat Bayern



Das Biomasseheizwerk soll das Klinikum Landshut mit Wärme versorgen. Installiert werden ein Biomassekessel mit einer Leistung von 2.000 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Erdgas/Heizöl mit einer Leistung von 6.220 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 1.696.700 €, die Förderung 200 T €.

*Biomasseheizwerk Rottenburg Kaserne*

Investor: Landkreis Landshut  
 Ansprechpartner: Andreas Valenta, Tel. 0871 408-325  
 Veldener Str. 15, 84036 Landshut  
 Leistung: Gesamtleistung: 990 kW, davon aus Biomasse: 270 kW  
 Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll eine Kaserne mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 270 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Heizöl mit einer Leistung von 720 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 421.200 €, die Förderung rd. 39 T €.

*Biomasseheizwerk Rottenburg Schulzentrum*

Investor: Landkreis Landshut  
 Ansprechpartner: Andreas Valenta, Tel. 0871 408-325  
 Veldener Str. 15, 84036 Landshut  
 Leistung: Gesamtleistung: 1.370 kW, davon aus Biomasse: 650 kW  
 Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll die Realschule (incl. Erweiterung), die Hauptschule, das Freibad, das Jugendzentrum, die Mehrzweckhalle, die Doppeltturnhalle und die Hausmeisterwohnung mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 650 kW. Des Weiteren steht ein bereits vorhandener Spitzenlastkessel auf Basis Heizöl mit einer Nennwärmeleistung von 720 kW zur Verfügung. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 684.600 €, die Förderung rd. 71 T €.

**Oberpfalz**

*Biomasseheizwerk Bad Kötzing Krankenhaus*

Investor: Bayerwaldwärme Kötzing GmbH & Co. KG  
 Ansprechpartner: Josef Plötz, Tel. 09941 8346  
 Rieder Str. 41, 93444 Bad Kötzing  
 Leistung: Gesamtleistung: 1.850 kW, davon aus Biomasse: 850 kW  
 Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll das neue und alte Krankenhaus mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 850 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Heizöl

mit einer Leistung von 1.000 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 958.700 €, die Förderung rd. 122 T €.

#### *Biomasseheizwerk Hemau*

Investor: Stadtwerke Hemau  
Ansprechpartner: Josef Betz, Tel. 09491 9400-36  
Probsteigaßl 2, 93155 Hemau  
Leistung: Gesamtleistung: 1.760 kW, davon aus Biomasse: 610 kW  
Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll ein Schulzentrum, Caritas Altenheim, Rathaus, Pfarrhof, Kirche und Jugendhaus mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 610 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Erdgas mit einer Leistung von 1.150 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 835.000 €, die Förderung rd. 82 T €.

#### *Biomasseheizwerk Rimbach-Zettisch*

Investor: Ulrichshof Baby & Kleinkinder Resort  
Ansprechpartner: Ulrich Brandl, Tel. 09977 9500  
Zettisch 42, 93485 Rimbach  
Leistung: Gesamtleistung: 450 kW, davon aus Biomasse: 450 kW  
Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll den Ulrichshof (Baby & Kleinkinder Resort) mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 450 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 447.400 €, die Förderung rd. 46 T €.

### **Unterfranken**

#### *Biomasseheizwerk Riedenberg*

Investor: Caritasverband für die Diözese Würzburg e. V.  
Ansprechpartner: Norbert Denninger, Tel. 0931 386-66784  
Franziskanergasse 3, 97070 Würzburg  
Leistung: Gesamtleistung: 1.520 kW, davon aus Biomasse: 500 kW  
Mittelherkunft: Freistaat Bayern

Das Biomasseheizwerk soll das Kinderdorf St. Anton mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 500 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Heizöl mit einer Leistung von 1.020 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 1.199.700 €, die Förderung rd. 90 T €.

## Schwaben

### *Biomasseheizwerk Höchstädt a. d. Donau*

|                  |  |
|------------------|--|
| Investor:        | Biber Biomasse GmbH  |
| Ansprechpartner: | Reinhard Rose, Tel. 09423 94334-0<br>Hadersbacher Str. 18e, 94333 Geiselhöring |
| Leistung:        | Gesamtleistung: 1.335 kW, davon aus Biomasse: 440 kW                           |
| Mittelherkunft:  | Freistaat Bayern   |

Das Biomasseheizwerk soll das Schülerwohnheim und den Praxisteil der Staatl. Berufsschule mit Wärme versorgen. Installiert wird ein Biomassekessel mit einer Leistung von 440 kW sowie ein Spitzenlastkessel auf Basis Heizöl mit einer Leistung von 895 kW. Die förderfähige Investitionssumme beträgt rd. 986.300 €, die Förderung rd. 61 T €.

## 7.3 Projektabschlüsse 2008

Im Berichtsjahr 2008 wurden 21 Projekte haushaltsmäßig abgeschlossen, d. h. die Schlussrate des Förderbetrags wurde vom TFZ ausgezahlt. Eine Auszahlung der Schlussrate bei Biomasseheizwerken erfolgt regelmäßig erst nach Inbetriebnahme und Anschluss aller Wärmeabnehmer ans Heizwerk. Bei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben erfolgt die Auszahlung der Schlussrate nach Abschluss der Forschungstätigkeit und Zusammenfassung der Ergebnisse im Abschlussbericht.

## 7.4 Gesamtüberblick

Das TFZ hat seit 01.07.2001 für 226 Vorhaben, davon 217 aus dem Bereich der Biomasseheiz(kraft)werke, insgesamt Mittel i. H. v. rund 25,7 Mio. € bewilligt bzw. ausgereicht. Davon wurde ein Betrag i. H. v. 19,34 Mio. € aus Mitteln des Freistaates Bayern sowie ein Betrag i. H. v. 6,33 Mio. € aus Mitteln der Europäischen Union im Rahmen des Phasing-Out/Ziel 2-Programms bereitgestellt. Mit den vom TFZ seit 2001 bewilligten Projekten werden gegenüber fossilen Energieträgern jährlich rund 106.200 Tonnen weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre freigesetzt und damit ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet.

Anhand der nachstehenden Tabelle 16 sind ausgewählte Daten für die vom TFZ im Zeitraum vom 01.07.2001 bis 31.12.2008 bewilligten Projekte zusammengefasst.

*Tabelle 16: Zusammenfassung wichtiger Daten für die im Zeitraum vom 01.07.2001 bis 31.12.2008 vom TFZ bewilligten Projekte*

|  | Anzahl     | mit Biomassefeuerungs-<br>anlagen installierte Nenn-<br>wärmeleistung<br>[kW] | bewilligte (bzw. ausge-<br>zahlte)<br>Fördersumme<br>[EUR] |
|--|------------|---|--|
| BioKomm  | 45         | 4.665   | 291.591  |
| BioHeiz500   | 54         | 11.399  | 1.386.532  |
| Einzelfallentscheidungen<br>(Biomasseheiz(kraft)werke) | 117        | 91.507  | 23.292.801   |
| Einzelfallentscheidungen<br>(Sonstige Projekte)        | 10         | -   | 695.599  |
| <b>Summe</b>   | <b>226</b> | <b>107.571</b>  | <b>25.666.523</b>  |

In der nachfolgenden Bayernkarte (Abbildung 31) sind alle vom TFZ im Zeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2008 bewilligten Biomasseheiz(kraft)werke eingezeichnet.

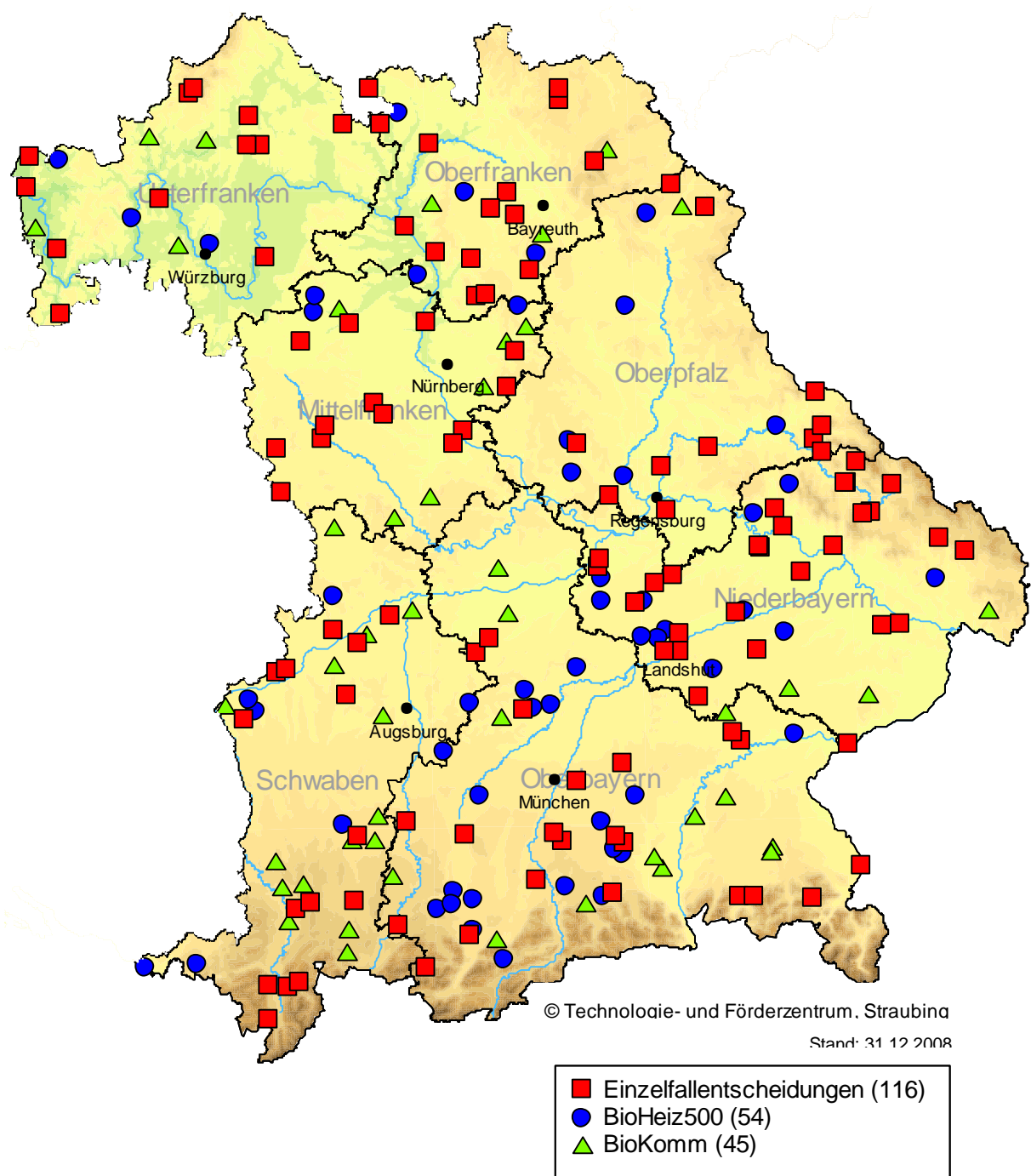


Abbildung 31: Vom TFZ im Zeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2008 in Bayern geförderte Biomasseheiz(kraft)werk

In der nachfolgenden Grafik (Abbildung 32) sehen Sie die Aufteilung der vom TFZ im Zeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2008 bewilligten Biomasseheiz(kraft)werke

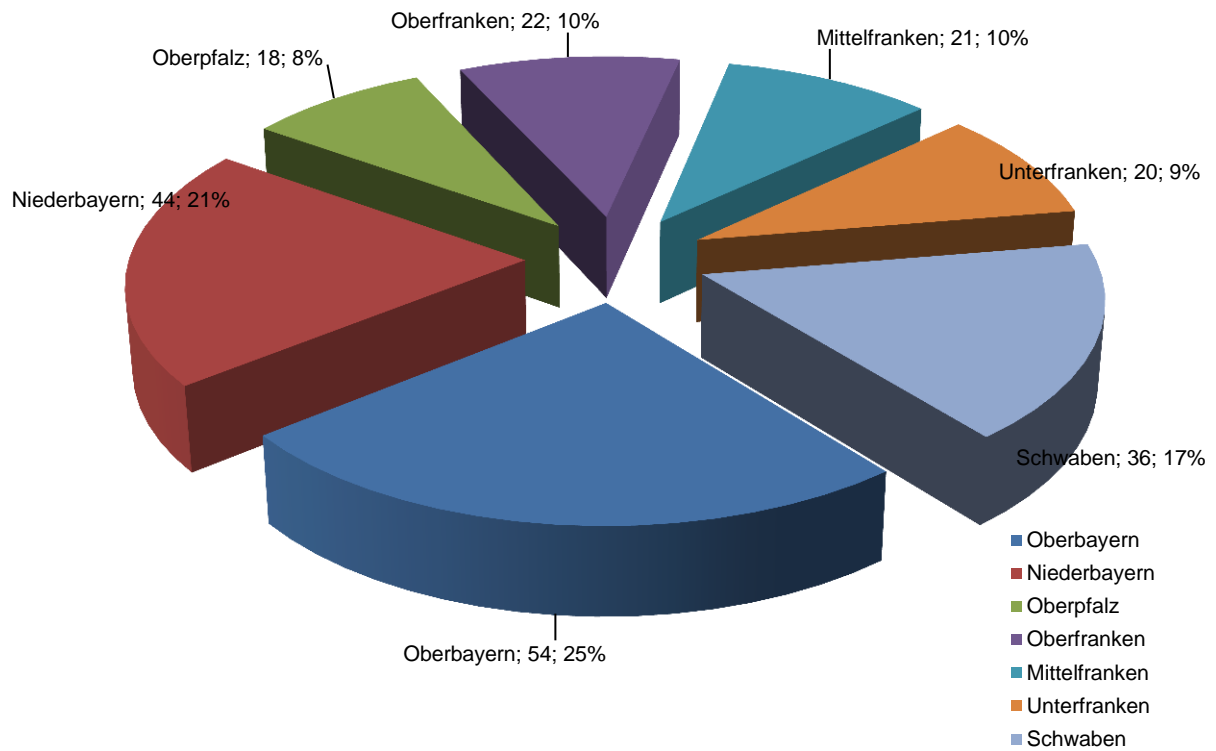


Abbildung 32 Aufteilung der vom TFZ geförderten Biomasseheiz(kraft)werke auf die Regierungsbezirke

## 8 Wissens- und Technologietransfer

### 8.1 Schulungs- und Ausstellungszentrum für Nachwachsende Rohstoffe (SAZ)

Das Technologie- und Förderzentrum betreibt zusammen mit C.A.R.M.E.N. e.V. das Schulungs- und Ausstellungszentrum für Nachwachsende Rohstoffe (SAZ). Diese Einrichtung dient als Informationsplattform grundsätzlicher Zusammenhänge und aktueller Themen der Nachwachsenden Rohstoffe, für die gesamte Öffentlichkeit wie auch für die Fachwelt. Ca. 6.000 Besucher konnten im Jahr 2008 im SAZ begrüßt, und über Themen aus dem Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe informiert werden. Zudem wurden Tagungen, Workshops und Seminarreihen sowie Sitzungen von Gremien abgehalten. Im Obergeschoss des SAZ liegt, in Form von zahlreichen Merkblättern, Broschüren und Flyern, umfangreiches Informationsmaterial über das TFZ und seine Arbeit zur Mitnahme bereit.



Abbildung 33: Besuch der Leitungskonferenz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Schulungs- und Ausstellungszentrum

Die Dauerausstellung „Nachwachsende Rohstoffe – von der Pflanze zur Nutzung“, die gemeinsam vom TFZ mit C.A.R.M.E.N. e.V. konzipiert wurde, ist im Erdgeschoss auf rund 300 m<sup>2</sup> untergebracht. Es werden Informationen über Produktlinien, welche von der Rohstoffpflanze bis hin zum fertigen Produkt reichen, angeboten. Gezeigt werden klassische und neue Rohstoffpflanzen, die Bereitstellung und Nutzung von Biomasse sowie die globalen Zusammenhänge von Energie und Rohstoff. Alle Poster der Ausstellung stehen im PDF-Format auf der Homepage des Techno-



logie- und Förderzentrums unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) zum kostenlosen Download bereit. Die Ausstellung „Nachwachsende Rohstoffe – Von der Pflanze zur Nutzung“ ist für die Öffentlichkeit an jedem ersten Dienstag im Monat um 14:00 Uhr geöffnet (kostenlos, inkl. Führung). Besuchergruppen können nach vorheriger Terminvereinbarung die Ausstellung besichtigen (Informationen hierzu im Internet).



*Abbildung 34: Der große Vortragssaal im Obergeschoss des Schulungs- und Ausstellungszentrums (SAZ)*

Das Untergeschoss des Schulungs- und Ausstellungszentrums bietet auf ca. 400 m<sup>2</sup> Fläche die vom TFZ gestaltete Ausstellung „Biomasseheizung“ mit rund 120 Feuerungsanlagen und anderen Exponaten von etwa 60 Herstellern. In Verbindung mit der regelmäßigen Seminarveranstaltung „Wärmegewinnung aus Biomasse“ werden Führungen angeboten. Ein ausführlicher Beitrag zu dieser Ausstellungssektion findet sich unter Punkt 8.3.4. Weitere Informationen über Seminar- und Besichtigungstermine sind im Internet unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) angegeben.



## 8.2 Besucher am Technologie- und Förderzentrum

Auch im Jahr 2008 konnten zahlreiche Persönlichkeiten und Gruppierungen am Technologie- und Förderzentrum begrüßt werden. Einschließlich der Besucher am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe waren dies ca. 4.200. Die Teilnehmer der regelmäßigen Seminare sind dabei nicht mit eingerechnet. Nachfolgend wird über eine Auswahl von Besuchern berichtet.

### 8.2.1 Fachagentur trifft Kompetenzzentrum – Der Geschäftsführer der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe zu Besuch

Für Dr.-Ing. Andreas Schütte, den Geschäftsführer der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), war es nicht schwer, mit den Leitern der drei Säulen des Kompetenzzentrums – Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich, Dr. Bernhard Widmann und Werner Döller – Anknüpfungspunkte für den fachlichen Austausch zu finden, wurden in Straubing doch bereits mehrere Projekte im Bereich der energetischen und stofflichen Biomassenutzung von der FNR finanziert. Die Intensivierung der Zusammenarbeit, der strategische Austausch und die Beleuchtung der Situation der Nachwachsenden Rohstoffe waren Gegenstand der Gespräche am 29. April 2008.

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe ist eine Einrichtung der Bundesregierung, die seit ihrer Gründung 1993 Forschungsprojekte im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe koordiniert und fördert. Ebenfalls von großer Bedeutung sind die Öffentlichkeitsarbeit der FNR und die Bereitstellung von Informationen, um die Nachwachsenden Rohstoffe in den Blick der Öffentlichkeit zu rücken. Zu diesen Zwecken werden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz jährlich ca. 54 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.



Abbildung 35: Dr.-Ing. Andreas Schütte (fünfter von rechts), Geschäftsführer der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) mit Vertretern des Kompetenzzentrums

### 8.2.2 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz besucht das Kompetenzzentrum

Die Bundesregierung hat sich ehrgeizige Ziele für die Verwendung alternativer Energiequellen gesetzt. Um die Zusammenarbeit mit Bayern als Vorreiterland im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe zu intensivieren, hat am 28. Juli 2008 eine Delegation des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz das Kompetenzzentrum besucht.

Das Interesse von Ministerialdirigent Clemens Neumann, Leiter der Abteilung Grundsatzangelegenheiten und Nachwachsende Rohstoffe, Dr. Katharina Böttcher, Referatsleiterin Energetische Nutzung Nachwachsender Rohstoffe und Energieangelegenheiten und MdB Dr. Max Lehmer betraf zum Beispiel die noch unzureichende Energieeffizienz von Biogasanlagen, die Nutzung von Zuckerrüben als Energiepflanze sowie den Biomasseplan der Bundesregierung. In diesem, so Neumann, werde die Nutzung Nachwachsender Rohstoffe nach Prioritäten eingeteilt, wobei die Verwendung für Strom, Chemie und Wärme vor den Biokraftstoffen steht.

Einigkeit herrschte im Bereich der dezentralen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe, welche in Deutschland wie in Bayern zur Stärkung des ländlichen Raumes und zur Minderung der Abhängigkeit von endlichen Ressourcen gleichermaßen gefördert wird.



Abbildung 36: Von links: Dr. Bernhard Widmann (TFZ), Dr. Max Lehmer (MdB), Werner Döller (C.A.R.M.E.N. e.V.), MinDirig Clemens Neumann (BMELV), MinRin Dr. Katharina Böttcher (BMELV), Prof. Dr. Klaus Menrad (WZS), MR Dr. Rupert Schäfer (STMELF) und Arnold Multerer (WZS)

### 8.2.3 Regierungspräsident von Niederbayern zu Besuch

Am 16.10.2008, konnte erstmalig Heinz Grunwald, Regierungspräsident von Niederbayern, am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe begrüßt werden. Vertreten durch den Sprecher

des Jahres 2008 und Geschäftsführer von C.A.R.M.E.N. e.V., Werner Döller, den Leiter des Technologie- und Förderzentrums, Dr. Bernhard Widmann, und den stellvertretenden Direktor des Wissenschaftszentrums Straubing, Prof. Dr. Klaus Menrad, wurde der Regierungspräsident ausführlich über die Arbeit aller drei Säulen des Kompetenzzentrums informiert. Anschließend wurde die Ausstellung „Nachwachsende Rohstoffe – Von der Pflanze zur Nutzung“ im Schulungs- und Ausstellungszentrum, der Neubau des Wissenschaftszentrums und das Technikum des TFZ besichtigt. Grunwald lobte die synergetischen und zukunftsweisenden Ergebnisse der Arbeit des Kompetenzzentrums und zeigte sich beeindruckt von der Modernität und Größe des Areals.



*Abbildung 37: Dr. Bernhard Widmann, Leiter des TFZ, erläutert dem Regierungspräsidenten von Niederbayern, Heinz Grunwald, den Feuerungsprüfstand des Technikums*

#### **8.2.4 Die Junge Union informiert sich über Biokraftstoffe**

Die sogenannte „Teller oder Tank“-Frage, in Medien und Politik gleichermaßen diskutiert, war das zentrale Thema des Besuches von MdB Stefan Müller, Landesvorsitzender der Jungen Union Bayern (JU) am 22. Oktober 2008. Begleitet wurde er vom Straubinger Kreisvorsitzenden Michael Hien und weiteren Vertretern der lokalen JU. Der Sprecher des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe im Jahr 2008 und Geschäftsführer von C.A.R.M.E.N. e.V. Werner Döller und der Leiter des TFZ Dr. Bernhard Widmann nutzten nach dem fachlichen Austausch die Gelegenheit, Anregungen an die Politik zu geben. So forderten sie weltweit festgelegte Nachhaltigkeitskriterien für den Anbau landwirtschaftlicher Produkte unabhängig von deren Nutzung und betonten die Chancen für die Landwirtschaft durch Nachwachsende Rohstoffe. Weiterhin legten sie den jungen Politikern die verstärkte Förderung des Reinkraftstoffes als besonders vorteilhaft für die regionale Wertschöpfung nahe sowie die Neuregelung der Biokraftstoffbesteuerung ans Herz.





Abbildung 38: Vorne im Bild (von links) Werner Döller, Geschäftsführer von C.A.R.M.E.N. e.V., Landesvorsitzender der Jungen Union Bayern MdB Stefan Müller, Kreisvorsitzender der Jungen Union Straubing Michael Hien und Dr. Bernhard Widmann, Leiter des TFZ

### 8.2.5 Zusammenfassung der Besucher am Technologie- und Förderzentrum (Auswahl)

Tabelle 17: Besucher am Technologie- und Förderzentrum 2008 (Auswahl)

|            |   |
|------------|---|
| 14.04.     | ProAgria Häme, Finnland   |
| 13.05.     | Vizepräsident der Polytechnischen Universität Tomsk, Russland                                 |
| 28.05.     | Arbeitskreis Holzfeuerung   |
| 26.06.     | Delegation der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Österreich                            |
| 02.-03.07. | DLG-Fachtagung Bewässerung und KTBL-Arbeitsgruppe Feldbewässerung                             |
| 14.07.     | WERVEL, Belgien   |
| 28.07.     | Delegation des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) |
| 07.08.     | Delegation aus Griechenland, Professoren und Landräte   |
| 02.09.     | Wissenschaftlicher Beirat für Energie am Ministerium in Mosambik                              |
| 04.09.     | Industriemeistervereinigung Niederbayern  |
| 05.09.     | Cooperativa Agrária Agroindustrial - Entre Rios, Brasilien                                    |
| 02.10.     | Parlamentarischer Staatssekretär MdB Andreas Storm und MdB Ernst Hinsken                      |

|            |  |
|------------|--|
| 06.10.     | Delegation aus Australien, Vertreter des Landwirtschaftsministeriums, der Kommunen und der Privatwirtschaft        |
| 07.10.     | Ministerialdirektor Josef Poxleitner, Amtschef der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern |
| 16.10.     | Regierungspräsident Heinz Grunwald, Regierung von Niederbayern   |
| 16.10.     | AMBITEC, Delegation aus Mexico   |
| 22.10.     | Kooperationsforum Biopolymere mit Bayern Innovativ   |
| 28.10.     | Delegation der Baubehörde Shandong, China  |
| 04.11.     | Cluster Umwelt und Cluster Nanotechnologie   |
| 06.11.     | Wirtschaftsjunioren Straubing, AK Umwelt mit OB Pannermayr   |
| 14.11.     | Innovationsbund Holz   |
| 21.11.     | Delegation aus Ägypten   |
| 25.11.     | Evangelische Landessynode  |
| 26.11.     | Delegation aus Angola  |
| 03.-05.12. | Zentralverband Deutscher Schornsteinfeger e. V. (ZDS)  |
| 18.12.     | Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig  |

### 8.3 Veranstaltungen

#### 8.3.1 „Herausforderung Biokraftstoffe“ – Internationaler Workshop von FAD und TFZ zu Biokraftstoffen in Straubing

In einer hochkarätig besetzten Runde wurde vom 9.-10. April 2008 im Rathausaal der Wissenschaftsstadt Straubing über die „Herausforderung Biokraftstoffe“ diskutiert. Der Geschäftsführer des Förderkreises Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. (FAD), Prof. Dr.-Ing. Gennadi Zikoridse, und Dr. Bernhard Widmann, Leiter des Technologie- und Förderzentrums (TFZ), eröffneten den gemeinsam veranstalteten, internationalen Workshop, zu dem mehr als 70 Vertreter aus Forschung, Industrie und Politik begrüßt werden konnten. In Vortrags- und Diskussionsrunden wurden neueste Forschungsergebnisse vorgestellt, Probleme und Lösungsansätze diskutiert und Erfahrungen ausgetauscht. Intensiv wurde über den Einsatz von Biokraftstoffen als Reinkraftstoffe oder als Beimischung zu fossilem Dieselmotorkraftstoff sowie die gesetzlichen, nationalen und europäischen Rahmenbedingungen debattiert. Dr. Edgar Remmele, der Leiter des Sachgebietes „Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe“ am TFZ forderte in seinem Referat die stetige Hinterfragung der Pfade der Herstellung und Nutzung anhand von Kriterien der Energie- und Ökobilanz, der Flächeneffizienz sowie der Technik. Der von allen Teilnehmern als sehr erfolgreich bewertete Workshop endete mit der Übereinstimmung von Forschung und Industrie, sich den Herausforderungen einer weiteren Einführung von Biokraftstoffen zu stellen, um einen Innovations- und Technologievorsprung für die Sicherung von Marktvorteilen im internationalen Wettbewerb zu erarbeiten.



*Abbildung 39: Dr. Klaus Thuncke, stellvertretender Sachgebietsleiter Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe, erläutert am Prüfstand im Technikum des TFZ die Vorgehensweise bei der Analyse von Rapsöl als Kraftstoff*

### **8.3.2 Workshop zur Energiehirse am Technologie- und Förderzentrum**

Am 17. Und 18. Juni fand der Experten-Workshop „Sorghumhirse – Anbau- und Ertragspotenzial in Deutschland“ am Technologie- und Förderzentrum statt. Das Treffen wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens „Hirsens als Energie- und Rohstoffpflanzen – Sortenscreening und Anbauvarianten“ veranstaltet, welches mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert wird.

Etwa 35 Wissenschaftler und Fachleute aus den Bereichen Sorghumforschung und Pflanzenzüchtung aus dem deutschsprachigen Raum kamen zum Wissens- und Erfahrungsaustausch nach Straubing. Als Referenten konnten renommierte Experten aus Pflanzenzüchtung, angewandter Agrarforschung und Beratung gewonnen werden. Ein thematischer Schwerpunkt war die Darstellung aktueller Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben zu Sorghumhirsens, in dem Ergebnisse aus Anbauversuchen auf ostdeutschen Trockenstandorten und aus dem umfangreichen Sorghum-Sortenscreening des TFZ in Bayern vorgestellt wurden.

Die Möglichkeit, mit Hilfe der Pflanzenzüchtung auf den Klimawandel zu reagieren, wurde aus Sicht der universitären Forschung für unterschiedliche Kulturpflanzen dargestellt. Aktuelle Zuchtarbeiten an Sorghumhirse für die Verwendung als Energiepflanze wurden von einem deutschen Pflanzenzüchter vorgestellt. Die angestrebten Zuchtziele sind die physiologische Anpassung von Sorghum an kühlere Frühjahrstemperaturen in Deutschland sowie die Optimierung der Inhaltsstoffzusammensetzung für eine maximale Methanausbeute. Ein weiteres wichtiges Thema waren

Untersuchungen zu Saatgutqualität, Keimfähigkeit und Feldaufgang von Sorghumhirse, da sowohl in der Praxis als auch in Feldversuchen häufig nur unzureichende Feldaufgänge realisiert werden. Bei einer Besichtigung der aktuellen Sorghumversuche des TFZ konnten nochmals Aspekte des Feldaufgangs und Herbizideinsatzes am direkten Beispiel gezeigt werden.

Tenor der Diskussionen war, dass Sorghumhirse unter den hiesigen Bedingungen generell anbaufähig und eine attraktive Ergänzung im Energiepflanzenspektrum ist. Allerdings müssen von pflanzenbaulicher Seite weitere ertragsstarke Sorten ermittelt und vor allem geeignete Anbaubedingungen besser bestimmt werden. Diese Informationen werden zusammen mit der zielgerichteten züchterischen Arbeit die Basis für eine breitere Nutzung von Sorghumhirse als Biogassubstrat bilden.

### **8.3.3 Tag der offenen Tür am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe am Samstag, 11.10.2008**

Im Rahmen der Europäischen Biomassetage öffnete auch im Jahr 2008 das Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe seine Pforten zum Tag der offenen Tür. Die drei Säulen – das Wissenschaftszentrum Straubing, das Technologie- und Förderzentrum und C.A.R.M.E.N. e.V. – zeigten nicht nur die Ergebnisse ihrer Arbeit, sondern auch den Weg dorthin. So konnte man die Labore des Wissenschaftszentrums ebenso besichtigen wie die Versuchsaufbauten oder verschiedene Rohstoffpflanzen im Technikum des TFZ. Die biomasse GmbH präsentierte wieder ihre gesamte Produktpalette aus Nachwachsenden Rohstoffen. Auf großes Interesse bei den ca. 700 Besuchern stieß die Führung durch das Biomasseheizwerk des TFZ, als anschauliche Ergänzung der Ausstellung „Biomasseheizung“. An allen Stationen standen Mitarbeiter(innen) des Kompetenzzentrums bereit, ihre Tätigkeit zu veranschaulichen und die Fragen der Besucher zu beantworten. Die Kommunale Berufsfachschule für Biologisch-Technische Assistenten öffnete ebenfalls ihre Labore im Untergeschoss des Hauptgebäudes und informierte über die Ausbildung und das spätere Berufsziel.

Wie auch im letzten Jahr versorgten die Betreuerinnen und Eltern des Caritas-Kinderhortes St. Peter die Besucher mit Kaffee und Kuchen.





*Abbildung 40: Zahlreiche Besucher nutzten den Tag der offenen Tür für einen Blick auf die Versuchsaufbauten im Technikum des TFZ*

#### **8.3.4 Seminar „Wärmegewinnung aus Biomasse“ und Ausstellung „Biomasseheizung“ des TFZ**

Heizen mit Holz ist wieder interessant und mittlerweile heizt jeder fünfte Haushalt zumindest teilweise mit Holz. Vor allem die Nachfrage aus den privaten Haushalten hat dazu geführt, dass der Holzverbrauch in den vergangenen Jahren stark angestiegen ist. Wurde der Holzverbrauch der privaten Haushalte vor wenigen Jahren noch mit etwa 12 Millionen Festmetern pro Jahr ausgewiesen, so ergeben neuere Untersuchungen der Universität Hamburg einen Holzverbrauch von aktuell über 20 Millionen Festmetern. Hierbei handelt es sich zu über 80 % um Scheitholz aus dem Wald, Garten und Landschaft. Es folgen – mit abnehmendem Mengenanteil – Altholz, Schnittholzreste, Holzbriketts, Hackschnitzel und Holzpellets. Etwa 82 % der mit Holz heizenden Haushalte nutzen Holz in Kaminöfen und Kachelöfen und 18 % verfügen über eine Holzzentralheizung. Nach Schätzungen des Umweltbundesamtes (UBA) werden in Deutschland derzeit mehr als 14 Millionen Einzelraumfeuerungen und knapp 700.000 Heizkessel für feste Brennstoffe betrieben. Neben der großen Nachfrage nach Brennholz hat sich 2008 auch die Nachfrage nach Holzpellets um 30 % erhöht. Es wurden knapp 1,5 Millionen Tonnen Holzpellets produziert, davon wurden rund 60 % in Deutschland verkauft. Insgesamt waren 2008 rund 105.000 Pelletheizungen (2007: 83.000) in den unterschiedlichsten Größenordnungen in Betrieb.

Eine objektive technische Beratung und ein Informationsangebot über die verschiedenen technischen Möglichkeiten zum Heizen mit Holz oder auch mit halmgutartigen Brennstoffen, wie beispielsweise Miscanthus oder Stroh, ist dabei die Grundlage vieler Investitionsentscheidungen. Zudem bestehen über den inzwischen deutlich gestiegenen Bedienungskomfort, die höhere Anla-



genzuverlässigkeit und die verbesserten Umwelteigenschaften von Holzheizungstechniken beim Verbraucher noch große Kenntnislücken. Holzheizsysteme sind technisch ausgereift und stellen heute auch im Kleinanlagensektor eine umweltfreundliche, wirtschaftliche und – je nach Anlagenart – auch komfortable Alternative zu fossilen Energieträgern dar. Die am TFZ regelmäßig stattfindende kostenlose Informationsveranstaltung „Wärmegewinnung aus Biomasse“ zeigt diese Vorteile und Möglichkeiten auf. Sie setzt sich aus einem Vortrag sowie einer anschließenden Besichtigung der Dauerausstellung „Biomasseheizung“ zusammen.

Der ca. 1½-stündige Vortrag informiert umfassend über Grundlagen und Techniken zur Verfeuerung von Biomasse. Neben dem Energieinhalt von Holz wird ebenso dessen Trocknung und Lagerung in den unterschiedlichen Aufbereitungsformen diskutiert. Den Schwerpunkt der Veranstaltung bildet die energetische Nutzung von Biomasse, insbesondere von Holz aber auch sonstiger Agrarbrennstoffe, unter Berücksichtigung der jeweiligen Anwendungsfälle. Die verschiedenen Feuerungsanlagen – angefangen vom Kaminofen über Scheitholz-, Hackgut- oder Pelletkessel bis hin zum halmgut- oder getreidetauglichen Kessel – werden an Schnittdarstellungen erläutert und die jeweiligen Vorteile aufgezeigt. Ferner werden sowohl die relevanten gesetzlichen Vorgaben vorgestellt als auch aktuelle Messergebnisse näher erläutert. Der Besucher kann die Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Anlagen anhand gezeigter Darstellungen einordnen und wird zudem über aktuelle Fördermöglichkeiten informiert.

Im Einzelnen gliedert sich der Vortrag wie folgt:

- Der Energieinhalt von Holz
- Feuerungssysteme für biogene Festbrennstoffe
  - Scheitholzfeuerungen
  - Hackschnitzelfeuerungen
  - Holzpellets-Feuerungen
  - Stroh- / Getreide-Feuerungen
- Feuerungstechnische Wirkungsgrade
- Schadstoffemissionen
- Rentabilitätsbetrachtung
- Förderprogramme
- Zusammenfassung

Nach dem Vortrag und der Diskussion werden die Besucher durch die Ausstellung „Biomasseheizung“ mit über 120 Exponaten von etwa 60 Herstellern auf insgesamt ca. 400 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche geführt. Bei der Auswahl der Exponate wurde das Ziel verfolgt, einen möglichst vollständigen Überblick über alle wesentlichen im süddeutschen Raum anbietenden Hersteller und Vertriebe zu erreichen. Das gilt vor allem für Feuerungsanlagen.

Im Einzelnen werden gezeigt:

- Scheitholzfeuerungen (30 Stück)
- Hackschnitzelfeuerungen (18 Stück)
- Pelletfeuerungen inkl. Kombianlagen (27 Stück)
- Einzelfeuerstätten (Kaminöfen, Kachelöfen, etc.) (17 Stück)
- Küchenherde (auch als Zentralheizungsherde) (11 Stück)
- Holzspalter, Holzhacker (5 Stück)
- Sonstige Exponate (Nahwärmerohrsysteme, Pufferspeicher, Raumaustrag, Pelletlager, Schornstein, Brennstoffproben, etc.) (18 Stück)

Anhand von umfassenden Erläuterungen mit vergleichender Betrachtung der unterschiedlichen Feuerungssysteme sowie mittels Firmenprospekten, objektiven technischen Daten und unverbindlichen Preisangaben kann sich der Besucher selbst ein Bild über die Techniken und Produkte für seinen jeweiligen Anwendungsfall machen. Jeden ersten Dienstag im Monat sind auch Gespräche mit den dann anwesenden Vertretern der Anlagenhersteller in der Ausstellung möglich. Die Informationsveranstaltung und Dauerausstellung „Wärmegewinnung aus Biomasse“ im Schulungs- und Ausstellungszentrum (SAZ) am TFZ findet während der Wintermonate von Anfang Oktober bis Ende April an jedem Dienstag und während der Sommermonate von Mai bis September an jedem 1. Dienstag im Monat um 9:30 Uhr statt. Ende der Veranstaltung ist gegen 12:30 Uhr. Es entfallen die Dienstage zwischen 4. Advent und 6. Januar, sowie am Faschingsdienstag und an gesetzlichen Feiertagen. Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos und eine Anmeldung ist nur bei größeren Besuchergruppen ab etwa 20 Personen erforderlich. Für die Vortragsveranstaltung und Führung verantwortlich ist Klaus Reisinger, Tel.: 09421 300-114 oder -210.



Abbildung 41: Ausstellung „Biomasseheizung“ am TFZ Straubing

Die Informationsveranstaltung „Wärmegewinnung aus Biomasse“ wird von der Bevölkerung sehr gut angenommen; die Nachfrage nach diesem Seminar wird jedoch unter anderem stark von den Preisentwicklungen auf den Energiemärkten beeinflusst. Das zeigt die nachstehende Darstellung zur Entwicklung der Besucherzahlen seit dem Jahr 2003 (Abbildung 42).

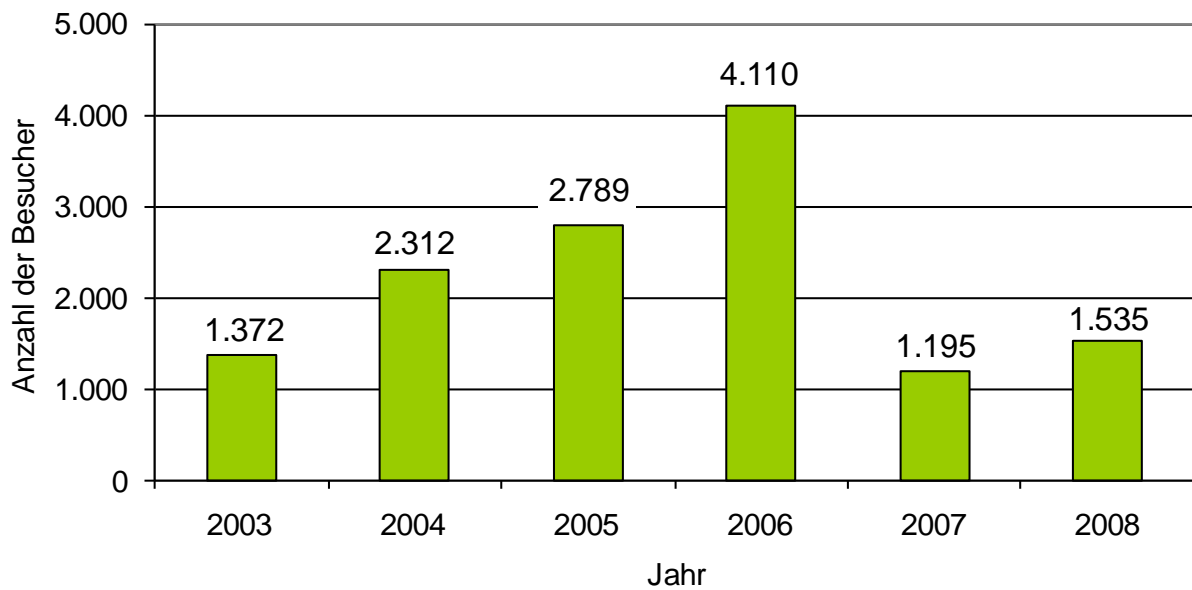


Abbildung 42: Entwicklung der jährlichen Besucherzahlen seit 2003

### 8.3.5 Informationsveranstaltung „Rapsölkraftstoff und Biodiesel in der Landwirtschaft“

Gefördert vom BMELV über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. wurden im Jahr 2008 im Schulungs- und Ausstellungszentrum (SAZ) insgesamt 10 Vortragsveranstaltungen zum Thema „Herstellung und Nutzung von Rapsölkraftstoff“ angeboten. Die Veranstaltung umfasste einen ca. eineinhalbstündigen Vortrag mit anschließender Diskussion und einem Rundgang durch die Ausstellung „Nachwachsende Rohstoffe – von der Pflanze zur Nutzung“ mit dem Schwerpunkt Rapsölkraftstoff. Durch die regelmäßige Veranstaltung wurde für Interessenten eine Anlaufstelle geschaffen, in der nicht nur Basisinformationen, sondern auch tiefer gehende Problematiken im Bereich der Herstellung und Nutzung von Biokraftstoffen abgehandelt werden konnten. Im Vortragsteil der Veranstaltung wurde über folgende Themenbereiche informiert:

- Politische Rahmenbedingungen, insbesondere die neue Energiesteuergesetzgebung
- Informationen zu Biodiesel
- Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Anlagen
- Einflussfaktoren auf die Qualität von Rapsölkraftstoff von der Rapssaat bis hin zur Rapsölkraftstofflagerung
- Informationen zur DIN V 51605 für Rapsölkraftstoff
- Nutzung von Rapsölkraftstoff in Blockheizkraftwerken
- Ergebnisse des 100-Traktoren-Programms
- Hinweise zu Umrüstung und Betrieb von Maschinen auf Rapsölkraftstoff im Bereich der Landwirtschaft

Im anschließenden Rundgang durch die Ausstellung „Nachwachsende Rohstoffe – von der Pflanze zur Nutzung“ konnten verschiedene Exponate zur Rapsölkraftstoffherstellung in dezentralen Anlagen besichtigt werden. Mehrere Ölpresen von unterschiedlichen Herstellern und Bauarten, Sedimentations- und Filtrationsanlagen, Modelle zur Verdeutlichung der zu Dieselkraftstoff unterschiedlichen Kraftstoffeigenschaften, Umrüstbausätze für Fahrzeuge, eine rapsölkraftstofftaugliche Zapfsäule, ein pflanzenöлтаuglicher Elsbett-Motor und vieles mehr dienen zur Veranschaulichung der im Vortrag ausgeführten, theoretischen Informationen. Die Ausstellung konnte im Jahr 2007 um eine automatische und eine manuelle Lochzylinderschneckenpresse sowie ein Exponat zur ordnungsgemäßen Probenahme von Rapsölkraftstoff erweitert werden.

Die Veranstaltung wurde in landwirtschaftlichen Printmedien und im Internet unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) und [www.biokraftstoff-portal.de](http://www.biokraftstoff-portal.de) beworben. Insgesamt konnten 117 Besucher begrüßt werden. Mit Ausnahme einer Sonderveranstaltung zum Auftakt im Februar 2008 war im Vergleich zum Jahr 2006 und 2007 ein deutlich abnehmendes Interesse an der Veranstaltungsreihe zu verzeichnen.

Gründe für diesen Rückgang der Besucherzahlen sind in den unsicheren Zukunftsaussichten, welche derzeit generell in der Biodiesel- und Rapsölkraftstoffbranche vorherrschen, zu sehen. Die Erhöhung der Energiesteuer und vor allem auch die Anfang 2008 hohen Rapspreise führten zu einem deutlichen Preisanstieg für Rapsölkraftstoff und Biodiesel, so dass diese in vielen Anwendungsfällen außerhalb der Landwirtschaft nicht mehr mit fossilen Kraftstoffen konkurrenzfähig waren. Neben den Anwendern von Biokraftstoffen im nicht landwirtschaftlichen Bereich betraf dies insbesondere auch Interessenten an der dezentralen Produktion von Rapsölkraftstoff und Biodiesel. Für den Betrieb von landwirtschaftlichen Maschinen kann aber der Einsatz von Biodiesel und Rapsölkraftstoff aufgrund der vollständigen Energiesteuerrückvergütung nach wie vor wirtschaftlich sein. Zeigten viele Landwirte in der Vergangenheit von sich aus Interesse an der Thematik Rapsölkraftstoff, so ist dies mittlerweile nicht mehr in diesem Ausmaß der Fall. Um dennoch wichtige Informationen zu den Landwirten transportieren zu können setzte das TFZ für das Jahr 2008 einen noch größeren Schwerpunkt auf Veranstaltungen in der Region und konzentrierte die regelmäßigen Veranstaltungen am TFZ auf weniger Termine.

Zum Auftakt der Veranstaltungsreihe im Jahr 2008 wurde in Kooperation mit der DEUTZ AG, SAME DEUTZ-FAHR Deutschland GmbH und der AGCO GmbH eine Veranstaltung zum Thema „Einsatz von Rapsölkraftstoff in Traktoren“ angeboten, an welcher 110 Personen teilnahmen.

Um mehr Informationen zu Herkunft und Interessensbereichen der Besucher in Erfahrung zu bringen wurde ein Fragebogen erstellt. Von 110 Besuchern gaben 42 in Form des Fragebogens Resonanz zu der Veranstaltung. Es ist festzustellen, dass 64 % der Besucher aus dem Bereich der Landwirtschaft kamen. Fünf der befragten Besucher sind Besitzer einer Ölmühle. Die Hälfte der Befragten betreibt bereits eine oder mehrere Maschinen mit Rapsölkraftstoff. Auf die Frage, ob der Teilnehmer vor hat, zukünftig eine Maschine mit Rapsölkraftstoff zu betreiben, antworteten 59 % mit „ja“, 32 % mit „eventuell“ und lediglich 8 % wollen zukünftig keine Maschine mit Rapsölkraftstoff betreiben. Zur Frage nach dem Interesse an weiteren Informationsveranstaltungen am TFZ antworteten 90 % der Besucher mit „ja“ mit dem Interessensschwerpunkt Nutzung von Rapsölkraftstoff in landwirtschaftlichen Maschinen.

Neben den regelmäßig wiederkehrenden Vortragsveranstaltungen wurden für die im Folgenden genannten Besuchergruppen weitere Sondertermine zur Gewinnung und Nutzung von Rapsölkraftstoff (Vortrag und Führung durch die Ausstellung) im SAZ durchgeführt:

- Vorstände des Bayerischen Bauernverbandes des Landkreises Straubing-Bogen am 17.01.2008 (15 Teilnehmer)
- Schüler der landwirtschaftlichen Berufsschule Straubing am 01.04.2008 (20 Teilnehmer)
- Besucher des Rotary-Clubs Landshut-Dingolfing am 01.04.2008 (20 Teilnehmer)
- Kaminkehrerlehrlinge am 02.04.2008 (50 Teilnehmer)
- Landwirtschaftsstudenten der Fachhochschule Weihenstephan am 04.04.2008 (20 Teilnehmer)
- Berufsschule Kaufbeuren am 03.06.2008 (35 Teilnehmer)
- Schüler der landwirtschaftliche Berufsschule Erding/Moosburg am 03.07.2008 (18 Teilnehmer)
- Verein der ehemaligen Landtechnikberater am 01.09.2008 (50 Teilnehmer)
- Maschinenring Ulm-Heidenheim am 02.09.2008 (50 Teilnehmer)
- Besuch der Industriemeisterversammlung Niederbayern am 04.09.2008 (15 Teilnehmer)
- Studenten des Masterstudiengangs Nachwachsende Rohstoffe am 16.10.2008 (13 Teilnehmer)
- Besuchergruppe des Kooperationsforums Biopolymere am 22.10.2008 (25 Teilnehmer)
- Energieberaterlehrgang der Handwerkskammer Straubing am 13.11.2008 (27 Teilnehmer)
- Innovationsbund Holz am 14.11.2008 (50 Teilnehmer)
- Schüler der landwirtschaftlichen Berufsschule Straubing am 28.11.2008 (30 Teilnehmer)
- SHK-Innung Niederbayern-Oberpfalz am 28.11.2008 (20 Teilnehmer)
- Schüler des Gymnasiums Bad Kötzing am 02.12.2008 (52 Teilnehmer)
- Maschinenring Nürnberger Land am 12.12.2008 ( 20 Teilnehmer)

**8.3.6 Mitwirkung an Veranstaltungen 2008 (Zusammenfassung)**

| <b>Datum</b> | <b>Titel</b>  | <b>Ort</b>   | <b>Veranstalter</b>   |
|--------------|---|--------------|---|
| 10.01.       | Jetzt Rapsöl tanken?!   | Bayreuth     | Landw. Lehranstalten des Bezirks Oberfranken  |
| 16.-19.01.   | Mitteuropäische Biomassekonferenz 2008                                | Graz         | Österreichischer Biomasse-Verband, Landwirtschaftskammer Steiermark, Austrian Bio Energie Centre GmbH |
| 17.01.       | Wie beheize ich Haus und Hof am besten?                               | Herrsching   | Haus der Bayerischen Landwirtschaft   |
| 26.-27.02.   | 4. Ölmüllertage   | Fulda        | BDOel   |
| 09.-10.04.   | Herausforderung Biokraftstoffe Workshop                               | Straubing    | FAD e.V./TFZ  |
| 20.05.       | Verbandstag Bayerisches Kaminkehrerhandwerk                           | Passau       | Landesinnungsverband (LIV)  |
| 02.-05.06.   | 16 <sup>th</sup> European Biomass Conference & Exhibition             | Valencia     | ETA – Florence Renewable Energies, WIP – Renewable Energies   |
| 17.-18.06.   | Workshop „Sorghumhirse – Anbau und Ertragspotenzial in Deutschland“   | Straubing    | TFZ   |
| 23.07.       | Projektklausur BLT-ART-TFZ  | Straubing    | TFZ   |
| 27.07.       | Tag des offenen Bauernhofes   | Rinkam       | Bayerischer Bauernverband   |
| 11.09.       | Sorghumfeldführung für Züchter und Vertrieb                           | Straubing    | TFZ   |
| 16.-17.09.   | Sorghum Mission 2008 – Germany and Spain                              | Hamburg      | US Grains Council   |
| 27.09.       | Fachgespräch „Biokraftstoffe in der Landwirtschaft“                   | Bad Neustadt | C.A.R.M.E.N. e.V.   |
| 07.10.       | Forum Energiepflanzen   | Jena         | Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  |
| 11.10.       | Fachgespräch „Biokraftstoffe in der Landwirtschaft“                   | Augsburg     | C.A.R.M.E.N. e.V.   |
| 11.10.       | Tag der offenen Tür am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe   | Straubing    | Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  |
| 17.10.       | Landtechnikberater-Seminar „Effizienter Einsatz moderner Landtechnik“ | Landshut     | FÜAK  |

|                |   |              |   |
|----------------|---|--------------|---|
| 22.10.         | Kooperationsforum Biopolymere   | Straubing    | Bayern Innovativ                              |
| 06.-07.11.     | 8. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, 2008  | Birkenfeld   | Institut für angewandtes Stoffstrommanagement |
| 07.11.         | C.A.R.M.E.N.-Fachkongress Alternative Rohstoffe                                       | Rosenheim    | C.A.R.M.E.N. e.V.                             |
| 08.11.         | Fachgespräch „Biokraftstoffe in der Landwirtschaft“                                   | Rosenheim    | C.A.R.M.E.N. e.V.                             |
| 28.11.         | Ausbildung zum Fachagrarwirt „Erneuerbare Energien“                                   | Triesdorf    | LfL   |
| 19.11.         | Grundlagenseminar Bioenergie  | Kloster Banz | OTTI  |
| 20.-21.11.     | 17. Symposium Bioenergie  | Kloster Banz | OTTI  |
| 24.11.         | Herbsttagung der Landessynode 2008  | Straubing    | Evangelische Landessynode                     |
| 10.12.         | „TFZ aktuell“-Seminar   | Bayreuth     | Landwirtschaftliche Lehranstalten Bayreuth    |
| Sommersemester | Vortragsreihe „Erneuerbare Energien“  | Straubing    | Kompetenzzentrum f. Nachwachsende Rohstoffe   |
| regelmäßig     | Seminar Wärmegewinnung aus Biomasse   | Straubing    | TFZ   |
| regelmäßig     | Seminar Herstellung und Nutzung von Rapsölkraftstoff                                  | Straubing    | TFZ   |
| regelmäßig     | Führungen durch die Ausstellung Nachwachsende Rohstoffe – Von der Pflanze zur Nutzung | Straubing    | Kompetenzzentrum f. Nachwachsende Rohstoffe   |

## 8.4 Beteiligung an Messen und Ausstellungen

### 8.4.1 Das TFZ auf dem Keferloher Montag

Am 01.09.2008 war das Technologie- und Förderzentrum erstmals auf dem Keferloher Montag vertreten. Diese Traditionsveranstaltung findet jedes Jahr am ersten Montag im September statt und war früher lange Zeit einer der größten Viehmärkte Deutschlands. Heute ist der Keferloher Montag eine landwirtschaftliche Messe mit Schwerpunkt auf Landtechnik und ein beliebtes Bauernfest. Für den Auftritt des TFZ konnten die drei namhaften Landmaschinenhersteller John Deere, Deutz-Fahr und Fendt gewonnen werden, erstmalig ihre neu entwickelten rapsöltauglichen Schlepper gemeinsam der Öffentlichkeit zu präsentieren. Die drei Prototypen, zusammen mit dem Informationsangebot des TFZ über die regionale Produktion von Rapsölkraftstoff gemäß der Vornorm DIN V 51605 und die Energiesteuerbefreiung für Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft, stieß bei zahlreichen Landwirten auf großes Interesse und wurde angeregt diskutiert.



Am Stand des TFZ konnten auch mehrere prominente Gäste begrüßt werden, darunter der hessische Ministerpräsident und Festredner der Veranstaltung Roland Koch, Finanzminister Erwin Huber und der Chef der Staatskanzlei Eberhard Sinner.



Abbildung 43: Landwirte aller Altersstufen interessierten sich für die rapsölbetriebenen Traktoren

#### 8.4.2 Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest (ZLF)

Unter dem Motto “Landwirtschaft voller Energie und Leben” fand vom 20. Bis 28.09.2008 auf der Münchner Theresienwiese das 124. Zentral-Landwirtschaftsfest des Bayerischen Bauernverbandes statt. Mit geschätzten 370.000 Besuchern und über 650 Ausstellern aus dem In- und Ausland auf einer Ausstellungsfläche von 120.000 Quadratmetern gehört das ZLF zu den führenden Landwirtschaftsmessen Deutschlands.

Gemäß dem Motto des Jahres 2008 wurde im Mittelpunkt der Messe ein Energie- und Erlebnis-park aus überdimensionalen Nachbildungen land- und forstwirtschaftlicher Produkte errichtet. Im Blickfang “liegender Baumstamm” präsentierten das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) und seine beiden Partnerinstitutionen im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, C.A.R.M.E.N. e.V. und das Wissenschaftszentrum Straubing, neue Forschungsergebnisse und Entwicklungen aus dem Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe. Zahlreiche hochrangige Gäste, wie die beiden Staatsminister Josef Miller und Erwin Huber, der Präsident des Bayerischen Bauernverbandes Gerd Sonnleitner sowie die südafrikanische Ministerin für Landwirtschaft, Lulama Xingwana, konnten begrüßt werden. Für den Außenbereich wurden die Landmaschinenhersteller



Deutz-Fahr, Fendt und John Deere gewonnen, gemeinsam ihre neu entwickelten rapsöltauglichen Traktoren zu präsentieren.



Abbildung 44: Dr. Edgar Remmele erläutert der südafrikanischen Landwirtschaftsministerin Lulama Xingwana (rechts) die Vorteile von Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft

#### 8.4.3 Gemeinsamer Informationsstand auf der „Straubinger Schranne“ am 21.09.2008

Auch im Jahr 2008 haben die drei Säulen des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe, das Wissenschaftszentrum Straubing (WZS), das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) und C.A.R.M.E.N. e.V. die Gelegenheit wahrgenommen, sich in einem Gemeinschaftsstand auf der Straubinger Schranne zu präsentieren. Neben der Vorstellung des TFZ und seiner Forschungsarbeit lag der thematische Schwerpunkt des Technologie- und Förderzentrums in der Präsentation des Konzeptes „Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft“. Unter den zahlreichen Besuchern des Standes waren auch der bayerische Landwirtschaftsminister Josef Miller, MdB Ernst Hinsken und der Straubinger Oberbürgermeister Markus Pannermayr.

Ehemals ein bedeutender Getreidemarkt des Gäubodens ist die „Straubinger Schranne“ heute ein Portal für gemeinsame Anliegen von Stadt und Land. Die Traditionsveranstaltung Schranne bietet einen Einblick in aktuelle Entwicklungen in der Landwirtschaft mit dem Ziel, die Landwirte und ihre Produkte wieder näher an den Verbraucher zu bringen.



Abbildung 45: Der bayerische Landwirtschaftsminister Josef Miller (3. v.l.) am Stand des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe auf der Straubinger Schranne

#### 8.4.4 oils+fats im M.O.C.-Veranstaltungscenter in München

Bereits mit ihrem zweiten Auftritt hat sich die oils+fats als internationale Fachmesse für die Herstellung und Weiterverarbeitung von Ölen und Fetten aus Nachwachsenden Rohstoffen etabliert. Vom 18. bis 20. November 2008 konnten sich 70 Aussteller aus 15 verschiedenen Ländern mit 1.200 Fachbesuchern über aktuelle Entwicklungen der Technik, Logistik und Qualitätssicherung austauschen. Mit einem Auslandsanteil der Messeteilnehmer von ca. 50 % wurde die Internationalität der Veranstaltung untermauert.

Das Technologie- und Förderzentrum präsentierte aktuelle Forschungsergebnisse und Forschungsvorhaben des Sachgebietes Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe. Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Verwendung von Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft und in der Vorstellung der neu entwickelten, für den Betrieb mit Rapsöl optimierten Traktoren. Das Modell eines rapsöltauglichen Motors konnte von der Firma Deutz AG für die Messe gewonnen werden, das viel Beachtung fand. Ebenfalls großes Besucherinteresse erregte die Podiumsdiskussion „Genug für alle – Fakt oder Fiktion“ zum Thema Öle und Fette aus Nachwachsenden Rohstoffen im Spannungsfeld zwischen Nahrung und Energie, unter Teilnahme des TFZ-Sachgebietsleiters Dr. Edgar Remmele.

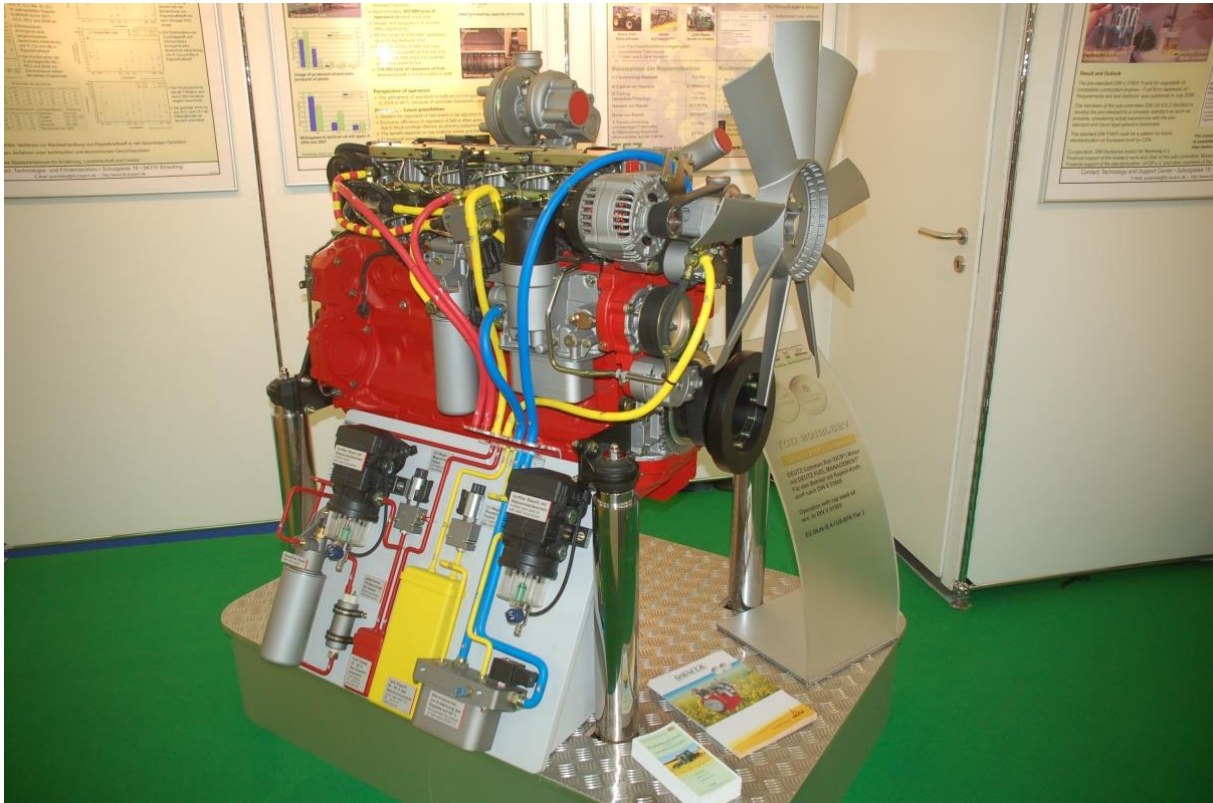


Abbildung 46: Modell eines rapsöлтаuglichen Motors der Firma Deutz AG

#### 8.4.5 Beteiligung an Messen und Ausstellungen 2008 (Zusammenfassung)

Tabelle 18: Zusammenfassende Übersicht der Beteiligungen an Messen und Ausstellungen

| Datum          | Titel  | Ort                   | Veranstalter                       |
|----------------|--|-----------------------|------------------------------------|
| 04.05.2008     | Tag der offenen Tür des LVFZ Kringell        | Kringell bei Hutthurm | LVFZ Kringell                      |
| 14.-15.06.2008 | MR-EXPO                                      | Osterhofen            | MR Buchhofen                       |
| 01.09.2008     | Keferloher Montag                            | Keferloh              | Freunde des Keferloher Montag e.V. |
| 21.09.2008     | Straubinger Schranne                         | Straubing             | Solidargemeinschaft Schranne e. V. |
| 20.-28.09.2008 | Bayerisches Zentral-Landwirtschaftsfest 2008 | München               | Bayerischer Bauernverband          |
| 18.-20.11.2008 | oils+fats 2008                               | München               | Messe München                      |

#### 8.5 Internetauftritt des TFZ

Das Interesse am Internetauftritt des Technologie- und Förderzentrums zeigt sich ungebrochen. Unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) werden neben allgemeinen Informationen zu Nachwachsenden Rohstoffen die neuesten Ergebnisse aus den drei Forschungssachgebieten des TFZ sowie Aktuelles zum



Thema Förderung präsentiert. In Form von Forschungsberichten, Merkblättern und Postern steht ein breites Spektrum an Informationsmaterial zum kostenlosen Download bereit. Als besondere Neuheit bietet die Homepage den **B**io**k**raft**s**t**o**ff-**E**insatz-**R**echner des **T**FZ (BERT), eine Excel-Anwendung als online-Kalkulationshilfe. Ebenfalls neu im Internetangebot sind ein Veranstaltungskalender mit einer vierteljährlichen Vorschau der öffentlichen Auftritte des TFZ sowie ein Pressearchiv mit sämtlichen Mitteilungen an die Presse seit dem Aufbau des TFZ im Jahr 2002. Insgesamt werden monatlich zwischen 100.000 und knapp 200.000 Seitenzugriffe registriert (siehe Abbildung 47).

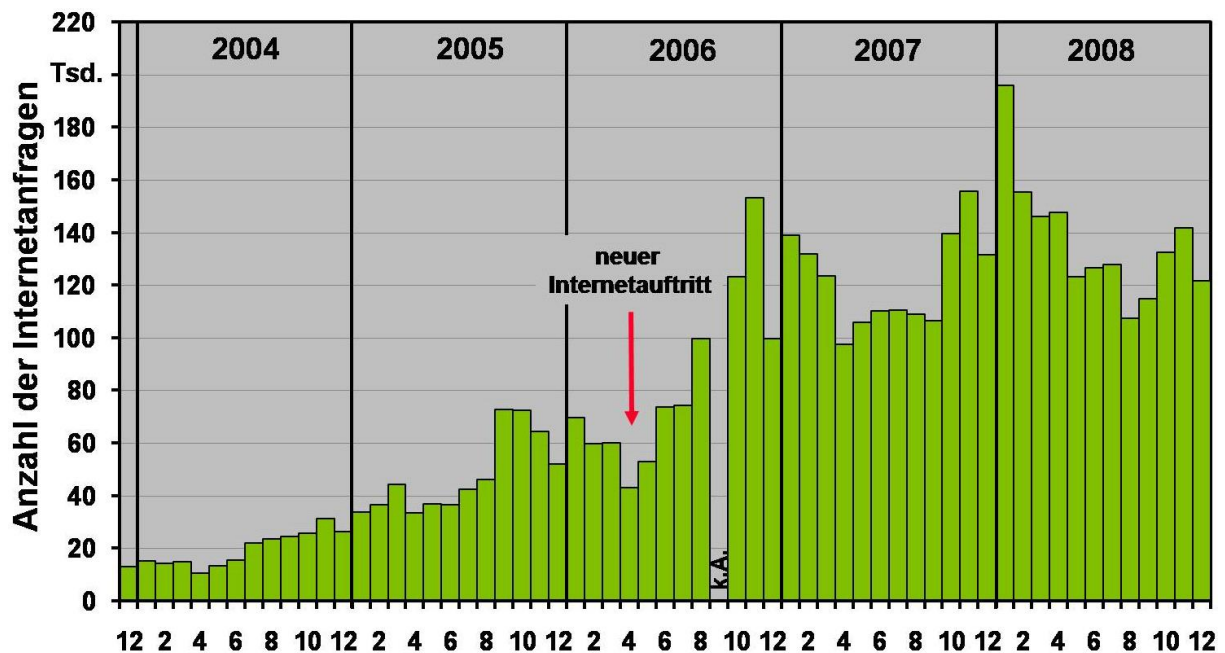


Abbildung 47: Zugriffszahlen auf die TFZ Internetseite im Zeitraum 12/2003 bis 12/2008

Das Kompetenzzentrum für Nachwuchsende Rohstoffe präsentiert unter der Adresse [www.konaro.bayern.de](http://www.konaro.bayern.de) die Organisation der drei Säulen Wissenschaftszentrum Straubing, Technologie- und Förderzentrum und C.A.R.M.E.N. e.V. sowie deren Arbeitsschwerpunkte und Aufgabenbereiche. Links auf dieser Seite führen zu den Internetseiten der einzelnen Institutionen.

## **9 Veröffentlichungen, Vorträge, Fernseh- und Rundfunkbeiträge**

### **9.1 Veröffentlichungen 2008**

DEIGLMAYR, K.; FRITZ, M. (2008): Intensität des Energiepflanzenanbaus. Nachwachsende Rohstoffe – Mitteilungen der Facharbeitsgruppe, Nr. 50, S. 13

DEIGLMAYR, K.; HEIMLER, F.; FRITZ, M. (2008): Reduction of factor input in energy crop production for biogas. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P.; HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - from Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 143-146, ISBN 978-88-89407-58-1

DIETZE, M.; FRITZ, M. (2008): Mischfruchtanbau als Low-Input-System zur Biomasseproduktion. Forum. New power, Jg. 2, Nr. 2, S. 21-23

EDER, G.; HASLINGER, W.; CARVALHO, L.; BECHER, N.; BRAUER, S.; LENZ, V.; SEIDENBERGER, T.; RÖNNBÄCK, M.; HARTMANN, H.; TUROWSKI, P.; ROßMANN, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F.; MARKS, A.; LASSELSBERGER, L.; ORAVAINEN, H. (2008): Development of test methods for non-wood small-scale combustion plants. Endbericht ERA-Net, 100 Seiten

EMBERGER, P.; THUNEKE, K. (2008): Emission characteristics of rapeseed oil fuelled tractors. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P.; HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - From Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 2035-2037, ISBN 978-88-89407-58-1

EMBERGER, P.; UHL, A. (2008): Wirtschaftlichkeit von Rapsölkraftstoff in der Landwirtschaft. Pflanzenöl – Fachmagazin für Produktion, Verarbeitung und Logistik, Nr. 2, S. 4-7

EMBERGER, P.; UHL, A.; BECKER, P. (2008): Lohnt sich Pflanzenöl als Treibstoff? Ein Programm für jedermann hilft beim Kalkulieren. Maschinenring aktuell, Nr. 4, S. 14-15

FORMOWITZ, B.; FRITZ, M. (2008): Ergebnisse eines mehrjährigen Versuchs zu unterschiedlichen Schnittregimen von *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. In: PUDE, R. (Hrsg.): *Miscanthus – Netzwerke und Visionen*. 5. Internationale *Miscanthus*-Tagung, Neuchâtel, Schweiz, 27.-28. November 2008. Bonn: Univ. Bonn, ILB-Press, S. 54-59, ISBN 978-3-932887-95-6

FORMOWITZ, B.; FRITZ, M. (2008): *Miscanthus*: Eintragseinfluss früher Ernte. Nachwachsende Rohstoffe – Mitteilungen der Facharbeitsgruppe, Nr. 50, S. 15

FRITZ, M. (2008): 3.4.2 Mischkulturanbau. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Erste Ergebnisse des Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), S. 34-37

FRITZ, M. (2008): 4.2.1 Reduktion von Pflanzenschutzmitteln und Düngung. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Erste Ergebnisse des Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), S. 43-45

FRITZ, M. (2008): Energiepflanzen zur Erzeugung von Biogas – eine Übersicht. In: MEDIA MIND GMBH & CO. KG. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in Bayern. Profile, Portraits, Perspektiven, Zukunftstechnologien in Bayern, Nr. 1/2008. München: Media Mind, S. 48-50

FRITZ, M.; FORMOWITZ, B.; SÖTZ, B.; PRESTELE, H. (2008): Miscanthus. Langzeiterhebungen, Austriebsverhalten von Rhizomabschnitten, Schnittzeitregime. Forschungsbericht. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, 122 Seiten

FRITZ, M.; HEIMLER, F.; KRINNER, M.; WIESENT, S.; KLINNERT, N. (2008): Entwicklung und Optimierung von standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen. Kap. 4.2.2. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 53-62, ISSN 1614-1008

FRITZ, M.; WIDMANN, B. (2008): 3.2.1 Ascha (Bayern): Ackerfutter-Wintergersten-Region der Vor- und Mittelgebirge. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (Hrsg.): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Erste Ergebnisse des Verbundprojektes „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), S. 11-13

HARTMANN, H. (2008): Holz als Brennstoff in Kleinfeuerungen. In: MEDIA MIND GMBH & CO KG (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in Bayern. Profile, Portraits, Perspektiven, Zukunftstechnologien in Bayern, Nr. 1/2008. München: Media Mind, S. 52-54

HARTMANN, H. (2008): Normierung von Halmgut. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (FNR); THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) (Hrsg.): 1. Internationale Fachtagung „Strohenergie“, Jena, 3. und 4. April 2008, Tagungsband. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), 11 Seiten (URL: <http://www.tll.de/ainfo/html/stro0408.htm>)

HARTMANN, H.; TUROWSKI, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F. (2008): Feinstaubemissionen aus kleinen Holzfeuerungen – Aktuelle Forschungsergebnisse. In: C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.): Im Kreislauf der Natur – Naturstoffe für die moderne Gesellschaft, Zukunft sichern mit Nachwachsenden Rohstoffen. 16. C.A.R.M.E.N.-Symposium, Festung Marienberg, Würzburg, 07.-08. Juli 2008. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., S. 39-54, ISBN 978-3-937441-18-4

HARTMANN, H.; ELLNER-SCHUBERTH, F.; TUROWSKI, P.; LENZ, V.; GERTH, J. (2008): Quantification and characterisation of particle emissions from residential wood stoves and boilers. In:

SCHMID, J.; GRIMM, H.-P.; HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - from Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 1451-1457, ISBN 978-88-89407-58-1

HARTMANN, H.; HÖLDRICH, A. (2008): Umrechnung von Raummaßen für Scheitholzsortimente. Kap. 5.2.2. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 80-84, ISSN 1614-1008

HARTMANN, H.; HÖLDRICH, A. (2008): Was kostet mich mein Brennholz – Zeitbedarf und Kosten der Brennholzproduktion. LW Landwirtschaftliches Wochenblatt Hessen – Rheinland Pfalz, Nr. 15 vom 11. April, S. 16-17, ISSN 1439-6424

HARTMANN, H.; REISINGER, K. (2008): Wie wirtschaftlich sind Holzfeuerungen? Kostenvergleich von Holz und Heizöl bei Kleinanlagen. FachJournal - Fachzeitschrift für Planungsbüros, Anlagenbau, Öffentliche Hand und Fachhandel, Jg. 2008, S. 110-113

HARTMANN, H.; ROßMANN, P.; TUROWSKI, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F. (2008): Stroh- und Getreideverbrennung in Kleinf Feuerungen. Kap. 5.2.1. IN: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 75-79, ISSN 1614-1008

HARTMANN, H.; ROßMANN, P.; TUROWSKI, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F. (2008): Stroh- und Getreideverbrennung in Kleinf Feuerungen. Landtechnik, Jg. 63, Nr. 1, S. 32-33

HARTMANN, H.; TUROWSKI, P.; ROßMANN, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F.; HOPF, N. (2008): Getreide- und Strohverbrennung in Kleinf Feuerungen – Brennstoffeinflüsse und Schadstoffminderungsmaßnahmen. In: OESTERREICHISCHER BIOMASSEVERBAND (Hrsg.): Proceedings of Central European Biomass Conference, Graz, 16-19. January 2008, 8 Seiten (verfügbar als CD-ROM)

HARTMANN, H.; TUROWSKI, P.; ROßMANN, P.; ELLNER-SCHUBERTH, F. (2008): State-of-the-art of small-scale biomass combustion with respect to fine particulate emissions – Country report from Germany. Workshop "Fine Particulate Emissions from Small Scale Biomass Combustion". In: OESTERREICHISCHER BIOMASSEVERBAND (Hrsg.): Proceedings of Central European Biomass Conference, Graz, 16-19 January 2008, 23 Seiten (available on CD-ROM)

HYTÖNEN, K.; JOKINIEMI, J.; OBERNBERGER, I.; BRUNNER, T.; SALONEN, R.O., AURELA, M.; BELLMANN, B.; BOMAN, C.; BÄRNTHALER, G.; ELLNER-SCHUBERTH, F.; FORSBERG, B.; FREY, A.; FRIESEN-BICHLER, J.; HAPPO, M.; HARTMANN, H.; HILLAMO, R.; HIRVONEN, M.-R.; JAVALA, P.; MARKKANEN, P.; PENNANEN, A.; PETTERSON, E.; ROßMANN, P.; SAARIKOSKI, S.; SAARNIO, K.; SANDSTRÖM, T.; SEHLSTEDT, M.; SILLANPÄÄ, M.; TEINLILÄ, K.; TIMONEN, H.; TISSARI, J.; TUROWSKI, P.; VALLIUS, M.; WIINIKKA, H. (2008): Biomass combustion in residential heating: particulate measurements, sampling, and physiochemical and toxicological characterisation. Report Series of Department of Environmental Science, Nr. 1. Kuopio: University of Kuopio, The Particle and Aerosol Technology Laboratory, 188 Seiten, ISSN 0786-4728

LENZ, V.; HARTMANN, H.; GERTH, J. (2008): Measures and strategies to reduce fine dust emissions from residential biomass stoves and boilers. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P., HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - from Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 1436-1438, ISBN 978-88-89407-58-1

REMMELE, E. (2008): Normung und Einflüsse auf die Qualität von Rapsölkraftstoff. Vortrag am 25. November in St. Pölten. In: AGRARPLUS AKADEMIE (Hrsg.): Pflanzenöltagung 2008, 25. November 2008, Landwirtschaftskammer St. Pölten, Tagungsband, S. 1-56

REMMELE, E. (2008): Normung und Qualitätssicherung von Rapsölkraftstoff. IN: UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN e.V. (UFOP), BUNDESVERBAND BIOENERGIE e.V. (BBE) (Hrsg.): Kraftstoffe der Zukunft 2008, 6. Internationaler Fachkongress des BBE und der UFOP, 1./2. Dezember 2008, Internationales Congress Centrum (ICC) Berlin, Tagungsbeiträge, Forum C: Pflanzenöl. Berlin : UFOP, S. 1-14

REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe. In: MEDIA MIND GMBH & CO. KG. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in Bayern. Profile, Portraits, Perspektiven, Zukunftstechnologien in Bayern, Nr. 1/2008. München: Media Mind, S. 56-59

REMMELE, E. (2008): Einfluss der Rapssaatbeschaffenheit auf die Qualität von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmöhlen. Forum. New power, Jg. 2, Nr. 1, S. 44-47

REMMELE, E.; GASSNER, T.; STOTZ, K. (2008): Quality assurance for rapeseed oil fuel DIN V 51605 from small scaled oil mills. In: RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, V.V.I., ASSOCIATION FOR BIODIESEL PRODUCTION (Hrsg.): Status and Perspectives of Sustainable Development of Biogenic Fuels. Proceedings of the 8th International Seminar held on April 9th as professional accompanying action of the 10th International Exhibition of agricultural engineering TECH AGRO 2008, Brno. Duben: VUZT, S. 66-76, ISBN 978-80-86884-30-1

RÖHRICHT, C.; ROLLER, A. (2008): Mehr als zweite Wahl – Maisalternativen. Joule – Agrarenergie, Technik, Politik, Wirtschaft. Jg. 3, Nr. 2, S. 62 u. S. 65

ROLLER, A. (2008): Alternative zum Mais? Hirse: Anbau als Biogassubstrat ; Erkenntnisse aus zwei Anbaujahren. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Jg. 198, Nr. 6, S. 35-37

ROLLER, A. (2008): Anbaueignung von Energiehirse in Bayern. Nachwachsende Rohstoffe – Mitteilungen der Facharbeitsgruppe, Nr. 50, S. 14

ROLLER, A. (2008): Anbaueignung von Sorghumhirse in Süddeutschland. Forum. New power, Jg. 2, Nr. 4, S. 29-31

ROLLER, A. (2008): Sie mag es warm – pflanzenbauliche Hinweise für den Hirseanbau. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Jg. 198, Nr. 7, S. 41-42

ROLLER, A. (2008): Sortenscreening in Bayern. Joule - Agrarenergie, Technik, Politik, Wirtschaft. Jg. 3, Nr. 2, S. 64-65



ROLLER, A.; STICKSEL, E.; FRITZ, M.; HEIMLER, F.; AIGNER, A.; KANDLER, M.; KRINNER, M.; LUMMER, H.; SÖTZ, B. (2008): Sorghumhirse als Energie- und Rohstoffpflanze - Sortenscreening und Anbauszenarien. Kap. 4.2.1. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 43-53, ISSN 1614-1008

ROLLER, A.; WIDMANN, B. (2008): Cultivation applicability of sorghum in southern Germany. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P.; HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - from Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 115-118, ISBN 978-88-89407-58-1

STICKSEL, E.; EDER, B.; AIGNER, A., SALZEDER, G.; WEBER, G.; AIGNER, A. (2008): Optimierung von Biogasfruchtfolgen unter bayerischen Anbaubedingungen. Versuchsergebnisse der LfL. In: BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LfL), in Zusammenarbeit mit dem FACHVERBAND BIOGAS e.V., BAYERN BIOGAS-FORUM (Hrsg.): Neue Perspektiven für Biogas ?! Landtechnische Jahrestagung am 26. November 2008 in Kloster Andechs. Tagungsband. Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), S. 51-58

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; GASSNER, T.; REMMELE, E. (2008): Abgasuntersuchungen bei Rapsölkraftstoff. Pflanzenöl – Fachmagazin für Produktion, Verarbeitung und Logistik. Jg. 1, Nr. 4, S. 10-11

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; GASSNER, T.; REMMELE, E. (2008): Erbgutverändernde Wirkung von Abgaspartikeln bei der Nutzung von Rapsölkraftstoff in Traktoren. Forum. New power, Jg. 2, Nr. 4, S. 22-24

THUNEKE, K., EMBERGER, P., GASSNER, T., REMMELE, E. (2008): Mutagenität der Partikelemissionen von rapsölkraftstoffbetriebenen Traktoren. Landtechnik, Jg. 63, Nr. 3, S. 144-145

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; GASSNER, T.; KIEBLINGER, T.; SOHIREV, I.; REMMELE, E.; WIDMANN, B. (2008): Mutagenität der Partikelemissionen von mit Rapsöl- und Dieselmotoren betriebenen Traktoren. (Kurzfassung von Bericht Nr. 14, Berichte aus dem TFZ). Kap. 6.2.1. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 95-98, ISSN 1614-1008

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; GASSNER, T.; REMMELE, E. (2008): Abgasemissionen beim Einsatz von Rapsölkraftstoff – Anforderungen und mutagene Wirkung. In: C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.): Im Kreislauf der Natur – Naturstoffe für die moderne Gesellschaft, Zukunft sichern mit Nachwachsenden Rohstoffen. 16. C.A.R.M.E.N.-Symposium, Festung Marienberg, Würzburg, 07.-08. Juli 2008. 1. Aufl. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., S. 133-144, ISBN 978-3-937441-18-4

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; GASSNER, T.; REMMELE, E. (2008): Mutagenic potential of particle emissions of a vegetable oil compatible tractor. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P., HELM, P.; GRASSI,

A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - From Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 1776-1778, ISBN 978-88-89407-58-1

THUNEKE, K.; EMBERGER, P.; REMMELE, E. (2008): Emission Characteristics of Tractors fuelled with rapeseed oil. In: research INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, V.V. I., ASSOCIATION FOR BIODIESEL PRODUCTION (Hrsg.): Status and Perspectives of Sustainable Development of Biogenic Fuels. Proceedings of the 8th International Seminar held on April 9th as professional accompanying action of the 10th International Exhibition of agricultural engineering TECHAGRO 2008, Brno. Duben: VUZT, S. 77-84, ISBN 978-80-86884-30-1

THUNEKE, K., GASSNER, T.; EMBERGER, P. (2008): Rapsöl ist eine Alternative. DLZ-Agrarmagazin, Sonderheft „Traktoren 2009“, S. 14-18

TUROWSKI, P. (2008): Emissionen und deren Minderung beim Einsatz von Halmgütern in Kleinfeuerungsanlagen. In: FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. v. (FNR); THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (TLL) (Hrsg.): 1. Internationalen Fachtagung „Strohenergie“, Jena, 3. und 4. April, Tagungsband, 28 Seiten

TUROWSKI, P.; HARTMANN, H. (2008): Feinstaubemissionen aus kleinen Holzfeuerungen – aktuelle Forschungsergebnisse. In: OSTBAYERISCHES TECHNOLOGIE-TRANSFER INSTITUT e.V. (OTTI), BEREICH ERNEUERBARE BIOENERGIE – Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas. 17. Symposium Bioenergie, 20./21. November 2008, Kloster Banz, Bad Staffelstein, Tagungsband. Regensburg: OTTI, Wissen für Profis, S. 48-54, ISBN 978-3-934681-87-3

UHL, AA.; HAAS, R., REMMELE, E. (2008): Dezentrale Ölmühlen in Bayern. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, 23 Seiten

UHL, A.; REMMELE, E.; HAAS, R. (2008): Dezentrale Ölgewinnung in Deutschland. Forum. New power, Jg. 2, Nr. 1, 41-43

UHL, A.; HAAS, R.; REMMELE, E. (2008): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung in Deutschland. Landtechnik, Jg. 63, Nr. 2, S. 84-85

UHL, A.; REMMELE, E. (2008): Dezentrale/regionale Energiekonzepte am Beispiel Rapsölkraftstoff. In: (Hrsg.): OSTBAYERISCHES TECHNOLOGIE-TRANSFER INSTITUT e.V. (OTTI), BEREICH ERNEUERBARE BIOENERGIE – Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas. 17. Symposium Bioenergie, 20./21. November 2008, Kloster Banz, Bad Staffelstein, Tagungsband. Regensburg: OTTI, Wissen für Profis, S. 111-116, ISBN 978-3-934681-87-3

UHL, A.; REMMELE, E. (2008): Small-scaled oilseed processing in Germany. In: SCHMID, J.; GRIMM, H.-P., HELM, P.; GRASSI, A. (Hrsg.): 16th European Biomass Conference & Exhibition - from Research to Industry and Markets. Proceedings of the International Conference held in Valencia, Spain, 2-6 June 2008. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, S. 2038-2041, ISBN 978-88-89407-58-1

UHL, A.; REMMELE, E., HAAS, R. (2008): Dezentrale Ölgewinnung in Deutschland. Kap. 6.2.2. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROH-

STOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Berichte aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 99-106, ISSN 1614-1008

WIDMANN, B. (2008): Energie aus Biomasse. Stand der Umsetzung und Beitrag zu Energieversorgung und Klimaschutz. In: MEDIA MIND GMBH & CO. KG. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe in Bayern. Profile, Portraits, Perspektiven, Zukunftstechnologien in Bayern, Nr. 1/2008. München: Media Mind, S. 18-23

WIDMANN, B. (2008): Energie aus Biomasse – Stand der Umsetzung und Bedeutung für Energieversorgung und Klimaschutz. Kap. 3. In: TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.): Jahresbericht 2007 des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Bericht aus dem TFZ, Straubing: Eigenverlag, S. 25-35, ISSN 1614-1008

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe differenziert betrachten. Potenziale und Grenzen alternativer Kraftstoffe. BWK - das Energiemagazin, Jg. 60, Nr. 9, S. 8-9

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe differenziert betrachten. Potenziale und Grenzen alternativer Kraftstoffe. UmweltMagazin, Jg. 38, Nr. 9, S.14-15

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe. Fragen und Antworten. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, 16 Seiten

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe. Fragen und Antworten. IN: AGRA-EUROPE, PRESSE- UND INFORMATIONSDIENST (Hrsg.): Agra-Europe (AgE), Unabhängiger Europäischer Presse- und Informationsdienst für Agrarpolitik und Agrarwirtschaft, Jg. 49, Nr. 24, Dokumentation, Bonn: Agra Europe, S. 1-4

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Biokraftstoffe. Fragen und Antworten. Schule und Beratung, Nr. 7, S. III-19 - III-27

WIDMANN, B.; REMMELE, E. (2008): Es reicht für Teller und Tank. Straubinger TFZ stellt Positionspapier zu Biokraftstoffen vor. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Jg. 198, Nr. 26, S. 24-25

WIDMANN, B.; REMMELE, E., EMBERGER, P. (2008): Einführung in die Systemtechnik von Flüssigkraftstoffen. In: OSTBAYERISCHES TECHNOLOGIE-TRANSFER INSTITUT e. V. (OTTI) (Hrsg.): Grundlagenseminar Bioenergie - Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogas - 19. November 2008, Kloster Banz, Bad Staffelstein. Regensburg: OTTI, Wissen für Profis, S. 95-114

WITZELSPERGER, J.; REMMELE, E. (2008): Nachbehandlung von Rapsölkraftstoff dezentraler Ölmühlen zur Minderung von Elementgehalten. Landtechnik, Jg. 63, Nr. 4, S. 205-207

## 9.2 Vorträge

| Name                   | Anzahl 2008 |
|------------------------|-------------|
| Deiglmayr Kathrin, Dr. | 3           |
| Emberger Peter         | 27          |
| Fritz Maendy, Dr.      | 5           |
| Gassner Thomas         | 2           |
| Hartmann Hans, Dr.     | 15          |
| Ellner-Schuberth Frank | 6           |
| Reisinger Klaus        | 46* / **    |
| Remmele Edgar, Dr.     | 20          |
| Roller Albrecht, Dr.   | 10          |
| Roßmann Paul           | 5           |
| Sporrer Herbert        | 2           |
| Thuneke Klaus, Dr.     | 10          |
| Uhl Anne               | 2           |
| Turowski Peter         | 5           |
| Widmann Bernhard, Dr.  | 34          |

\* inkl. wiederkehrende Veranstaltung am TFZ "Wärmegewinnung aus Biomasse"

\*\* inkl. wiederkehrende Veranstaltung am TFZ „Herstellung und Nutzung von Rapsölkraftstoff“

## 9.3 Die Schriftenreihe - Berichte aus dem TFZ

In der Schriftenreihe „Berichte aus dem TFZ“ werden die in der Forschung erarbeiteten Erkenntnisse der breiten Öffentlichkeit verfügbar gemacht. Forschungsberichte, Informationssammlungen sowie die Jahresberichte werden in dieser Schriftenreihe veröffentlicht.

Die „Berichte aus dem TFZ“ werden nur in begrenzter Auflage gedruckt. Staatliche Institutionen erhalten die Berichte kostenlos. Für die Öffentlichkeit stehen nahezu alle Berichte im Internet unter [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de) kostenlos zum Download zur Verfügung.

Tabelle 19: *Berichte aus dem TFZ – bis einschließlich 2008 erschienen*

|    |  |
|----|--|
| 1  | Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich<br>Projektphase 1: Erhebung der Ölqualität und Umfrage in der Praxis              |
| 2  | Erprobung der Brennwerttechnik bei häuslichen Holzhackschnitzelheizungen mit Sekundärwärmetausche  |
| 3  | Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland  |
| 4  | Untersuchungen zum Feinstaubausstoß von Holzcentralheizungsanlagen kleiner Leistung  |
| 5  | Qualität von kaltgepresstem Rapsöl als Speiseöl und Festlegung eines Qualitätsstandards  |
| 6  | Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Cetanzahl von Rapsölkraftstoff  |
| 7  | Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Rapsöl als Kraftstoff und dem Motorenöl in pflanzenölauglichen Motoren  |
| 8  | Wärmegegewinnung aus Biomasse – Begleitmaterialien zur Informationsveranstaltung   |
| 9  | Maize as Energy Crop for Combustion – Agricultural Optimisation of Fuel Supply   |
| 10 | Staubemissionen aus Holzfeuerungen – Einflussfaktoren und Bestimmungsmethoden  |
| 11 | Rationelle Scheitholzbereitstellungsverfahren  |
| 12 | Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich<br>Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen |
| 13 | Getreidekörner als Brennstoff für Kleinf Feuerungen – Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte –   |
| 14 | Mutagenität der Partikelemissionen eines mit Rapsöl- und Dieselmkraftstoff betriebenen Traktors  |
| 15 | Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen  |



Abbildung 48: Die Schriftenreihe „Berichte aus dem TFZ“ kann man sich auch im Internet downloaden

### 9.4 Abgeschlossene Dissertationen, Diplom- und Semesterarbeiten etc.

Tabelle 20: Diplomarbeiten

| Autor        | Titel  | Art          | Betreuer am TFZ |
|--------------|--|--------------|-----------------|
| Nothhaft, C. | Wirtschaftliche und technische Bestandsaufnahme und Marktentwicklung im Bereich der häuslichen Holzheizungen | Diplomarbeit | Dr. Hartmann    |

### 9.5 Fernseh- und Rundfunkbeiträge

Tabelle 21: Fernsehbeiträge

| Name    | Name/Inhalt der Sendung                  | Sender/Programm                | Datum      | Uhrzeit; Länge          |
|---------|--|--------------------------------|------------|-------------------------|
| Remmele | Palmöl geht auch ökologisch „Unser Land“ | Bayerischer Rundfunk Fernsehen | 28.03.2008 | 19:00 Uhr, 4:38 Minuten |

Tabelle 22: Rundfunkbeiträge

| <b>Name</b>    | <b>Name/Inhalt der Sendung</b>   | <b>Sender/Programm</b>   | <b>Datum</b> | <b>Uhrzeit; Länge</b>   |
|----------------|--|--------------------------|--------------|-------------------------|
| <b>Remmele</b> | Tropische Nüsse für den Tank. Forscher suchen neue Quellen für Bio-Kraftstoffe „IQ – Wissenschaft und Forschung“ | Bayerischen Rundfunk BR2 | 21.11.2008   | 18:00 Uhr, 4:38 Minuten |





## 10 Mitarbeit in Gremien

| Name                                 | Gremium, Organisation   |
|--------------------------------------|---|
| Dr. Hartmann                         | VDI Fachausschuss "Regenerative Energien" (FaRe), Gesellschaft für Energietechnik (GET) im Verein Deutscher Ingenieure (VDI)  |
| Dr. Hartmann                         | KTBL Arbeitsgemeinschaft Energie" (ArgeEn)  |
| Dr. Hartmann                         | Internationaler Normungsausschuss CEN TC335, "Solid Biofuels" und CEN TC335 WG4: Physical/Mechanical Tests  |
| Dr. Hartmann                         | DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), Arbeitsausschuss NMP 582   |
| Dr. Hartmann                         | Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Normenausschuss KRdL, Arbeitsgruppe KRdL-4/3/13 "Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messeinrichtungen zur Überwachung von Anlagen im Sinne der 1. BImSchV" |
| Dr. Hartmann                         | Scientific Board des Austrian Bioenergy Centre (ABC) in Graz  |
| Dr. Hartmann                         | International Energy Agency (IEA), Bioenergy Agreement, Task 32 "Combustion", National Team Leader  |
| Dr. Hartmann                         | Wissenschaftlicher Beirat des Deutschen Biomasse-Forschungszentrums (DBFZ), Leipzig   |
| Dr. Fritz                            | Internationale Vereinigung für Miscanthus und mehrjährige Energiegräser (MEG) e. V.   |
| Dr. Fritz, Dr. Roller, Dr. Deiglmayr | Arbeitsgruppe Substratproduktion, „Biogas Forum Bayern“   |
| Dr. Remmele                          | DIN UA 632.2 „Prüfung von Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenölaugliche Motoren“ des FAM im Deutschen Institut für Normung e.V. (Obmann)   |
| Dr. Remmele                          | UFOP Fachkommission „Biokraftstoffe und Nachwachsende Rohstoffe“  |
| Dr. Remmele                          | Wissenschaftlicher Beirat des Bundesverbands Dezentraler Ölmühlen e.V.  |
| Dr. Remmele                          | Mitglied im Prüfungsausschuss zur Fortbildung zum Fachagrarwirt und zur Fachagrarwirtin Erneuerbare Energien - Biomasse   |
| Dr. Thuneke                          | Mitglied in KTBL-Arbeitsgruppe „Pflanzenöl als Kraftstoff in landwirtschaftlichen Maschinen“  |
| Dr. Widmann                          | Vorsitzender der Fachgruppe Flüssigkraftstoffe im Tagungsbeirat des OTTI-Symposiums Bioenergie  |
| Dr. Widmann                          | Mitglied im Fachbeirat der Münchener Messegesellschaft für die Internationale Fachmesse oils+fats   |
| Dr. Widmann                          | Mitglied im Landwirtschaftsbeirat der Versicherungskammer Bayern  |
| Dr. Widmann                          | Mitglied im projektbegleitenden Ausschuss des FNR-Verbundvorhabens „Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen“  |



## 11 Kooperationen und Kooperationspartner

### 11.1 Kooperationspartner

| <b>Kooperationspartner</b>  |
|---|
| Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Villach/Österreich   |
| Agroflamm Feuerungstechnik GmbH, Overath  |
| ALB – Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V., Freising                          |
| APP Applied Plasma Physics AS, Sandnes, Norwegen  |
| Arthur Loibl GmbH, Straubing  |
| ASG Analytik-Service Gesellschaft mbH, Neusäß   |
| Austrian Bioenergy Centre GmbH, Wieselburg, Österreich  |
| Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik (ILT), Freising         |
| Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ), Freising                |
| Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising   |
| Bayerischer Bauernverband, München  |
| Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und –technik GmbH, Augsburg   |
| Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg  |
| Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., Garching  |
| BayWa AG, München   |
| BLT – Biomass Logistics Technology Francisco Josephinum, Wieselburg, Österreich   |
| Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig |
| Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin   |
| Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), Berlin                                     |
| Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV), St. Augustin   |
| Bundesverband Dezentraler Ölmühlen e.V., St. Wendel   |
| C.A.R.M.E.N. e.V., Straubing  |
| Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), Gembloux, Belgien   |
| Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, University of Copenhagen, Dänemark                                      |
| Danish Technological Institute (DTI), Århus, Dänemark   |
| DEKRA Umwelt GmbH, Stuttgart  |
| Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin   |
| Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart   |
| Eagle Picher Mineralis, Soltau  |
| EBA-Zentrum Triesdorf   |
| Eduard Walter KG (Walter Mühle), Böhl-Iggelheim   |
| Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow   |

|  |
|--|
| Fachhochschule Amberg-Weiden   |
| Fachhochschule Weihenstephan   |
| Finnish Meteorological Institute, Air Quality Research, Helsinki, Finland                                |
| florafuel AG, München  |
| Flughafen München GmbH, München  |
| Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART   |
| Fraunhofer-Institut Elektronenstrahl und Plasmatechnik (FEP), Dresden                                    |
| Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin (ITEM), Hannover                          |
| Fröling Heizkessel- und Behälterbau GmbH, Grieskirchen, Österreich                                       |
| Gilles - Energie und Umwelttechnik GmbH, Gmunden/Österreich  |
| Guntamatik Heiztechnik GmbH, Peuerbach, Österreich   |
| Hargassner GmbH, Wenig, Österreich   |
| HDG Bavaria GmbH, Massing  |
| Heizomat Gerätebau GmbH, Gunzenhausen  |
| Helmholtz Zentrum München, Dt. Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg                   |
| Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden   |
| Hochschule Konstanz - Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung, Konstanz                        |
| Ingenieurbüro Bernhard Jöckel, Darmstadt   |
| Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH (DBFZ), Leipzig   |
| Institut Technik-Theologie-Naturwissenschaften (TTN) der Ludwig-Maximilians-Universität München, München |
| John Deere Werke, Mannheim   |
| J. Rettenmaier & Söhne GmbH & Co., Rosenberg   |
| Kommunale Berufsfachschule für biologisch-technische Assistenten, Straubing                              |
| Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt                         |
| Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF), Groß-Umstadt   |
| Kutzner und Weber GmbH, Maisach  |
| KWB – Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH, St. Margarethen/Raab, Österreich                                |
| Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG), Bernburg                                 |
| Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow            |
| Landesinnungsverband für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk, München                                     |
| Landmaschinen­schule Triesdorf   |
| Landwirtschaftliche Lehranstalten Bezirk Oberfranken, Bayreuth   |
| Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Rheinstetten                                 |
| Latvian Forestry Research Institute SILAVA, Salaspils, Lettland  |
| Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Ökologischen Landbau und Tierhaltung, Kringell                      |
| National Public Health Institute, Department of Environmental Health, Kuopio, Finland                    |
| nova-Institut GmbH, Hürth  |
| PQ Europe, Winschoten, (Niederlande)   |

|   |
|---|
| Riga Technical University, Lettland   |
| Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (SLL), Leipzig  |
| Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen  |
| • Solarvent, Bad Gandersheim  |
| Spanner Re <sup>2</sup> GmbH, Neufahrn in Niederbayern  |
| SP – Swedish National Testing and Research Institute, Borås, Schweden   |
| Süd-Chemie AG, Moosburg   |
| Technische Universität Graz, Institut für Prozesstechnik, Graz, Österreich  |
| Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Umweltschutztechnik  |
| Technische Universität München, Institut für Holzkunde und Holztechnik  |
| Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik  |
| Technische Universität München, Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie  |
| Technische Universität Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Österreich |
| Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Dornburg  |
| Umeå University, Energy Technology and Thermal Process Chemistry, Umeå, Schweden  |
| Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V., Berlin  |
| University of Kuopio, Department of Environmental Sciences, Kuopio, Finnland  |
| Universität Karlsruhe, Institut für Kolbenmaschinen   |
| Universität Kassel, Fachgebiet Grünlandwissenschaften und Nachwachsende Rohstoffe, Witzenhausen                         |
| Universität Rostock, Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren  |
| Universität Göttingen, Geowissenschaftliches Zentrum  |
| Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Stuttgart                             |
| VTT Processes, Jyväskylä, Finnland  |
| VWP Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie, Allersberg  |
| Waldland, Oberwaltenreith (Österreich)  |
| W.R. Grace Davison, Worms   |
| Windhager Zentralheizung GmbH, Meitingen  |
| Wissenschaftszentrum Straubing  |
| Wöhler MGKG GmbH, Bad Wünnenberg  |
| Zentralverband Deutscher Schornsteinfeger e.V. (ZDS), Berlin  |
| Zentrum für Solarenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW), Stuttgart   |

## 11.2 Liste der Ausstellungspartner des TFZ

Ausstellung "Nachwachsende Rohstoffe - von der Pflanze bis zur Nutzung" (Erdgeschoss SAZ)

Amafilter b. v. NL - Alkmaar (Niederlande)

BayWa AG, München

BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH

Bürkle GmbH, Lörrach  
DIAS Fuhrpark- und Tanksysteme GmbH, München  
Elsbett AG, Thalmässing  
Fries Anton, Maschinenbau GmbH, Meitingen  
Hausmann Lackiererei Karosserie, Wülfershausen  
HDG Bavaria GmbH, Massing  
IBG Monforts Oekotec GmbH & Co., Mönchengladbach  
Karl Strähle GmbH, Dettingen/Teck  
Lümatic Hermann Lümmen GmbH, Troisdorf  
Pall Seitz Schenk, Waldstetten  
Umdasch AG, Amstetten (Österreich)

Ausstellung "Biomasseheizung" (Untergeschoss SAZ)

A.B.S. Silo und Förderanlagen GmbH, Osterburken  
Agroflamm Feuerungstechnik GmbH, Overath  
AM Energie Vertrieb, Fa. Winter, Deggendorf  
Ammboss Holzspalter, Ergoldsbach  
ARCA Heizkessel GmbH, Lauf  
Atmos Vertrieb, Mettenheim  
BayWa AG Niederaichbach  
Biotech GmbH, Freilassing  
Brandes GmbH, Eutin  
Brunner GmbH, Eggenfelden  
Brugg Nahwärme-Rohrsysteme, Augsburg  
BBT Buderus Heiztechnik GmbH, Barbing  
Calimax Entwicklungs- und Vertriebs GmbH, Rankweil  
CompacTec mbH & Co.KG, Straubing  
Cronspisen Skanwood GmbH, Lohr am Main  
Eder, Nürnberg  
Eka Stahlkamine, Untersteinach  
Entech Energietechnikproduktion GmbH, St. Veit a. d. Glan-Hohenbrunn (Österreich)  
ETA Heiztechnik GmbH, Hofkirchen/Trattnach (Österreich)  
EVOTHERM Heiztechnik, Vertrieb Fraidl, Rennertshofen, Ammerfeld  
Fire Stixx Holz-Energie GmbH, Vilsbiburg  
FÖBI-Zentralheizungsherde GmbH, Bichl  
Fröling Heizkessel und Behälterbau GmbH, Grieskirchen (Österreich)  
Georg Fischer GmbH & Co., Günzburg  
Gerco Apparatebau GmbH & Co. KG, Sassenberg  
Gilles Produktion und Handel GmbH, Gmunden (Österreich)  
Grimm GmbH & Co. KG, Amberg  
Guntamatic-Heiztechnik GmbH, Pfeuerbach (Österreich)  
Gürtner GmbH, Hohenwarth

Hargassner Gesellschaft mbH, Wenig (Österreich)  
HDG Bavaria GmbH, Massing  
Heima Heizungs- und Maschinenbau, Surberg-Surtal  
Heizomat GmbH, Gunzenhausen  
Herz GmbH, Sebersdorf (Österreich)  
Hoval GmbH, Aschheim-Dornach  
Isopus Fernwärmetechnik mbH, Rosenheim  
KAWA GmbH Kachelofenbau Wanninger, Haselbach  
Köb und Schäfer OHG, A - Wolfurt/VBG.  
KWB Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH, Margarethen  
Liebig LNC, Oey-Diemtigen (Schweiz)  
Lindner & Sommerauer GmbH, St. Pantaleon (Österreich)  
Lögstör Rör Deutschland, Harrislee  
Lohberger Heiz- und Kochgeräte GmbH, Mattighofen (Österreich)  
Lopper Kesselbau GmbH, Rohr/Alzhausen  
MG Manglberger Vertrieb, Hermann Nothaft, Fachgroßhandel Hunding/Lalling  
ÖkoFen Heiztechnik GmbH, Reicherthofen  
Palax Vertrieb Hans Seibold, Baiernrain  
Paul Künzel GmbH & Co., Prisdorf  
Perhofer Gesellschaft mbH, Waisenegg (Österreich)  
P & H Energy, Skive (Dänemark)  
Ponast GmbH Vertrieb Mettenheim  
Reka Maskinfabriken Vertrieb, Bernhard Lechner, Mitterscheyern  
Rennergy Systems AG, Buchenberg  
Rösler - Kamine GmbH, Dreieich-Offenthal  
Schaller GmbH, Gleisdorf (Österreich)  
sht - Heiztechnik aus Salzburg GmbH, Salzburg (Österreich)  
Solarfocus GmbH, St. Ulrich/Steyr (Österreich)  
Skanwood GmbH, Lohr am Main  
Sonnig Vertrieb, Hermann Nothaft, Fachgroßhandel Hunding/Lalling  
Thermorossi Vertrieb, Pellet Zentrum Egglham  
Thermostrom Handelsvertretung, München  
Vaillant GmbH, Remscheid  
Vigas Handelsvertretung MJ Lighting, Drachselsried Wamsler GmbH, Garching  
Wallnöfer GmbH (Italien)  
Wamsler GmbH, Garching  
Windhager Zentralheizung, Meitingen  
Wodtke GmbH, Tübingen  
Woodmax - Weiss, Bühler/Suisse (Schweiz)  
Zimmer Johann KG, Beilngries





## 12 Information about the Centre of Competence for Renewable Resources

Schulgasse 18, 94315 Straubing, Germany

|   |  |
|---|--|
|  <p>Wissenschaftszentrum<br/>STRAUBING</p> <p>Technologie- und<br/>Förderzentrum</p> <p>C.A.R.M.E.N.</p> <p>Kompetenzzentrum für<br/>Nachwachsende Rohstoffe</p> | <p><b>Centre of Competence for Renewable Resources</b><br/>         Tel.: +49 (0) 9421 300-001<br/>         Fax: +49 (0) 9421 300-444<br/>         Internet: <a href="http://www.konaro.bayern.de">www.konaro.bayern.de</a></p>  |
|  <p>Wissenschaftszentrum<br/>STRAUBING</p>   | <p><b>Straubing Centre of Science</b><br/>         Tel.: +49 (0) 9421 187-101<br/>         Fax: +49 (0) 9421 187-111<br/>         E-Mail: <a href="mailto:info@wz-straubing.de">info@wz-straubing.de</a><br/>         Internet: <a href="http://www.wz-straubing.de">www.wz-straubing.de</a></p>             |
|  <p>Technologie- und<br/>Förderzentrum</p>   | <p><b>Technology and Support Centre (TFZ)</b><br/>         Tel.: +49 (0) 9421 300-210<br/>         Fax: +49 (0) 9421 300-211<br/>         E-Mail: <a href="mailto:poststelle@tfz.bayern.de">poststelle@tfz.bayern.de</a><br/>         Internet: <a href="http://www.tfz.bayern.de">www.tfz.bayern.de</a></p> |
|  <p>C.A.R.M.E.N.</p>   | <p><b>C.A.R.M.E.N. e. V.</b><br/>         Tel.: +49 (0) 9421 960-300<br/>         Fax: +49 (0) 9421 960-333<br/>         E-Mail: <a href="mailto:contact@carmen-ev.de">contact@carmen-ev.de</a><br/>         Internet: <a href="http://www.carmen-ev.de">www.carmen-ev.de</a></p>                            |

The scarcity of both, fossil fuels and raw materials, along with the adverse effects on the climate and environment, call for the use of renewable energy and natural resources. One of the more favourable options is the use of renewable materials from agriculture or forestry. They can provide resources for either solid, liquid or gaseous fuels. Basic material can also be utilized for non-energetic uses. At the Centre of Excellence for Renewable Resources in Straubing the Bavarian State Government has focused all of its activities towards the field of renewable resources. The objective is to support applications of renewable resources by basic or applied research. This includes the development and testing of equipment as well as the exchange of technology and knowledge. Aid is also given for the emergence of new markets, evaluation of projects and for the execution of support programs.

At the Centre of Excellence these goals are achieved by the co-operation of three independently organized facilities; the Centre of Science, the Technology and Support Centre and C.A.R.M.E.N. e.V. Each of these institutions has a specific purpose and the objectives are attained by the combined effort and collaboration of all three affiliations.

The **Straubing Centre of Science** was founded in July 2005 by the Munich University of Technology, the Weihenstephan University of Applied Sciences, the University of Regensburg, and the Deggendorf University of Applied Sciences. It is financially supported by the Bavarian State Ministry of Sciences, Research and the Arts. The main funding comes initially from the Munich University of Technology and the Weihenstephan University of Applied Sciences, who will both provide three professorships for the Straubing Centre of Science. A new building of 2800 square metres will be opened in 2008, and eight professorships will focus on research and academic teaching in Straubing. The cost of the new building will amount to approximately 16 million Euros.

The main research topics within the field of renewable resources will be:

- Technology of biogenous resources
- Material technology
- Geothermal energy
- Chemistry and molecular biology
- Analytical chemistry
- Pharmaceutical biology
- Marketing and management
- Economic management

**The Technology and Support Centre (TFZ)**, which has been established in Straubing in 2002, belongs to the Bavarian Ministry of Agriculture and Forestry (Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten) with 40 to 50 staff members. At the parent organisations since 1973 was done basic research in the field of energetic use of biomass.

The main goals of the TFZ are the support of the agricultural production, the processing and utilization of renewable resources by applied research, the development and testing of products and methods, and the transfer of technology by demonstration and education. In addition the TFZ is responsible for financial support of projects in Bavaria.

Specific tasks are listed as the following:

- development of agricultural production technology including plant breeding for new raw material crops, which shall be used for both, energetic and non-energetic applications,
- conduction and evaluation of agriculture field trials and execution of model projects,
- continued development and testing of technology and methods for the provision of renewable solid and liquid biomass fuels and raw materials with particular focus on applications in rural areas,
- provide consulting services to the agricultural sector and to companies, politicians as well as administrators,
- demonstration of practical applications, including permanent and non-permanent exhibitions and regular training sessions,
- the granting of governmental subsidies for biomass-based raw material applications.

**C.A.R.M.E.N. e. V.** (Central Agrarian Raw Material Marketing and Evolution Network) is a private non-profit organization which was founded in 1992. Before the relocation to the Centre of Excellence in 2001, C.A.R.M.E.N. e.V. with its 20 staff members was located in Rimpfing near Würzburg.

The aims of C.A.R.M.E.N. e.V. are:

- compilation, processing and analysis of information about the utilization and applications of,
- renewable resources,
- transfer of information by consulting, training and education activities,
- increase public relations for the renewable resources by brochures, events and exhibitions,
- preparation of site-specific analyses for decision makers,
- the installation and coordination of demonstration projects,
- the assessment and evaluation of projects in the field of research and development for renewable resources.

**Permanent Joint Activities.** TFZ and C.A.R.M.E.N. e.V. jointly operate a permanent Training and Exhibition Centre including a comprehensive exhibition of general renewable resource applications. This exhibition opened during the summer of 2003. Furthermore, TFZ organises a combined seminar and exhibition tour on domestic applications regarding information on solid biofuels. It is conducted weekly during the winter and once a month during the summer. The exhibition displays around 100 domestic biomass combustion units. It is free of charge to visit the exhibition as well as to attend the seminar.

The tasks of the Straubing Centre of Excellence are accompanied and assisted by a Coordinating Council where representatives from the sciences, industry, practise and from local politics are involved. The Coordination Council is participating in the annual work scheduling of the three institutions and it advises the heads of these institutions in all important matters concerning renewable resources. Furthermore it identifies useful R&D focuses and helps to allocate the limited public resources in an efficient and topic-related manner.

In 2005, the association “Straubing, a university city, e.V.” was founded. The charter of this association is to:

- support science and research in the Straubing Center of Excellence
- win friends and promoters for the Straubing Center of Excellence
- help to establish Straubing as the leading competence for renewable resources in Germany
- promote the development of Straubing to become a university city

In the course of the new buildings being constructed a biomass combusting plant was built in the area of the Centre of Excellence. This large wood chip furnace (about 1200 kW heat power output) provides the heating energy for all the onsite institutions. By doing so the Centre of Excellence sets a good example and demonstrates the feasibility of larger biomass installation in urban areas. Further use of the produced energy shall be utilised when the heating circulation of the Centre is linked to the district heating network of the City of Straubing.

**Berichte im Rahmen dieser Schriftenreihe**

Berichte aus dem TFZ:

|    |  |
|----|--|
| 1  | Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich<br>Projektphase 1: Erhebung der Ölqualität und Umfrage in der Praxis              |
| 2  | Erprobung der Brennwerttechnik bei häuslichen Holzhackschnitzelheizungen mit Sekundärwärmetauscher   |
| 3  | Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland  |
| 4  | Untersuchungen zum Feinstaubausstoß von Holzcentralheizungsanlagen kleiner Leistung  |
| 5  | Qualität von kaltgepresstem Rapsöl als Speiseöl und Festlegung eines Qualitätsstandards  |
| 6  | Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Cetanzahl von Rapsölkraftstoff  |
| 7  | Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Rapsöl als Kraftstoff und dem Motorenöl in pflanzenöлтаuglichen Motoren   |
| 8  | Wärmegewinnung aus Biomasse – Begleitmaterialien zur Informationsveranstaltung   |
| 9  | Maize as Energy Crop for Combustion - Agricultural Optimisation of Fuel Supply   |
| 10 | Staubemissionen aus Holzfeuerungen – Einflussfaktoren und Bestimmungsmethoden  |
| 11 | Rationelle Scheitholzbereitstellungsverfahren  |
| 12 | Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich<br>Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen |
| 13 | Getreidekörner als Brennstoff für Kleinfeuerungen - Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte -   |
| 14 | Mutagenität der Partikelemissionen eines mit Rapsöl- und Dieselmotorkraftstoff betriebenen Traktors  |
| 15 | Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen  |



