

Landwirtschaft, Gartenbau  
und Ernährung



## **25 Jahre Versuchs- und Prüfstation Güterfelde**

### **Fachtagung**

Bioethanolgetreide

Anbau und Verwertung in Brandenburg

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>25 Jahre Versuchs- und Prüfwesen in Güterfelde</b>	<b>2</b>
Dr. Wilfried von Gagern, Dr. Lothar Adam, LVL Brandenburg	
<b>Bioethanol – Chance für die Landwirtschaft</b>	<b>8</b>
Udo Folgart, Präsident LBV Brandenburg	
<b>Biokraftstoffe in Deutschland: Sachstand und Perspektiven</b>	<b>9</b>
Birger Kerckow, FNR Gülzow	
<b>Erste Ergebnisse zum Anbau von Bioethanolgetreide in Brandenburg</b>	<b>14</b>
Dr. Lothar Adam, Edda Fahlenberg, Dr. Gert Barthelmes, LVL Brandenburg	
<b>Bioethanol – Aussichten der Züchtung zur Steigerung des Rohstoffpotenzials von Roggen und Weizen</b>	<b>21</b>
Thomas Blumtritt, Lochow-Petkus GmbH	
<b>Grundlagen der Bioethanolproduktion (Verfahrenstechnik, Ökonomie etc.) unter Verwendung des Rohstoffs Triticale</b>	<b>22</b>
Dr. Thomas Senn, Universität Hohenheim	
<b>Bioethanolerzeugung – Chancen und Perspektiven</b>	<b>28</b>
Sven Rüsse, Dr. Michael Kuhn, NBE Schwedt	
<b>Vorstellung von Feldversuchen zum Anbau von Bioethanolgetreide</b>	<b>31</b>
Dr. Lothar Adam, Dr. Gert Barthelmes, Edda Fahlenberg LVL Brandenburg	

## 25 Jahre Versuchs- und Prüfwesen in Güterfelde

Wilfried von Gagern und Lothar Adam

Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg

Das exakte Versuchswesen diene und dient auch künftig dem Ziel die schier unendlichen Möglichkeiten der Leistungssteigerung in der Landwirtschaft standortbezogen zu erproben und zugleich mögliche Folgen für Produkt und Umwelt rechtzeitig zu erkennen. Dabei ist das Feldversuchswesen dadurch charakterisiert, dass es am „natürlichen Standort“ durchgeführt wird und für eine Region repräsentative, allgemeingültige Schlüsse erlaubt.

Die Güterfelder Prüfflächen von 67 ha mit Ackerzahlen von 23-38 gelten als repräsentativ aussagefähig für ca. 55% des Brandenburger Ackerlandes. Der Standort ist Sitz des Referates Acker- und Pflanzenbau, zu dem noch die Prüfstationen in Dürrenhofe und Zehdenick gehören (Übersicht 1).

### Übersicht 1: Charakteristik der Versuchsstandorte im Referat Acker - und Pflanzenbau

Standort	Landkreis	Bodenart	mittlere Ackerzahl	Lufttemperatur <sup>1)</sup> °C	Niederschlag <sup>1)</sup> mm
Güterfelde / Groß Kreutz	Potsdam- Mittelmark	lehmiger Sand	35 / 38	8,9 / 8,9	570 / 545
Dürrenhofe / Krugau	Dahme- Spreewald	anlehmgiger Sand	30 / 25	8,5	549
Zehdenick / Badingen	Oberhavel	lehmgiger Sand	30 / 40	9,1	517

1) langj. Werte 1970 - 2000

Welche fachlichen Aufgabenschwerpunkte sich für das Referat Acker- und Pflanzenbau im Landesamt ergeben, enthält die Auflistung in Übersicht 2:

### Übersicht 2: Arbeitsrichtungen im Referat Acker - und Pflanzenbau

- Bearbeitung landesspezifischer Aufgaben zum Bodenschutz, zur Düngeverordnung und Düngemittelkontrolle
- Landessorten-/ Wertprüfungen für landwirtschaftliche Kulturen
- Bearbeitung optimierter Anbauverfahren zum standort – und umweltgerechten Acker -und Pflanzenbau und Fachrecht
- Acker- und pflanzenbauliche Untersuchungen zum Ökologischen Landbau
- Beratung und Vorbereitung von Entscheidungsgrundlagen für das MLUR Brandenburg
- Unterstützung der Beratungsdienste im Land Brandenburg
- Durchführung von Fachtagungen, Feldtagen, Fortbildung u.a.

Die Aufgaben reichen von Sortenprüfung über die Gestaltung von Anbautechniken, Düngung, Bodenschutz bis hin zu Fruchtfolgeuntersuchungen und Dauerversuchen.

Die aktuelle Mitarbeiterstruktur im Referat Acker- und Pflanzenbau wird an Hand des Strukturverzeichnisses für den im aktiven Dienst beschäftigten Personalbestand, ergänzt durch SaisonarbeiterInnen und Drittmittelbeschäftigte, in der Übersicht 3 ausgewiesen.

Die Einwerbung von Drittmitteln und die Kooperation und Verbundzusammenarbeit mit Dritten, hat in dieser Beziehung für das Referat nicht nur eine bewährte Tradition, sondern ist aktuell nötiger denn je, um entstehende Defizite abzuschwächen oder gänzlich durch die Bearbeitung von Projekten zu kompensieren und damit im Interesse des Landes zu ermöglichen (Übersicht 4).

Übersicht 3: **Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung  
Abteilung Landwirtschaft und Gartenbau - Leiter: Dr. W. v. Gagern  
Referat Acker- und Pflanzenbau: Leiter: Dr. L. Adam**

Personalbestand 2005 (LVLF, Saison und Drittmittel)

<b>Fachgebiet Integrierter / Ökologischer Pflanzenbau</b>	
<b>Fachgebietsleiter:</b>	<b>Dr. L. Adam</b> Frau B. Dittmann, Frau E. Fahlenberg, Frau A. Domke, Frau B. Mosebach
<b>Fachgebiet Bodenschutz / Düngung</b>	
<b>Fachgebietsleiter:</b>	<b>Dr. M. Roschke</b> J. Zimmer, Frau H. Blum, L. Böhm
<b>Fachgebiet Landessortenwesen</b>	
<b>Fachgebietsleiter:</b>	<b>Dr. G. Barthelmes</b>
Stationsleiter Güterfelde	T. Pfannenstill R. Wagner, N. Starke, St. Hänsch Saison: O. Giese, M. Rau
Stationsleiter Dürrenhofe/ Krugau	D. Schultze G. Schankat Saison: B. Fuchs, P. Orsin, W. Mänzel
Stationsleiterin Zehdenick/ Badingen	Frau M. Rickert  D. Maertin, (N. Steinbarth) Saison: Frau Heidi. Roessler, M. Ramin
<b>Projekte und Drittmittel</b>	Dr. G. Ebel, Frau A. Thoma, L. Erfurth, H. Rickert (+ 2 N.N. ab Juni )

Übersicht 4: **Aktivitäten, um entstandene Defizite zu schließen:**

- Kooperationen mit Landes- und Bundeseinrichtungen
- Einwerbung von Projektmitteln bei der FNR in Gülzow
- Projektaufträge zum Anbau von landwirtschaftlichen Kulturen
- Aufträge/ Zusammenarbeit mit Forschung-/ Entwicklungsunternehmen
- Aufträge der Pflanzenzüchtung
- Aufträge der Düngemittel-Industrie
- Aufträge der Pflanzenschutzmittel-Industrie

Die Aufgabenfelder haben sich in den letzten 25 Jahren immer wieder verändert. In den 80-iger Jahren stand die Pflanzenschutzforschung und –mittelprüfung für das Versuchsfeld des damaligen Institutes für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow im Vordergrund. Die experimentelle Versuchsbasis des Kleinmachnower Institutes reichte nicht mehr aus, so dass dieser Versuchsstandort in Güterfelde neu eingerichtet wurde. Die Grundsatzentscheidung hierfür traf die Akademie der Landwirtschaften der DDR am 31.05.1980.

Der Vertrag mit der LPG (P) Saarmund über 67,12 ha Ackerfläche für die Einrichtung einer landwirtschaftlichen Versuchsstation in Güterfelde wurde noch im gleichen Jahr abgeschlossen. Dieser Vertrag sollte später für den Erwerb dieses Gebäudestandortes im Jahre 2000 durch das Land Brandenburg eine außergewöhnliche Bedeutung bekommen. Für die heutigen Maßstäbe der Personal- und Prüfressourcen des Landesamtes ist Güterfelde eine feste Größe geworden.

Aus dem Institut für Pflanzenschutzforschung erfolgt 1999/91 die Wiedergründung der Biologischen Zentralanstalt Berlin. Der nunmehr außeruniversitären Agrarforschung wird neben dem Pflanzenschutz, dem Ackerbau und der Betriebswirtschaft der Forschungs-komplex zu nachwachsenden Rohstoffen zugeordnet. Ebenfalls neu eingeordnet wurden Auftragsversuche für Dritte. Zum 1.1.1992 wird auf Empfehlung des Wissenschaftsrates, der die Umstrukturierung der Agrarforschung in den neuen Bundesländern begleitete, die Lehr- und Versuchsanstalt Güterfelde als Forschungs- und Beratungseinrichtung für den integrierten Pflanzenbau des Landes Brandenburg gegründet. Diesem „e.V.“ gehörten bis 1997 auch noch die Versuchsstationen Herzberg und Criewen an. Die Station Müncheberg ging 1996 an die LfG in Großbeeren und Marquardt wurde geschlossen. Zu Roggen, Winterraps, Sonnenblumen, Öllein, Kartoffeln und nicht zu unterschätzen zur ökologischen Landwirtschaft wurden aus umfangreichen Feldversuchen vielfältige Informationen an Feldtagen, Fachtagungen und in Anbauratgebern an die Landwirte und Berater gegeben. Nachwachsende Rohstoffe und Sonderkulturen sollten das Fruchtartenspektrum erweitern und beitragen, den finanziellen Ertrag der Landwirte verbessern. Genannt seien Buchweizen, Faserhanf, Topinambur, Färberpflanzen und C4-Gräser. Aufgaben, zu denen Antworten in Güterfelde erarbeitet wurden und werden. Ebenso benötigt der Landwirt geprüfte Empfehlungen zur Düngung und zum Einsatz der Pflanzenschutzmittel für die verschiedenen Arten, Sorten und Bedingungen. Die Aussagen kommen von hier, geprüft auf Ergebnis, Einordnung in die Fruchtfolge und die Umweltverträglichkeit. Mit der Umsetzung der gesetzlichen Grundlagen zur Düngung und zum Bodenschutz sind auch die bestehenden Dauerversuche zur Düngung in Groß- Krenz und zum Ökologischen Landbau in Güterfelde ein unersetzbarer „Schatz“ für das Fachrecht geworden. In der Übersicht 5 werden die wichtigsten Aspekte zum Bodenschutz genannt.

#### Übersicht 5: **Bodenschutzaspekte in den Dauerfeldversuchen**

- Bestimmung der nachhaltigen Humuswirkung von Stroh-, Stallung-, Gülle- und Gründüngung
- Vergleich der Humuswirkung verschiedener Kombinationen und Intensitäten von organisch-mineralischer Düngung
- Bestimmung des Einflusses steigender N-Gaben in organisch gebundener (Stallung) und mineralischer Form auf OBS und Humusreproduktion
- Ermittlung von Wechselwirkungen zwischen organischer und mineralischer Düngung
- Klärung der nachhaltigen Auswirkungen von Stroh-, Stallung und N-Mineraldüngung auf die stofflichen Bodeneigenschaften bei pflugloser Bodenbearbeitung
- Quantifizierung des Einflusses von Düngung auf die stofflichen Bodeneigenschaften
- Ableitung von bodenfruchtbarkeitserhaltenden Richtwerten und Empfehlungen u.a. zu:
  - Humusbedarf und Humusreproduktionsleistung
  - C- und N-Bilanzierung
  - Nährstoffdynamik organisch-mineralischer N-Düngung

Diese Erkenntnisse und die Umstände eines in Güterfelde bewahrten 20-jährigen Dauergetreidefeldes waren daher genügend Anlass zur Etablierung des Dauergetreideversuches „DG 2003“. Hierbei ist es Ziel, zur Klärung der Auswirkungen von Stroh-, Stallung- und N-Mineral-Düngung auf Humusreproduktion und stoffliche Bodeneigenschaften bei pflugloser Bodenbearbeitung beizutragen.

Im Rahmen des Anbausystems Ökologischer Landbau werden am Standort Güterfelde die seit 1994 laufenden Untersuchungen weiter durchgeführt. Kernstück der Arbeiten ist neben den Landessortenversuchen eine 7-feldrige Fruchtfolge. Ziel dieses Versuches ist es, die Nachhaltigkeit von Ertragsniveau, Produktqualität und der Nährstoffversorgung einer standortangepassten Fruchtfolge im ökologischen Landbau zu bestimmen. Die Rotation besteht aus folgenden Fruchtfolgegliedern: Silomais, Winterroggen mit Klee-grasuntersaat, Klee-gras, Kartoffeln, Winterroggen, Lupine und Wintertriticale. Diese Kulturen werden jeweils in Abhängigkeit der Grundbodenbearbeitung (wendend, nicht wendend) und der organischen Düngung (viehlos, viehhaltend) angebaut.

Mit schmerzlichen Verlusten an Personal und Versuchskapazität einerseits wurden seit 1998 die Akzente der Feldversuchstätigkeit andererseits um das Landessortenwesen bereichert. Für die Landwirte wird die Wahl der Sorten für seinen spezifischen Standort bei dem riesigen Angebotsspektrum immer schwerer. Ohne die neutrale Wertung durch die Sortenversuche an unseren Standorten würden sie möglicherweise viel Ertrag verschenken. In Deutschland ist das Bundessortenamt u.a. für die Ermittlung des landeskulturellen Wertes von Neuzüchtungen in Wertprüfungen, die Sortenzulassung und die Herausgabe Beschreibender Sortenlisten zuständig, nimmt jedoch keine Regionalisierung der Prüfergebnisse vor. Dies ist im Rahmen des integrierten

amtlichen Sortenprüfsystems Aufgabe der Bundesländer. Angesichts der zunehmenden Sortenvielfalt mit nationaler und EU-Zulassung sind wettbewerbsneutrale Kontrollmechanismen mehr denn je gefragt, andererseits bewirkten die knappen öffentlichen Finanzmittel eine Anpassung der Prüfkapazitäten. Das Bundessortenamt, die Länderdienststellen für die Sortenprüfung und der Bundesverband Deutscher Pflanzzüchter entwickelten daher ein Konzept, das durch Nutzung neuer kosteneffizienterer Methoden und unter Beibehaltung bewährter Regularien des integrierten Sortenprüfsystems zur Lösung dieser Situation beitragen soll. Dieses Konzept wurde Grundlage eines Beschlusses der Agrarministerkonferenz des Bundes und der Länder vom 07.10.2004 zum Erhalt und zur Neuordnung des Sortenprüfwesens. Wichtige inhaltliche Eckpunkte sind:

- Eine wettbewerbsfähige und umweltgerechte Landwirtschaft benötigt leistungsfähige, qualitativ hochwertige und gesunde Sorten.
- Ein effizientes Sortenprüfsystem liegt im öffentlichen Interesse, da es sowohl den Schutz der Landwirte als Produzenten als auch den Schutz der Verbraucher von Nahrungsmitteln gewährleistet. Die Verbraucher profitieren von verbesserten wertgebenden Inhaltsstoffen, äußeren Qualitätseigenschaften, Verarbeitungseigenschaften und einer höheren Nahrungsmittelsicherheit.
- Der mit neuen Sorten verbundene Züchtungsfortschritt ist schnell in die landwirtschaftliche Praxis einzuführen.
- Dies erfordert den Erhalt ausreichender Prüfkapazitäten in den für die Sortenprüfung zuständigen wettbewerbsneutralen Einrichtungen der Bundesländer.

Eine der zentralen Festlegungen des Beschlusses sieht vor, dass die Landessortenprüfung künftig noch stärker länderübergreifend organisiert und ausgewertet wird, weil nicht politische Grenzen, sondern definierte Anbauggebiete mit weitgehend einheitlichen Boden- und Klimabedingungen für die regionale Sorteneignung ausschlaggebend sind. Diese länderübergreifende Zusammenarbeit ist seit 2005 in Vereinbarungen der zuständigen Länderministerien geregelt.

Die Umsetzung und der Wissenstransfer zu den Ergebnissen aus dem vielseitigen Prüf- und Fachrechtsprogramm des Referates Acker- und Pflanzenbau spiegelt die Öffentlichkeitsarbeit in der Übersicht 6 eindrucksvoll wider.

#### **Übersicht 6: Vielfältigkeit in der Öffentlichkeitsarbeit seit dem Jahr 2000 im Referat Acker –und Pflanzenbau**

- 10 Feldtage/ Jahr
- 50 Publikationen und 60 Vorträge/ Jahr
- 8 Sortenratgeber/ Jahr
- 3-4 Fachtagungen zum Acker – und Pflanzenbau/ Jahr
- 2-3 Broschüren bzw. Anbauinformationen/ Jahr
- Mitteilungen in der Schriftenreihe des LVLF
- Jahresbericht
- Beiträge im Internet MLUV Brandenburg/Intranet LVLF
- 3-4 Ausstellungen bzw. Messen/ Jahr
- 2 Videofilme (NWR)

Die vergangenen 25 Jahre der Versuchs- und Prüfstation Güterfelde waren sehr bewegte Jahre. Die Zeiträume struktureller Veränderungen wurden immer kürzer und die personellen Ressourcen in den letzten Jahren zunehmend geringer. Fundierte Aussagen für das pflanzenbauliche Fachrecht erfordern jedoch ein hohes Maß an Kontinuität und Ausdauer, ja vorausschauendes Handeln.

Hohe Erwartungen werden auch künftig durch die Landwirte, die Landesregierung, insbesondere das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz, an das Referat Acker- und Pflanzenbau des Landesamtes in Güterfelde gestellt.

Wünschen wir uns und dem Güterfelder Standort mit seinen hoch motivierten Mitarbeitern, dass diese hohen Erwartungen auch künftig erfüllt werden können.

## Bioethanol – Chance für die Landwirtschaft

Udo Folgart, Präsident des Landesbauernverbandes Brandenburg  
(„Es gilt das gesprochene Wort“)

Alternative Energien sind Europa weit auf dem Vormarsch. Das Spektrum ist breit. Neben der Nutzung von Erdwärme, Sonnenenergie, Windenergie ist auch die Bedeutung, Energie aus pflanzlicher Biomasse zu gewinnen in den letzten Jahren gewachsen.

Gründe für dieses Umdenken gibt es viele. Ein Grund, ist die Abnahme, und die dadurch nur noch begrenzte Verfügbarkeit fossiler Ressourcen mit einhergehenden steigenden Kosten für die Mineralöle. Ein anderer Grund ist der Anstieg des Kohlendioxidgehaltes in unserer Atmosphäre, welcher zum stetig fortschreitenden Treibhauseffekt führt.

Alternativen müssen gefunden werden.

Hauptverursacher des Treibhauseffektes ist der stetig ansteigende Verkehr in den letzten Jahrzehnten. Ein Durchbruch für den globalen Klimaschutz war 1997 das Klimaprotokoll von Kyoto. Hier wurden erstmalig verbindliche Reduktionsverpflichtungen und Begrenzungsverpflichtungen für die Industriestaaten vereinbart.

Am 08. Mai 2003 wurde die Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung und Verwendung von Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen von der Europäischen Kommission verabschiedet. Das Hauptanliegen dieser Richtlinie ist, 20% des herkömmlichen Kraftstoffes durch alternative Kraftstoffe bis 2020 zu ersetzen. Dabei sollen Europa weit Biokraftstoffe eingeführt und damit ein Beitrag zur Verringerung des Kohlendioxidgehaltes in unserer Atmosphäre geleistet werden. Die Kraftstoffe aus Biomasse sind zudem Chancen für neue Absatzmärkte für die Rohstoffe aus der Landwirtschaft.

Gemäß der europäischen Vorgaben müssen bis 31.12.2005 2% und bis 2010 5,75% der Kraftstoffe aus Biomasse stammen.

Während in anderen europäischen Staaten wie Schweden und Frankreich der Schwerpunkt bei den Kraftstoffen aus Biomasse schon seit Anfang der 90iger Jahre beim Bioethanol lag, verlief in Deutschland der Trend hin zu Kraftstoffen aus Rapsöl. Rapsmethylester (RME) nahm dabei als Biodiesel die bedeutendere Rolle ein. Deutschlandweit werden heute ca. 650.000 t jährlich getankt. Diese Menge entspricht ca. 2,4 % des gesamten Dieserverbrauchs. In Brandenburg werden jährlich 114 Millionen Liter Diesel benötigt. Es gab auch eine begrenzte Nutzung von reinem Rapsöl. In Deutschland fahren ca. 4000 PKW mit diesem Kraftstoff. Zu Begründen ist diese Entwicklung zum Biodiesel hin dadurch, dass bis 31.12.2003 nur reine Biokraftstoffe von der Mineralölsteuer befreit waren. Seit dem 01.01.2004 sind durch die Erweiterung der Mineralölsteuerbefreiung auch biogene Mischungspartner von dieser befreit. Solche Mischungspartner für Otto - Kraftstoff sind Bioethanol oder auch Ethyl teriär Butylether (ETBE).

An 4 Standorten in Deutschland waren im Jahr 2004 Anlagen zur Bioethanolproduktion geplant. Zu diesen Standorten gehört auch die Bioethanolanlage in Schwedt. In diesen Anlagen werden stärkehaltige Pflanzen zu Ethanol vergoren. Es eignen sich Weizen, Triticale, Mais, Roggen oder auch Zuckerrüben.

In Brandenburg am Standort Schwedt soll die Herstellung des Ethanol hauptsächlich aus Roggenstärke erfolgen. Das ist eine sehr gute Perspektive. Deutschlandweit spielt der Roggen eher eine geringe Rolle. Hier in Brandenburg ist er die wichtigste Getreideart. Das belegen auch die statistischen Zahlen. In den Jahren 1995 bis 2002 wurden jedes Jahr mehr als 200.000 Hektar, mehr als 1/5 des Ackerlandes in Brandenburg mit Roggen bestellt. Weitere Zahlen, welche die Bedeutung des Roggens für Brandenburg verdeutlichen. Im Jahr 2004 wurde auf 50% der Ackerfläche Getreide angebaut. Roggen nahm mit 197.319 Hektar einen Anteil von mehr als 35% der Getreideanbaufläche ein. Im Sommer 2005 wird voraussichtlich auf 183.000 Hektar Roggen gedroschen, sodass auch im Jahr 2005 der prozentuale Anteil zur gesamten Getreidefläche bei über 30% liegt. Der Roggen ist durch seine gute Anbaueignung auf den leichten und mittleren Standorten aus der Fruchtfolge unserer Landwirtschaftsbetriebe nicht wegzudenken. Seine Vermarktung ist jedoch nicht ganz einfach und stellt die Landwirte vor große Herausforderungen. Durch Wegfall der Roggenintervention 2004 ist der Verkauf von Roggen noch schwieriger. Durch den Wegfall des Nischendaseins von Bioethanol bietet

sich jetzt hier die Möglichkeit für die Landwirte, die Branche der Bioethanolproduktion für sich als neuen Roggenabnehmer zu gewinnen.

Die Landwirte sind positiv eingestellt, künftig den Roggen an die Bioethanolindustrie zu verkaufen. Dazu brauchen sie Partner, die sie unterstützen.

Wie für andere Absatzwege auch, sind bestimmte Qualitätsparameter einzuhalten. Bei Getreide zur Bioethanolproduktion wird viel Wert auf den Stärkegehalt gelegt. Danach wird auch der Rohstoff bezahlt. Der Landwirt, der Ethanolroggen anbaut, braucht Sorten, die sich durch hohe Stärkeausbeuten auszeichnen. Hier sind auch die Züchter gefragt, künftig Sorten auf den Markt zu bringen, die speziell für die Stärkeproduktion geeignet sind. Außerdem muss der Landwirt, ähnlich wie für Brotweizen und Braugerste auch, sein Anbaumanagement, die Stickstoff- und auch die Kaliumdüngung so planen, dass eine hohe Stärkebildung im Getreidekorn durch die Pflanze erfolgt. Auch hier braucht der Landwirt Unterstützung. Mit den ersten Ergebnissen der Landesanstalt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung zum Anbau von Bioethanolgetreide ist der richtige Weg im Versuchswesen eingeschlagen. Allerdings muss dieser Anbau in den nächsten Jahren weitergeführt werden und darf nicht irgendeiner Kostenschere zum Opfer fallen.

Es muss sich in den nächsten Jahren ein dynamischer Markt entwickeln. Politische Entscheidungen auf allen Ebenen (Welt, Europa, Bundes- und Landesebene) müssen im Interesse für die „eigenen“ Landwirte getroffen werden.

Im Rahmen der WTO-Verhandlungen und den Verhandlungen mit den Mercosur – Staaten darf unsere Landwirtschaft nicht geopfert werden durch überzogene oder ungerechtfertigte Zugeständnisse. Vor neuen Importzusagen müssen gerade in Bezug auf Bioethanol exakte Marktanalysen zur Aufnahmefähigkeit des europäischen Marktes gemacht werden, um diesen durch den Import von Bioethanol in seiner Entwicklung nicht zu behindern.

Auch auf nationaler Ebene gibt es für Betreiber von Bioethanolanlagen viele Erschwernisse. Auch hier müssen Hemmschuhe beseitigt werden. Es müssen sogar zusätzlich, weitere staatliche Erleichterungen zumindest als Sonder- oder Ausnahmeregelungen geschaffen werden.

Einschränkungen existieren, da die Bioethanolproduktion wie die Alkoholproduktion für die Genussmittelindustrie unter das Branntweinmonopolgesetz fällt. Die Ausdehnung der Ethanolindustrie ist dadurch enorm beschränkt. Das Entstehen von kleineren bioethanolproduzierenden Betrieben wird durch die hohen Auflagen sogar unmöglich.

Beim Transport von Bioethanol müssen überzogene hohe Sicherheitsleistungen gezahlt werden. Nur unvergälltes Bioethanol unterliegt der Steuerbefreiung. Dieses könnte jedoch auch als Trinkalkohol verwendet werden. Um Bioethanol zu transportieren, sollen Versicherungssummen bis zu 1300 EURO/Hektoliter gezahlt werden. Das wären 400.000 EURO/LKW. Durch diese hohen Versicherungssummen, soll verhindert werden, dass Ethanol, welches zur Verwendung in Biokraftstoffen produziert wurde, auf „Abwege“ und in die Konsumalkoholindustrie gelangt. Die Kosten für den Transport sind so hoch, dass der Transport per Schiff oder auch Bahn unbezahlbar ist. Der Verwendungsnachweis ist aber auch durch Plausibilitätsrechnungen und Überprüfung mit geeichten Messgeräten möglich und sollte eingeführt werden, um diese überdimensionalen Sicherheitszahlungen und Belastung für den Produzenten abzuschaufen.

Ausnahmeregelungen bzw. Sonderregelungen sind auch erforderlich bei der Beimischung von weniger als 4% Ethanol zu Benzin. Hier kann es bei hohen Temperaturen im Sommer, kurzzeitig zu einer Überschreitung des maximal zulässigen Wertes für den Dampfdruck des Gemisches nach der 10. BimSchV kommen. Bis zur Lösung dieses technischen Problems müssen Sonderregelungen möglich sein.

Die Produktion von Bioethanol im Land Brandenburg stellt eine große Absatzchance für Brandenburger Getreide dar. Mein Appell deshalb an die Landwirte, sich dieser Herausforderung zu stellen. Mein Appell richtet sich aber auch an die „abnehmende Hand“, möglichst viel einheimisches Getreide aus Brandenburg für ihre Ethanolproduktion zu einem angemessenen Preis aufzukaufen und zu verwenden. Denn Bioethanol aus Brandenburg wird nur zum regionalen Produkt, wenn der Rohstoff, das Getreide auch aus Brandenburg stammt.

## Biokraftstoffe in Deutschland: Sachstand und Perspektiven

Birger Kerckow, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

nachwachsende-rohstoffe.de



### Warum biogene Kraftstoffe

- Die energetische Nutzung von Biomasse setzt nur soviel CO<sub>2</sub> frei, wie beim Aufwuchs gebunden wurde
- Biomasse kann nachhaltig produziert werden und schont fossile Ressourcen
- Biomasse kann durch die deutsche Land- und Forstwirtschaft in großer Menge bereitgestellt werden und verringert die Importabhängigkeit im Energiebereich
- Die Biomasseproduktion stärkt den ländlichen Raum.
- Einzige schnell realisierbare regenerative Kraftstoffalternative

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
10525 Berlin  
10775 Berlin  
Tel. 030 26409-0  
Fax 030 26409-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de



### Rahmenbedingungen Bioenergie

Ziele der Bundesregierung:

- Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2005 gegenüber 1990 um 25%
- Minderung der sechs Treibhausgase des Kyoto-Protokolls um 21% gegenüber 1990 im Zeitraum 2008 – 2012
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Stromverbrauch auf 12,5% bis 2010
- Steigerung des Anteil erneuerbarer Energien bei der Primärenergieerzeugung auf 10% und an der Stromerzeugung auf 20% bis 2020
- Bereitstellung von 50% des Primärenergieverbrauchs aus regenerativen Quellen bis 2050

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
10525 Berlin  
10775 Berlin  
Tel. 030 26409-0  
Fax 030 26409-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de



### Rahmenbedingungen Biokraftstoffe

- EU-Richtlinie 2003/30/EG legt angestrebte Biokraftstoffanteile (bezogen auf den Energiegehalt) fest:
  - Ende 2005: 2 Prozent
  - Ende 2010: 5,75 Prozent
- EU-Richtlinie 2003/96/EG zur Steuerbefreiung von Biokraftstoffen in den Mitgliedsstaaten
- Deutsches Mineralölsteuergesetz legt Steuerbefreiung von Reinkraftstoffen und Beimischungen bis Ende 2009 fest
- 5 % Beimischung von Biokraftstoffen möglich (DIN EN 590 für Biodiesel, DIN EN 228 für Ethanol), 15 % für ETBE
- Biodieselnorm DIN EN 14214
- EU-Abgasnormen (EURO IV, V, VI)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
10525 Berlin  
10775 Berlin  
Tel. 030 26409-0  
Fax 030 26409-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Biokraftstoffe

- Biokraftstoffe gemäß Richtlinie 2003/30/EG: Ethanol, ETBE, Methanol, MTBE, Pflanzenöle, Biodiesel (FAME), Dimethylether (DME), Biogas, FT-Kraftstoffe, Biowasserstoff
- Biokraftstoffe in derzeitiger Nutzung:
  - Biodiesel (FAME)
  - ETBE
  - Bioethanol
  - Rapsöl
  - Biogas (Erdgasqualität)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
Ruhlfeldstr. 1  
10719 Berlin  
Tel. 030 264930-0  
Fax 030 264930-100  
www.fra.de  
www.fra.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Aktueller Stand

Kraftstoff	Anteil	Menge
Dieselmkraftstoff	52%	
Benzin	48%	
Biodiesel	2%	1040.000 t
Rapsöl/Bioethanol		

Gesamtkraftstoffverbrauch im Jahr 2004: 55,1 Mio. t

Quelle: MWV

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
Ruhlfeldstr. 1  
10719 Berlin  
Tel. 030 264930-0  
Fax 030 264930-100  
www.fra.de  
www.fra.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Biodiesel/Pflanzenölmethylester

- DIN EN 14214 legt Qualität fest
- Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel AGQM
- Freigabe des PKWs durch den Hersteller erforderlich
- Substitutionspotenziale:
  - Im Jahr 2010: 2003/30/EG - 5,75% => 3,7 Mio. t Biodiesel
  - 3,7 Mio. t Biodiesel entspricht ca. 2,75 Mio. ha Anbaufläche
- Problembereiche:
  - Einhaltung der Abgasnormen Euro 4 und 5 erfordert Motoranpassung (Biodieselsensor)
  - Reiner Biodiesel bei Partikelfilter
  - Umstrittene Ökobilanz, insgesamt positive Energiebilanz

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
Ruhlfeldstr. 1  
10719 Berlin  
Tel. 030 264930-0  
Fax 030 264930-100  
www.fra.de  
www.fra.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Pflanzenöl

- RK-Qualitätsstandard 5/2000 als eine Art Vornorm
- Umrüstung nötig (Vorwärmen oder Zweitanksystem)
- Substitutionspotenziale:
  - Im Jahr 2010: 2003/30/EG - 5,75% => 3,7 Mio. t Pflanzenöl
  - 3,7 Mio. t Pflanzenöl entspricht ca. 2,75 Mio. ha Anbaufläche
- Problembereiche:
  - Kraftstoff entspricht oft nicht dem RK-Standard
  - Umrüstkonzepete nicht serienreif
  - Häufigere Ölwechselintervalle
  - hohe Viskosität macht Winterbetrieb problematisch
  - technische Probleme nach wie vor ungelöst

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
 Industriepark  
 10275 Göttingen  
 Tel. 0531 103-100  
 Fax 0531 103-102  
 www.NR.de  
 www.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Bioethanol

- Vielfältig einsetzbar (ETBE, E5, E10, E85, Diesohol), aber geringerer Energieinhalt/l als Benzin/Diesel
- Substitutionspotenziale:
  - EU-RL 2003/30/EG: 5,75% => 2,8 Mio. m<sup>3</sup> Ethanol bei einer Beimischung zu Otto-Kraftstoffen, 6,2 Mio. m<sup>3</sup> gesamt;
  - Ersatz MTBE durch ETBE: Ethanolbedarf z.Z. 360.000 m<sup>3</sup>
  - 2,8 Mio. m<sup>3</sup> entsprechen 1,01 Mio. ha Weizen oder 423.000 ha Zuckerrüben:
- Problembereiche
  - Dampfdruck bei Beimischung < 5 %
  - Beimischung von > 5 % Bioethanol erfordert Norm- und Motoranpassungen
  - Umstrittene Energie- und Ökobilanz

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
 Industriepark  
 10275 Göttingen  
 Tel. 0531 103-100  
 Fax 0531 103-102  
 www.NR.de  
 www.nachwachsende-rohstoffe.de

nachwachsende-rohstoffe.de

## Biogas

- Zur Zeit in D keine Nutzung als Kraftstoff
- Substitutionspotenziale:
  - Biogaspotenziale (Bio-, Klär- und Deponiegas): 23 – 24 Mrd. m<sup>3</sup> (671 PJ/a)
  - EU-RL 2003/30/EG: 5,75% => ca. 6 Mrd. m<sup>3</sup> Biogas
- Problembereiche
  - Technische Restriktionen: die Entwicklung im Bereich Erdgasmotoren ist unklar
  - F&E-Bedarf zur Aufbereitung/Erdgasqualität
  - Einspeiseregulungen und Infrastruktur nicht vorhanden
- Kosten
  - Produktionskosten von Biogas relativ gering,
  - hohe (z. Z nicht abschätzbare) Kosten für die Aufbereitung auf Erdgasqualität

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
 Industriepark  
 10275 Göttingen  
 Tel. 0531 103-100  
 Fax 0531 103-102  
 www.NR.de  
 www.nachwachsende-rohstoffe.de



## Zukünftige Biokraftstoffe

	Kraftstoff- produktion	Logistik	Motoren- technik	Biomasse- basis
Biodiesel	++	++	++	--
BtL	+	++	++	++
DME	--	--	0	++
Ethanol	++ (-)*	+	+	-- (++)*
Methanol	+	0	0	++
Pflanzenöle	++	+	0	--
Pyrolyseöle	-	+	0	++
Biogas	0	0	+	++
Wasserstoff	--	--	-	++

\* aus holzartiger Biomasse

++: Stand der Technik; +: möglich/Pilotmaßstab; 0: Anpassung vorhanden. Technologien nötig; -:  
Verfahrenskette/Technologie nicht nachgewiesen; --: Verfahrenskette fehlt/begrenzt/nicht möglich

Fachagentur Nachwachsende  
Rohstoffe e.V.  
Mittelweg 1  
12205 Colbitz  
Tel. 03341 9301-0  
Fax 03341 9301-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de



## Biokraftstoffe - Bewertung

- Wasserstoff, DME:  
praktisch nicht zugänglich, Großtechnik fehlt, völlig neue Infrastruktur nötig, Zeithorizont EU nicht machbar Marktfern
- Methanol, BTL-Kraftstoffe:  
breite Biomassebasis möglich, Techniken vorhanden ↓
- Biodiesel, Bioethanol, Pflanzenöle:  
(noch) enge Rohstoffbasis, landwirtschaftliche Begrenzung, Mengenziele der EU nicht zu erreichen Marktnah
- **Mittelfristig BTL-Kraftstoffe am aussichtsreichsten!**

Fachagentur Nachwachsende  
Rohstoffe e.V.  
Mittelweg 1  
12205 Colbitz  
Tel. 03341 9301-0  
Fax 03341 9301-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de

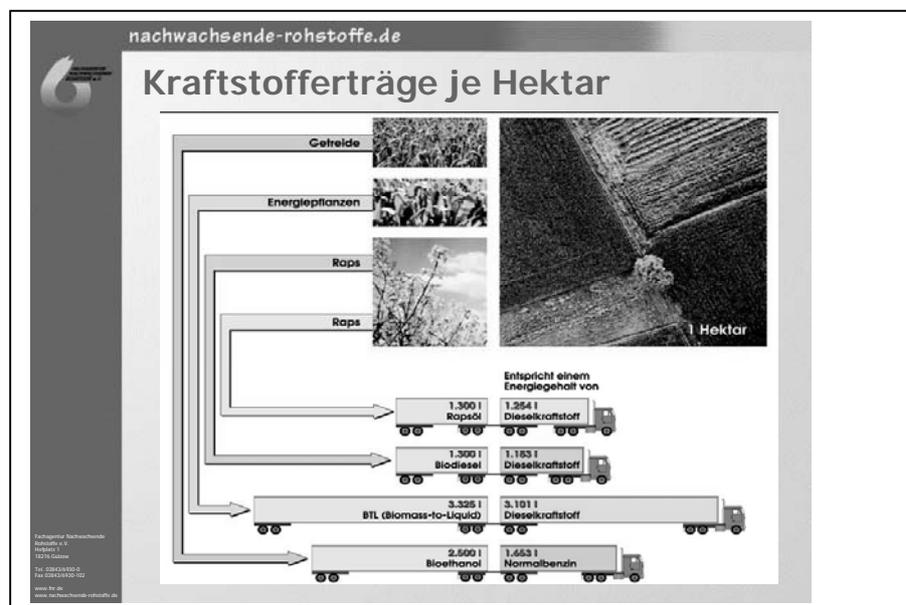
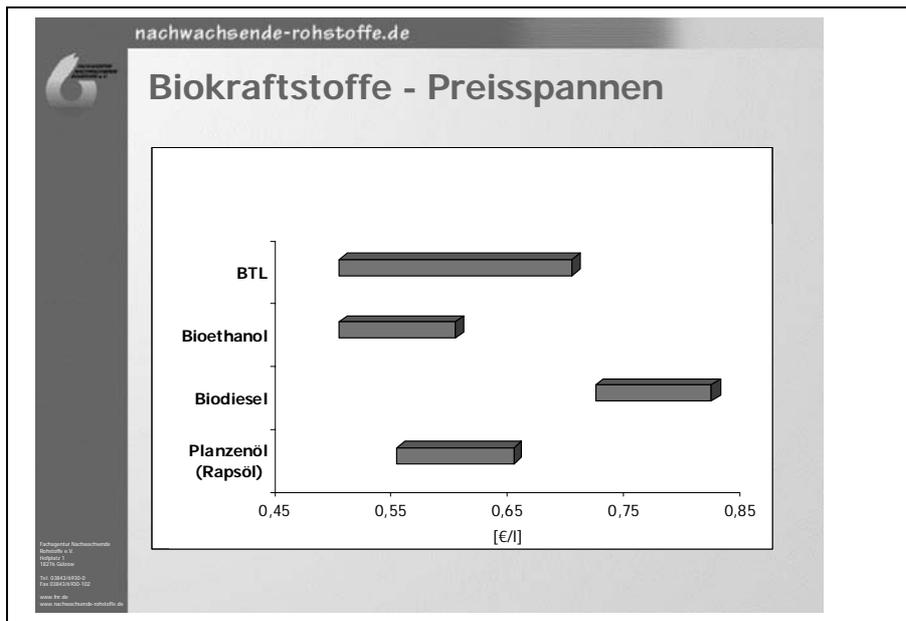


## Biomass-to-Liquid(BtL) – Kraftstoff der Zukunft?

BtL-Herstellung aus biogenem Synthesegas (H<sub>2</sub> and CO) über die Fischer-Tropsch(FT)-Synthese oder das Methanol-to-Synfuel(MtS) Verfahren.

- + BtL kann in vorhandenen Motoren genutzt werden und verringert Emissionen der derzeitigen Fahrzeugflotte
- + BtL-Qualität kann leicht an vorhandene Kraftstoffnormen angepasst werden (EN 228, EN 590)
- + BtL kann auch bei neuen Motorentechnologien genutzt werden, z.B. dem Combined Combustion System (CCS) von *Volkswagen*
- BtL Verfahren ist teuer und aufwendig
- BtL Technologie noch nicht Stand der Technik
- BtL Verfahren erfordern neue Biomasselogistik

Fachagentur Nachwachsende  
Rohstoffe e.V.  
Mittelweg 1  
12205 Colbitz  
Tel. 03341 9301-0  
Fax 03341 9301-102  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de



- nachwachsende-rohstoffe.de
- ## Biokraftstoffe – Aktivitäten der FNR zu Bioethanol
- Projekt zur Optimierung der Ethanolherzeugung in ldw. Brennereien
  - Projekt Ethanolbeimischung zu Diesel (Diesohol)
  - Modellvorhaben zum Einsatz von E85 in Fahrzeugflotten
  - Studien zur Wirtschaftlichkeit und ökologischen Bewertung von Bioethanol
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.  
Hilfsweg 1  
15276 Gabeln  
Tel. 033434920-0  
Fax 033434920-100  
www.fnr.de  
www.nachwachsende-rohstoffe.de



## Potenziale für Biokraftstoffe - Einflussfaktoren

- Vorhandene Anbauflächen
- Flächenbedarf des Naturschutzes und Nutzungsgrad von Naturschutzflächen
- Entwicklung der EU-Agrarpolitik
- Nutzungskonkurrenz der Bioenergieträger untereinander (Wärme, Strom, Kraftstoffe)
- Be- und Verwertung der Rest- und Nebenprodukte



## Auswirkungen Verfahrenseffizienz

Verfügbare Anbaufläche für Energiepflanzen (nach Nitsch et al.) Szenario „Technisches Potential“					
Jahr	2010	2020	2030	2040	2050
Anbaufläche Energiepflanzen [Mio. ha]	2,5	3,4	4,3	5,2	6,1
Energieangebot [PJ/a]	694	944	1193	1443	1693
Verfahrenseffizienz	Dieselproduktion [Mio. t Diesel]				
	0,2	<b>3,18</b>	<b>4,33</b>	<b>5,47</b>	<b>6,62</b>
	0,3	<b>4,77</b>	<b>6,5</b>	<b>8,21</b>	<b>9,93</b>
	0,5	<b>7,96</b>	<b>10,83</b>	<b>13,69</b>	<b>16,55</b>



## Ausblick

- Biokraftstoffe werden, sei es kurzfristig (bis zum Jahr 2010) durch die Zumischung von Biodiesel oder Ethanol zu fossilen Kraftstoffen oder mittelfristig (Zeitraum 2010 bis 2020) über BTL-Kraftstoffe, zukünftig einen erheblichen Beitrag zur nachhaltigen Kraftstoffversorgung leisten.
- Die Höhe dieses Beitrags kann nicht allein anhand der Flächenpotenziale, die die Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung stellen können, bemessen werden.

Die Bereitstellungs- und Verfahrensketten, die z. Z. in der Entwicklung sind, müssen berücksichtigt werden.

## Erste Ergebnisse zum Anbau von Bioethanolgetreide in Brandenburg

Lothar Adam, Edda Fahlenberg und Gert Barthelmes

Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung,  
Referat Acker- und Pflanzenbau, Güterfelde

Im Zuge der Beimischungsmöglichkeiten wurde durch die Mineralölindustrie eine Nachfrageentwicklung eingeleitet, von der vor allem die landwirtschaftlichen Primärproduzenten, als Rohstofflieferanten von Getreide, durch das Entstehen neuer Absatzfelder einiges erwarten. Die Größenordnung für den Einsatz von Bioethanol übertreffen die Kapazitäten traditioneller Hofbrennereien in der Landwirtschaft um ein Mehrfaches. Positiv ist der Zeitpunkt dieses Marktbedarfs nach Ethanolgetreide gerade auch für ländliche Regionen mit hohen Roggenanteilen, wie Brandenburg.

Umso überraschender ist jedoch der plötzliche defizitäre Erkenntnisstand für die spezifische Rohstoffproduktion von Ethanolgetreide. Obwohl die regional und getreideartenspezifisch weit entwickelten Produktionsregime für die Nahrungs- und Futtergetreidesektoren umfassend praktiziert werden, können sie als noch nicht optimiert für die Stärkeerzeugung betrachtet werden. Am auffälligsten zeigt sich dieser Mangel schon in den Sortenbeschreibungen des Bundessortenamtes, wo bisher Merkmale wie Stärkegehalte oder Stärkeausbeute fehlen.

Auf Grund der Dominanz von Winterroggen im Getreideanbau des Landes Brandenburg wurden bereits im Jahre 2002 im Landesamt anbautechnische Untersuchungen zu möglichen Fruchtartenalternativen konzipiert. Dabei ging es entsprechend einer Schätzung zu potentiellen Möglichkeiten an Fruchtartenalternativen infolge des Wegfalls der Roggenintervention um Kulturen wie Winterweizen, Wintertriticale, Winterraps, Körnerfuttererbsen und Blaue Lupinen.

Die damalige Schätzung (Tabelle 1), war zumindest in der realistischen Variante zutreffend, wenn man die Entwicklung der Roggenanbaufläche im Land Brandenburg analysiert. In den Vorjahren erfolgte bereits eine zwischenzeitliche Reduzierung des Roggenanbaus bis zu 80 Tha gegenüber der Anbaufläche von 250 Tha im Jahre 2001. Profitiert haben davon Winterraps, Wintergerste und Winterweizen. Doch die letzten Jahre haben auch deutlich werden lassen, dass in der Region infolge strenger Winter die Auswinterungsgefahr speziell für Raps und Gerste sehr hoch sein kann. Im Vergleich zu anderen Getreidearten kann der Roggen extreme Bedingungen am besten tolerieren, was die Ergebnisse des Jahres 2003 (Winterfestigkeit und Trockenstresstoleranz) besonders eindrucksvoll zeigten.

Tabelle 1: Alternativen für den Roggenanbau in Brandenburg, Ackerzahlen 25...35

Fruchtarten	Schätzung Tha		
<b>Winterweizen</b>	<b>5 - 15</b>		
<b>Wintertriticale</b>	<b>10 - 15</b>		
<b>Winterraps</b>	<b>6 - 15</b>		
<b>Sonnenblume</b>	<b>6 - 10</b>		
<b>Lupine (blau)</b>	<b>8 - 12</b>		
<b>Körnerfuttererbsen</b>	<b>5 - 8</b>		
<b>Sonderkulturen</b>	<b>1,5 - 4</b>		
<b>Fazit:</b>	<b><u>Roggenanbau:</u></b>	<b><u>Ausgang 2001/02</u></b>	<b>ca. 250 Tha</b>
	<b>-Substitution</b>	<b><u>Reduzierung:</u></b>	
	<b>und</b>	<b>optimistische Variante</b>	<b>ca. 100 Tha = 150 Tha</b>
	<b>- Anbauoptimierung</b>	<b><u>realistische Variante</u></b>	<b>ca. 60 Tha = 190 Tha</b>

Mit der Aussaat 2002 begann oben erwähnte Versuchsserie an den Prüfstandorten in Güterfelde, Zehdenick und Krugau. In Tabelle 2 sind die standortspezifischen Charakteristika im Einzelnen dargestellt. Markant sind dabei entsprechend den Brandenburger Verhältnissen deutlich abgestufte

Boden und Witterungsverhältnisse, womit sich zugleich auch die typischen regionalen Gegebenheiten der Roggenanbauer widerspiegeln.

Tabelle 2: **Charakteristik der Prüfstandorte: Roggenalternativen in Brandenburg**

Standort	Landkreis	Bodenart	mittlere Ackerzahl	Lufttemperatur °C			Niederschlag mm		
				lj. M.	2003	2004	lj. M.	2003	2004
Güterfelde	Potsdam-Mittelmark	lehm. Sand	35	8,9	9,3	9,1	570	438	538
Zehdenick	Oberhavel	lehm. Sand	30	9,1	11,1	10,4	517	336	460
Krugau	Dahme-Spreewald	anlehm. Sand	25	8,5	9,5	9,7	549	390	489

Untersucht werden identische Faktorenintensitäten auf das Ertragsvermögen, die äußeren und inneren Qualitäten sowie die Ausnutzung des mineralischen Stickstoffs und die Effektivität. Obwohl sich die Auswahl der 5 Faktorenintensitäten bei allen drei Getreidearten vorrangig auf Nahrungs- oder Futtergetreide konzentrierte, wurde, im Hinblick auf eine mögliche Stärkenutzung des Getreides, deren **Einfluss auf den Stärkegehalt** als wertbestimmendes Kriterium berücksichtigt. Die Entwicklung auf diesem Gebiet hat uns mit der Verarbeitung von Getreide zu Bioethanol eingeholt, und so stellen diese zweijährigen Ergebnisse heute für eine Rohstoffherzeugung in der Landwirtschaft erste dringend benötigte Basiswerte unter Brandenburger Bedingungen dar. Seit dem Erntejahr 2004 werden auch die Sortimente der Landessortenversuche auf den Stärkegehalt untersucht.

Im Folgenden sollen diese Ergebnisse in Eckpunkten dargestellt werden. Tabelle 3 veranschaulicht anhand der Kornerträge das differenzierte Ertragsniveau der Prüfstandorte bei Weizen, Triticale, Roggen, Raps, Körnererbsen und Blauer Lupine. Winterroggen bestätigt sich auch hier bei unterschiedlichen Jahres- und Standortbedingungen als stabilste Fruchtart. Weizen erzielte auf Grund der relativ stabilen Marktpreise auf dem Grenzstandort Güterfelde sehr günstige kostenfreie Erlöse. Triticale und Körnerleguminosen unterliegen wie Futterroggen preislich der Marktsituation und haben daher günstige Chancen bei eigener Futternutzung. Im Jahre 2004 konnten an allen drei Standorten herausragende Leistungen erzielt werden. Zugleich wird anhand der Ackerzahlen das potenzielle Fruchtartenleistungsvermögen unter den günstigen Witterungsverhältnissen widerspiegelt. Die Attraktivität von Raps bis hin zu den 30er Standorten und die Vorzüglichkeit des Körnerlupinenanbaus unterstreichen in Verbindung mit den Vorfruchteffekten die Möglichkeiten zur Auflockerung von engen Getreidefruchtfolgen.

Tabelle 3: **Kornerträge von Wintergetreide, Winterraps und Körnerleguminosen in Abhängigkeit vom Jahres- und Standorteinfluss**

Kulturen	Kornertrag dt/ha, 86/91% TS					
	2003			2004		
	Güterfelde	Krugau	Zehdenick	Güterfelde	Krugau	Zehdenick
Weizen	30	20	o.E.	80	55	65
Triticale	49	22	o.E.	74	54	68
Roggen	50	23	o.E.	88	54	71
Raps	41	15	12	45	31	51
Körnererbsen	24	19	24	57	41	61
Blaue Lupine	16	12	14	52	34	26

o. E.= Ausfall infolge Witterung

In den Vergleich der drei Wintergetreidearten wurden 5 Stufen; je 2 Stickstoffniveaus und entsprechend angepasst, die Intensitäten des Wachstumsregulatorens- bzw. Fungizideinsatzes, gemäß den o.g. Zielstellungen eingesetzt. Die Gabenhöhe und der Zeitpunkt der Düngung wurden auf den sandigen sommertrockenen Standorten nach guter fachlicher Praxis bis zum Ende Schossen (Roggen, Triticale) bzw. Beginn Ährenschieben (Weizen) vorgenommen. Die Ergebnisse zu den drei Getreidearten sind in Tabelle 4 anhand des Kornertrages dargestellt. Wie zu erwarten, ist mit dem

zunehmenden Faktoreinsatz eine Ertragssteigerung verbunden, die jedoch in Abhängigkeit von der Fruchtart und Sorte beeinflusst werden kann.

Tabelle 4: **Kornertrag von Weizen, Triticale und Roggen bei differenzierter Anbauintensität im Mittel von 3 Orten, 2003 – 2004**

Intensität	Kornertrag dt/ha, 86 % TS		
	Weizen	Triticale	Roggen
60* kg N/ha	48,0	49,5	53,2
60*N + Fungizid (70%AWM)	48,3	53,4	55,9
120**N + Halmstabilisator	50,4	50,9	55,1
120**N + WR + Fungizid (70%AWM)	51,2	54,9	60,6
120**N 7+ WR + Fungizid (100%AWM)	52,3	58,9	61,1
Mittel	50,0	53,5	57,2

\*80 bzw. 160\*\* kg N/ha bei Weizen

Der Einfluss der unterschiedlichen Faktoren auf die Stärkegehalte und Stärkeerträge ergibt sich aus der zusammenfassenden Darstellung in Tabelle 5 eine differenzierte Bewertung der Getreidearten. Winterroggen erzielt im Durchschnitt aller Stufen, Orte und Jahre mit 57,2 dt/ha die höchsten Kornerträge und gleich hohe Stärkerträge wie Triticale (31,4 dt/ha). Im Stärkegehalt, berechnet auf einen Trockensubstanzgehalt von 100 %, liegt Triticale mit 67,8 % vor Weizen (66,2 %) und Roggen (63 %) und bestätigt somit die getreideartenspezifischen Unterschiede. Die bereits unter Beachtung des standortspezifischen mineralischen Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes angepassten Intensitäten lassen nach bisherigem Auswertungsstand auch keine gravierenden unterschiedlichen Einflüsse auf den Stärkegehalt erkennen. Die Höhe der Stickstoffdüngung wirkt sich indirekt über die höheren Kornerträge auf die Stärkerträge aus.

Tabelle 5: **Kornertrag, Stärkegehalt und Stärkeertrag im Mittel von 3 Prüforten, 2003 - 2004**

Kultur	Kornertrag dt/ha, 86 % TS	Stärkegehalt % (100 % TS)	Stärkeertrag dt/ha (100 % TS)
Roggen	57,2	63,0	31,4
(Streubreite)	(16,2 – 100,9)	(59,3 – 66,5)	(8,3 – 55,6)
Triticale	53,5	67,8	31,4
(Streubreite)	(19,1 – 81,9)	(64,7 – 70,4)	(11,3 – 49,5)
Weizen	50,0	66,2	28,4
(Streubreite)	(11,9 – 97,6)	(61,8 – 70,7)	(6,3 – 59,7)

Stärkeuntersuchungen durch Landeslabor Brandenburg

Die Kenntnisse über die geeignetsten Sorten für den Anbau von Bioethanolgetreide sind noch sehr lückenhaft und die stärkeorientierten anbautechnischen Untersuchungen stehen erst am Anfang. Die für die Untersuchungen ausgewählten Sorten, Winterroggen [Picasso (H) und Matador (P)], Winterweizen [Capo (E), Tiger (A), Terrier (B) und Hybnos 1 (C)] sowie Lamberto bei Triticale, liegen nach bisherigen Auswertungen in den Landessortenversuchen (Stärkegehalte) im vorderen Sortimentsfeld und sind anbau- und ertragsbewährte Sorten in Brandenburg. In der folgenden Tabelle 6 werden deshalb die Sorteneffekte bei den drei Getreidearten dargestellt. Es zeigt sich anhand dieser Untersuchungsergebnisse (Triticale = 30; Roggen = 60; Weizen = 120), dass Sorten, die ein hohes Kornertragsvermögen mit einem genetisch bedingten niedrigen Proteingehalt kombinieren, an sich besonders geeignet sind.

Tabelle 6: **Kornertrag, Stärkegehalt und Stärkeertrag bei Wintergetreide nach Sorten, Mittel von 3 Prüforten, 2003 - 2004**

Kultur	Sorte	Kornertrag dt/ha, 86 % TS	Stärkegehalt % (100 % TS)	Stärkeertrag dt/ha (100 % TS)
Roggen	Picasso	60,4	63,1	33,2
	Matador	54,0	63,0	29,6
Triticale	Lamberto	53,5	67,8	31,4
Weizen	Capo (E)	54,6	65,8	26,7
	Tiger (A)	46,3	65,1	25,4
	Terrier (B)	53,4	66,4	27,0
	Hybnos 1 (C)	67,5	67,7	34,2

In Abbildung 1 wird der witterungsbedingte Jahreseinfluss anhand des Ertrages einerseits und des Stärkegehaltes andererseits für die 3 Getreidearten veranschaulicht. Die Häufigkeiten der Stärkegehalte bei den einzelnen drei Fruchtarten zeigt die Abbildung 2.

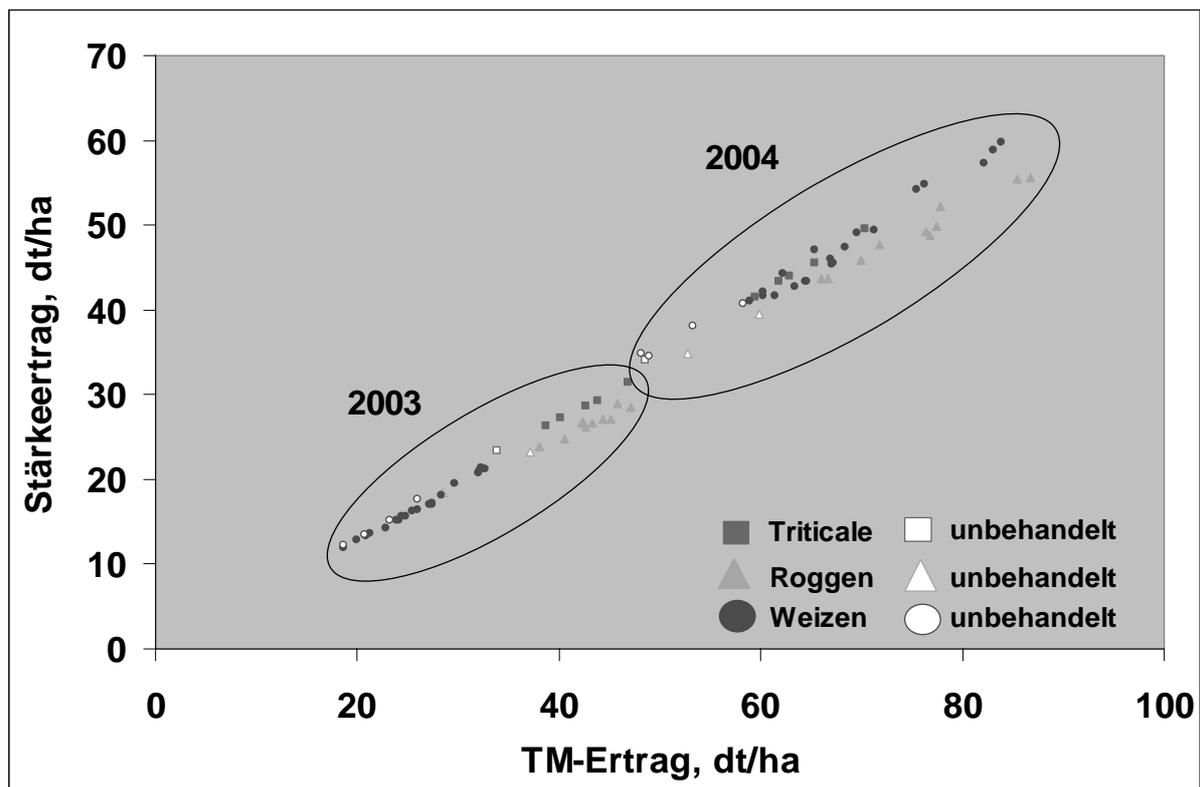


Abbildung 1: **Stärke- und Trockenmasseertrag bei Triticale, Roggen und Weizen, Güterfelde 2003 und 2004**

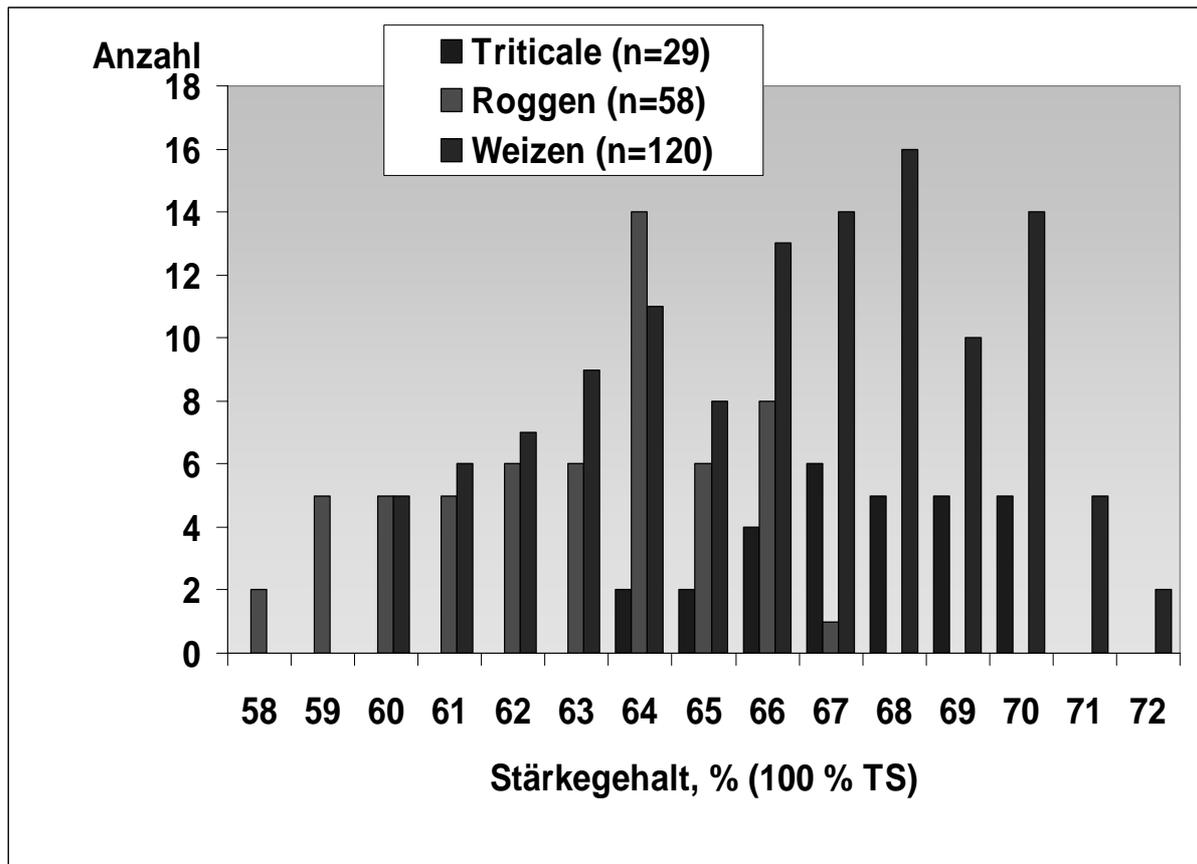


Abbildung 2: Häufigkeiten der Stärkegehalte an 3 Prüforten Brandenburgs, 2003 - 2004

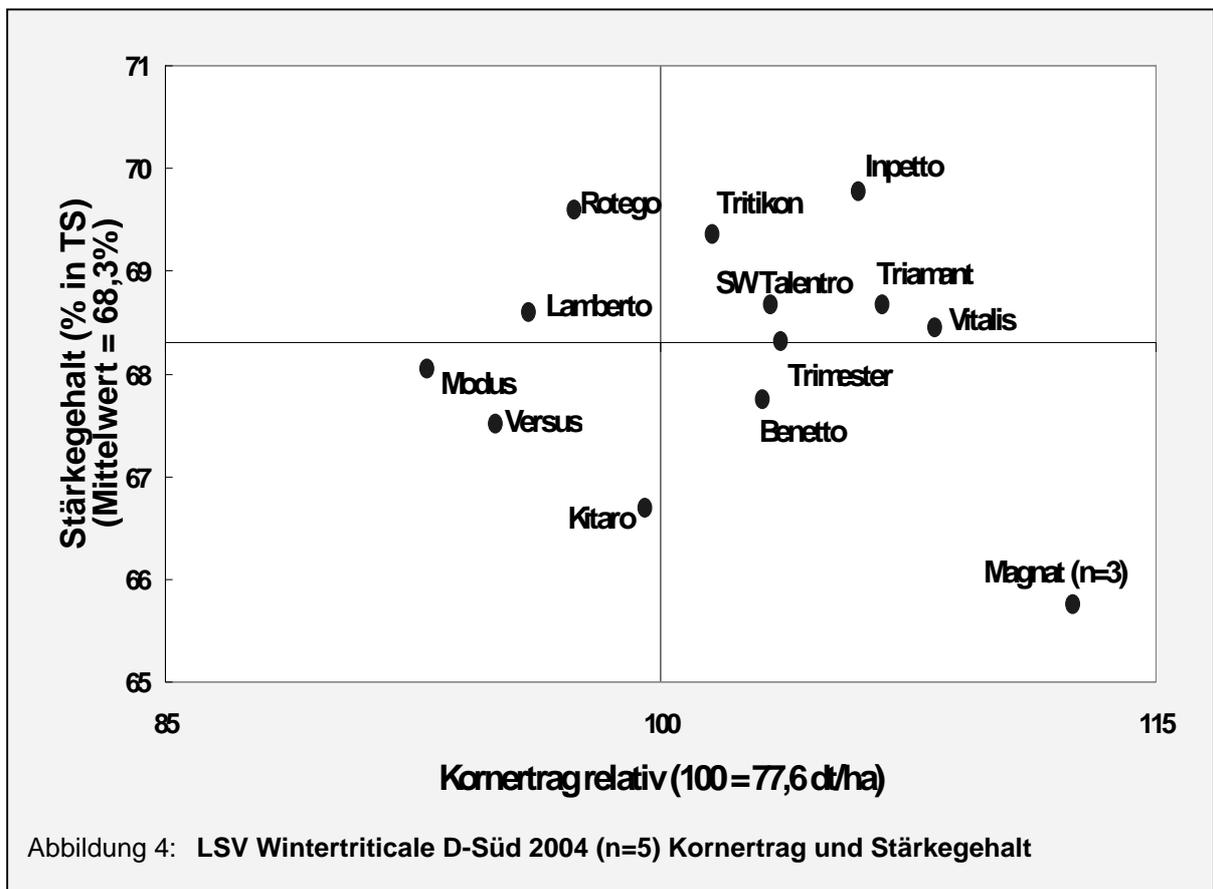
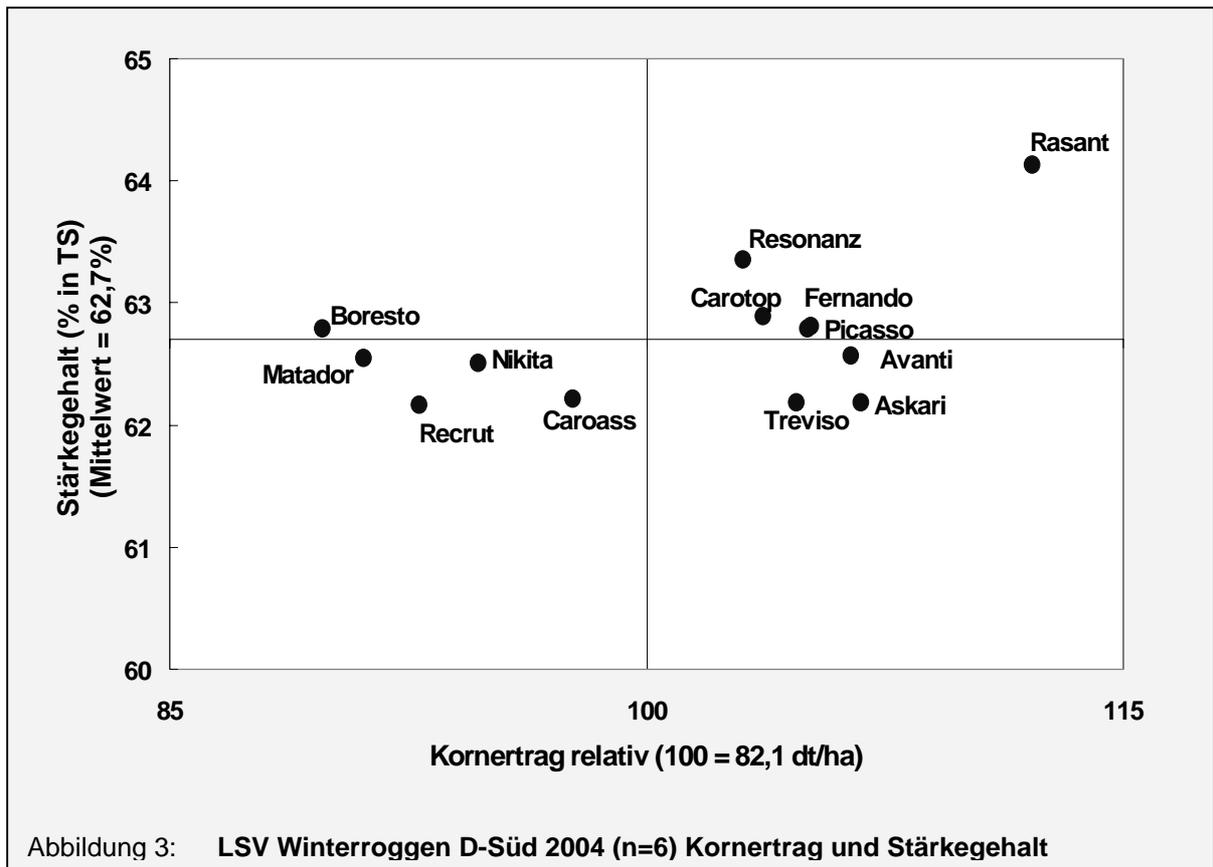
In den für die Bioethanolproduktion entscheidenden Kriterien zu den Anteilen vergärbare Stärke und Alkoholergiebigkeit liegen unsererseits bisher noch keine Untersuchungen vor. Bekannt ist jedoch aus ersten Untersuchungen in den alten Bundesländern, dass bei gleichen Stärkegehalten sorten- und standortbezogen durchaus unterschiedliche Ethanolausbeuten vorliegen können. Auf dieser Grundlage werden erste Kalkulationen aus diesen Untersuchungen vorgestellt.

Ergebnisse zu Stärkegehalten der in den LSV auf D-Süd-Standorten geprüften Winterroggen- und Wintertriticale Sorten liegen z.Z. einjährig aus der Ernte 2004 vor. Die Angaben lassen daher nur grobe Einschätzungen von Tendenzen zu, die in weiteren Jahren der Überprüfung bedürfen. Es lassen sich folgende Tendenzen der Sorteneignung erkennen:

Im Sortiment Winterroggen (Abbildung 3) bestehen z. Z. nur geringe Sortenunterschiede im Stärkegehalt. In den Prüfungen wurde bei ortsüblich optimaler Bestandesführung ein durchschnittlicher Stärkegehalt von 62,7% (Basis 100% TS) ermittelt. Einzig die Sorte Rasant übertraf 2004 bei hohem Kornertrag die Stärkegehalte der übrigen Sorten um etwa 1,5 bis 2%. Allerdings weist die Sorte in der Mutterkornanfälligkeit ein größeres Risiko auf. Auch Resonanz erreichte bei geringerem Kornertragsniveau tendenziell höhere Stärkegehalte, ist jedoch ebenfalls erst einjährig geprüft.

Aufgrund der insgesamt geringen Sortendifferenzierung im Stärkegehalt erscheinen aufgrund ihrer mehrjährig nachgewiesenen Leistungen in den LSV auch die empfohlenen Hybridsorten Picasso, Fernando, Askari sowie die Populationssorten Boresto und Recrut geeignet.

Im Mittel der Prüfsortimente Wintertriticale des Jahres 2004 (Abbildung 4) wiesen die Triticale Sorten einen um ca. 5% höheren Stärkegehalt als die Roggensorten auf, der bei 68,3% (Basis 100% TS) lag. Die Sortendifferenzierung ist ausgeprägter als bei Roggen. Die einjährig geprüfte Sorte Inpetto erreichte bei hohem Kornertrag etwa 1,5% über dem Mittel liegende Gehalte. Auch Triticale lieferte bei etwas geringerem Ertragsniveau gute Stärkegehalte. Von den z.Z. empfohlenen Sorten erscheinen bei allerdings nur gut mittlerem Stärkegehalt SW Talentro und Vitalis aussichtsreich.



### Fazit für die Erzeugung von Bioethanolgetreide:

- Die Stärkegehalte des Roggens mit durchschnittlich 63 % in der Trockenmasse fallen im zweijährigen Vergleich zu Triticale, ca. 68 %, und Weizen, ca. 66 % niedriger aus.
- Winterroggen weist aber dafür das höchste und sicherste Standortpotential auf.
- Wintertriticale wird auf den Weizengrenzstandorten sandiger Böden eine Alternative darstellen.
- Der Stärkeertrag korrelierte eng mit den Kornerträgen.
- Die Stärkegehalte der Getreidearten werden außer der Sorte auch durch den Standort und das Jahr beeinflusst.
- Als **Empfehlung zur Anbaustrategie 2005/06** auf den leichten Standorten kann vorläufig gelten:
  - N-Gaben am Ertragspotential der Standorte ausrichten, aber überzogene N-Gaben vermeiden.
  - N-Düngung bei Roggen und Triticale (2 Gaben) mit eventuell erhöhter 1. Gabe; Abschluss bis Ende Schossen.
  - N-Düngung bei Weizen ebenfalls die Aufwandmengenhöhe nach vorn ziehen und keine klassische Spätdüngung, da ansonsten eher der Proteingehalt begünstigt wird.
  - Bei stabilisierten N-Düngern ist nach bisherigen Untersuchungen eine Gabe zu reduzieren. Die standortoptimale N-Höhe kann dabei um etwa 15 % vermindert werden.
  - Auch für die Ethanolgetreideproduktion zeigen die zweijährigen Untersuchungen einen positiven Effekt bei mittlerem Pflanzenschutzmitteleinsatz, insbesondere jedoch bei hoher Ertragerwartung (2004) oder starkem Befallsdruck durch Blattkrankheiten.
  - Die Sortenwahl für Ethanolgetreide kann ab Ernte 2005 auf der Basis 2-jähriger Prüfergebnisse weiter präzisiert werden.

## Bioethanol – Aussichten der Züchtung zur Steigerung des Rohstoffpotenzials von Roggen und Weizen

Thomas Blumtritt, Lochow-Petkus GmbH

Die Wirtschaftlichkeit im Anbau und Verarbeitung von Bioethanolgetreide werden wesentlich durch das komplexe Merkmal Kornertrag, den Stärkegehalt sowie die Mykotoxinbelastung (Mutterkorn, Fusarium) beeinflusst.

Der Kornertrag wird auch weiterhin das wichtigste Zuchtziel bleiben, denn hohe Kornerträge sind die Basis des Landwirts für eine gute Wirtschaftlichkeit.

Untersuchungen von bundesweiten Landessortenversuchen - Ergebnissen aus den Jahren 2000 – 2003 (148 Standorte) ergaben, dass Hybridroggen auf den leichten und mittleren Böden das höchste biologische Kornertragspotenzial unter den beobachteten Getreidearten besitzt. Winterweizen ist ab einem Standortpotenzial<sup>1</sup> von ca. 90 dt/ha Winterweizen den anderen Arten überlegen.

Um die Wettbewerbsfähigkeit von Roggen weiter zu stärken, hat Lochow-Petkus die Mittel für die Kornertragszüchtung weiter verstärkt. Mittel- und langfristig werden daher Roggen und Weizen einen ähnlichen Ertragsfortschritt realisieren, der für andere Getreidearten aufgrund des begrenzten Marktpotenzials nur schwer zu realisieren sein wird.

Die bei den Bioethanolanlagen Zörbig, Schwedt und Zeitz als Nebenprodukt anfallende Schlempe wird als Proteinfuttermittel vorrangig in der Rinderfütterung eingesetzt. Da Mykotoxine im Gärprozess nicht abgebaut werden, spielen Unterschiede in der Mutterkornanfälligkeit bei Roggen und Fusariumanfälligkeit bei Weizen eine wesentliche Rolle.

Beim Roggen haben die Landwirte immer wieder mit zu hohen Mutterkorn – Besatzwerten zu kämpfen. Diese traten insbesondere bei den hochertragreichen Hybridsorten auf. Lochow-Petkus hat in den letzten zehn Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen, um hier Fortschritte zu erzielen: PollenPlus als Ergebnis dieser langjährigen Entwicklungsarbeit ist eine neue Technologie von Lochow-Petkus. Sie befähigt unsere neuen Hybridroggensorten, sehr hohe Mengen an Pollen zu bilden. Die Bestände sind damit deutlich besser gegen Mutterkorn geschützt. Gleichzeitig steht PollenPlus neben hoher Abwehrkraft gegen Mutterkorn auch für ein hohes agronomisches Leistungspotenzial.

Seit Ende der 90er Jahre war ein deutlicher Anstieg des Fusariumbefalls in Deutschland speziell bei Weizen und Triticale zu verzeichnen. Resistenzzüchtung ist hier die wichtigste Maßnahme zur Verringerung der Mykotoxinbelastung.

Inzwischen stehen laut Beschreibender Sortenliste 2004 aktuell 59 Winterweizen - Sorten zur Verfügung, die im Merkmal Anfälligkeit für Ährenfusarium mindestens mit der Note 4 (gering bis mittel) eingestuft waren. Darunter befinden sich zunehmend auch Sorten, die über hohen Kornertrag und gute Standfestigkeit bzw. eine geringere Pflanzenlänge verfügen. Weitere Zuchtfortschritte sind zu erwarten, da interessante Resistenzquellen zur Verfügung stehen.

Hohe Stärkegehalte gewährleisten dem Verarbeiter in der Regel hohe Alkoholausbeuten. Ein hohes Hektoliter-Gewicht und eine gute Kornausbildung mit mittlerem bis hohem Tausendkorngewicht sowie mittlere bis niedrige Rohproteingehalte sind für eine hohe Stärkeausbeute vorteilhaft.

Ertragsstarke B- oder C-Weizen, aber auch proteinschwache A–Sorten erreichen im Gegensatz zu E- oder A–Weizen höhere Stärkegehalte.

Im aktuellen Roggensortiment sind keine wesentlichen Unterschiede im Stärkegehalt festzustellen. Erste Forschungsprojekte auf Züchterebene zur Steigerung des Stärkegehalts laufen derzeit an.

Auffallend bei der Betrachtung der zzt. vorliegenden Daten zum Thema Stärkegehalt ist, dass Weizen gegenüber Roggen je nach Herkunft, Sorte etc. etwa um 4 – 5%-Punkte höhere Stärkegehalte aufweist. Dieser Unterschied wird bei der Ethanolausbeute jedoch deutlich geringer. Dies weist darauf hin, dass bei der Vergärung von Roggen weitere Bestandteile außerhalb der Stärke relevant sind.

Generell bleibt beim Thema Stärkegehalt und Ethanolausbeute festzuhalten, dass die momentan vorhandene Datendecke noch relativ dünn ist. Forschungsarbeit und Praxiserfahrungen werden hier weitere Erkenntnisse liefern.

Anschrift: Thomas Blumtritt, Lochow-Petkus GmbH, PF 1197, 29296 Bergen  
Tel.: +49 5051 – 477161 Fax.: +49 5051 – 477165  
E-Mail: blumtritt@lochow-petkus.de

---

<sup>1</sup> gemessen in Kornertrag Winterweizen pro ha

## **Grundlagen der Bioethanolproduktion unter Verwendung des Rohstoffs Triticale**

PD Dr. Thomas Senn, Universität Hohenheim, Institut für Lebensmitteltechnologie,  
Fachgebiet Gärungstechnologie mit Forschungs- und Lehrbrennerei

### **Einleitung**

Die Herstellung von Ethanol zu Beimischungszwecken in großtechnischen Erzeugungsanlagen wird nach wie vor eher kritisch gesehen, da bisherige Studien jeweils nur eine knapp positive Energiebilanz aufzeigen. In der politischen Diskussion wird also davon ausgegangen, dass für die Herstellung einer Energiemenge von 1 MJ in Form von Ethanol nahezu auch 1 MJ an fossiler Energie verbraucht wird. Hinzu kommt, dass der erzielbaren Reduktion der Emission von Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) eine Erhöhung der Emissionen von Gasen mit Versauerungspotential (SO<sub>2</sub>-Äquivalenten) entgegensteht (Stelzer). Dies soll anhand einer Energiebilanz der klassischen Alkoholproduktion aus Getreide, unter Berücksichtigung des Hohenheimer Dispergier-Maisch-Verfahrens (DMV), mit der erforderlichen Schlempeetrocknung aufgezeigt werden:

Diese Bilanz zeigt, dass bei der klassischen Alkoholproduktion unter Einsatz von 1 MJ in Form fossiler Energie 1,3 MJ in Form von Ethanol gewonnen werden können (Tab. 1). In Verbindung mit den auch vorhandenen negativen Auswirkungen auf das Versauerungspotential scheint die Kritik an der großtechnischen Treibstoffalkoholproduktion aus diesem Blickwinkel berechtigt zu sein. Unter Einsatz modernster Destillations- und Trocknungstechnik und der Nutzung großtechnischer Anlagen ist es jedoch heute möglich, dieses Output : Input-Verhältnis auf bis zu 1,6:1 zu steigern. Dies entspräche bereits einem Energie-Gewinn von 60%, der nicht mehr vernachlässigbar ist. Diese Technologie ist jedoch nur in Anlagen umsetzbar, die täglich mindestens 100.000 IA erzeugen!

Es stellt sich jedoch die Frage, ob Ethanol auf diese Art und Weise hergestellt werden muss, oder ob es nicht Alternativen gibt?

### **Konzept der nachhaltigen Bioethanolproduktion**

Aufgrund solcher Überlegungen wurde vom Bundesverband der landwirtschaftliche Rohstoffe verarbeitenden Brennereien unter Vorsitz von Herrn Spradau eine Studie zur Bilanzierung der Ethanolproduktion in mittelständischer Größenordnung und unter Einbeziehung einer Biogasproduktion beim Fachgebiet Gärungstechnologie des Instituts für Lebensmitteltechnologie an der Universität Hohenheim und der VLSF in Berlin (Bewertung des Einsatzes von ETBE) in Auftrag gegeben.

Ein solches System der Alkoholproduktion ist in Abbildung 1 dargestellt:

Im ethanolerzeugenden landwirtschaftlichen Betrieb wird die erforderliche Getreidemenge produziert. Zusätzlich erfolgt auf einem Drittel der Fläche die Produktion einer Blattfrucht (Fruchtfolge) als Co-Substrat für die Biogasproduktion. Das Getreide wird in der Brennerei zu Ethanol verarbeitet, wobei je Liter Ethanol etwa 10 Liter Schlempe anfallen. Diese Schlempe wird von den Feststoffanteilen befreit, welche als Futtermittel dienen. Die Dünnschlempe wird zusammen mit dem Co-Substrat in die Biogasanlage gegeben. Das entstehende Biogas wird genutzt, um mittels eines Dampferzeugers die Brennerei mit Energie zu versorgen. Überschüssiges Biogas wird in einem BHKW verstromt, wobei wiederum zumindest teilweise nutzbare Wärme entsteht. Das ausgefaulte Material dient als Dünger für die genutzten landwirtschaftlichen Flächen. So wird neben dem Kohlenstoff-Kreislauf auch der Stickstoff-Kreislauf zu mindestens 60% geschlossen.

Wie bereits festgestellt, muss auf der für die Fruchtfolge genutzten Fläche nicht unbedingt Raps angebaut werden. Als Alternative hierzu wäre neben Silomais auch die Produktion etwa von Gras und Grassilage gegeben. Auf der Basis dieses nachhaltigen Konzeptes ergibt sich dann die in Tabelle 2 dargestellte Energiebilanz für die Alkoholproduktion.

Damit können bei nachhaltiger Ethanolproduktion mit 1 MJ fossiler Energie 2,5 MJ an Energie in Form von Ethanol, Strom und Wärme bereitgestellt werden. Darüber hinaus muss festgehalten werden, dass je t geernteten Getreides zusätzlich 1 t Stroh anfällt. Geht man realistischer Weise davon aus, dass zwei Drittel der anfallenden Strohmenge (17,3 MJ/kg Stroh) geborgen und energetisch genutzt

werden können, so fallen je t Getreide zusätzlich 11.418 MJ an. Für die Strohbergung werden bezogen auf 1 t Getreide jedoch nur 250 MJ benötigt. Damit ließe sich der Energie-Ertrag je produzierte 1 t Getreide auf ca. 20.000 MJ steigern. Dieser entspräche dann einem Verhältnis von Energie-Gewinn / Energie-Eintrag von 1 : 3,47. Jedoch ist auch die Strohbergung nur in einer mittelständischen Struktur der Alkoholerzeugung logistisch zu bewältigen. Die nachhaltige und energetisch überaus sinnvolle Produktion von Treibstoffalkohol ist demnach vor allem in Anlagen mit einer maximalen Jahreskapazität von 10 Mio IA realisierbar.

Für die wirtschaftliche Betrachtung einer solchen Anlage wurden die Produktionskosten in derartigen Anlagen unter den gegebenen landwirtschaftspolitischen Voraussetzungen und unter der Annahme einer kompletten Neu-Errichtung dieser Anlagen einschließlich einer Absolutierung des Ethanols kalkuliert. Auch die Biogasanlage einschließlich BHKW wird als neu zu errichten betrachtet. Ebenso sind alle Kosten der Getreideproduktion, wie auch die der Ausbringung der ausgefaulten Schlempe und auch sämtliche Lagerkosten, Gebäude-, Fahrwege- und Arbeitskosten erfasst worden. Daraus ergeben sich die in Tabelle 3 dargestellten Produktionskosten in Abhängigkeit von der Anlagengröße (Die Kosten für die Bioethanolproduktion wurden von L. Gekle, Universität Hohenheim -410-, berechnet).

Bei der größten der kalkulierten Anlagen liegen die Produktionskosten von Ethanol im nachhaltigen System demnach unter 45 Cent/l Ethanol. Werden jedoch für kleinere Anlagengrößen bereits vorhandene Anlagen der aus dem Monopol ausgeschiedenen gewerblichen Brennereien genutzt, so lassen sich auf diesem Wege die Investitionskosten deutlich senken, sodass auch für solche Anlagen die Herstellungskosten auf etwa 50 Cent gedrückt werden können. Für die Produktion von Silomais im Rahmen einer Fruchtfolge stellen sich die Produktionskosten wie in Tabelle 4 gezeigt dar.

Bei der Produktion und Cofermentation von Maissilage in der Biogasanlage ergeben sich etwas höhere Produktionskosten als bei der Alternative Raps. Jedoch wird hier deutlich, dass die Kosten ebenfalls unter 45 Cent je IA liegen, wenn ein heute durchaus realisierbarer Trockensubstanzgehalt von 12% in der Biogasanlage gefahren wird, wodurch diese deutlich kleiner ausfallen kann.

Wird in diesem System der Alkoholproduktion zusätzlich das anfallende Stroh genutzt, kann davon ausgegangen werden, dass die Produktionskosten durch diese Maßnahme weiter gesenkt werden können.

Bei all diesen Betrachtungen darf aber auch die ökologische Bilanz einer solchen Vorgehensweise nicht außer acht gelassen werden. So haben bereits Stelzer und Kaltschmitt in ihren Arbeiten gezeigt, dass die ökologisch nicht durchgehend positive Bilanz einer großtechnischen Alkoholproduktion im Annex zu einer Zuckerfabrik durch die Einbindung einer Biogasproduktion positiv gestaltet werden kann. Im Jahre 2002 konnte dann aber im Rahmen eines Life-Cycle-Assessments von Wang gezeigt werden, dass auch die Ethanolproduktion auf dem gegenwärtigen Stand der Technik bei der ökologischen Bilanzierung durchaus positiv ausfällt. Dies wird auch durch die neueste FNR-Studie, die unter Federführung von meo consult erstellt wurde bestätigt.

### **Triticale als Rohstoff für die Ethanolproduktion**

Triticale ist ein für die Ethanolproduktion in besonderer Weise geeignetes Getreide. Neben hohen Stärkegehalten und niederen Pentosangehalten weisen Triticalesorten weitere Eigenschaften auf, die sich im Besonderen darin zeigen, dass sich bestimmte Triticalesorten besonders gut in Maischprozessen verarbeiten lassen und dabei zu Maischen führen, die auffallend niedere Viskositäten im Vergleich zu anderen Getreidearten aufweisen. Um diese Eigenschaften auch bei anderen Getreidearten charakterisieren zu können, wurden bereits in den 80'er und 90'er-Jahren geeignete Methoden entwickelt.

Bei ersten Untersuchungen von Getreidearten auf ihre Eignung zur Ethanolproduktion stellte sich heraus, dass die Methoden der Stärkebestimmung nach Ewers bzw. Clendenning kaum für diese Zwecke geeignet waren. Es wurde daher die Methode zur Bestimmung der „Vergärbaren Substanz“ (VS) entwickelt, die darauf beruht, dass das fein vermahlene Getreide mit technischen Enzymen verflüssigt und über Nacht verzuckert wird. Im Anschluss daran werden die vergärbaren Zucker mittels HPLC bestimmt und dann als Stärke berechnet. Auf diese Weise erhält man in der Regel höhere Stärkegehalte als mit den klassischen Methoden, jedoch bessere Korrelationen mit den Alkoholausbeuten, auch über verschiedene Getreidearten hinweg.

Eine weitere Methode zur Beurteilung der Eignung von Getreide zur Ethanolproduktion ist die Bestimmung des „Autoamylolytischen Quotienten“ (AAQ). Zur Ermittlung des AAQ werden zwei Labor-Gärversuche durchgeführt, wobei im einen Falle eine optimale Kombination von Verflüssigungs- und Verzuckerungsenzymen eingesetzt wird, während im anderen Fall ganz auf Enzyme verzichtet wird. Nach einer Gärdauer von drei Tagen werden die Ansätze abdestilliert und die jeweiligen Alkoholausbeuten ermittelt. Der AAQ gibt dann prozentual an, wie hoch die Ethanolausbeute ohne Enzyme war, bezogen auf den Ansatz mit Enzymen. Liegt der AAQ einer Triticaleprobe über 95, so könnte diese Probe im Prinzip ganz ohne Enzyme verarbeitet werden, was in Batch-Prozessen durchaus realisierbar ist.

Da geeignete Triticalesorten sowohl hohe VS-Gehalte als auch einen hohen AAQ aufweisen liegt nahe, dass diese Sorten auch sehr gut für die Ethanolgewinnung geeignet sind. Zusammen mit den unproblematischen Pentosangehalten in Triticale sind damit in diesem Getreide hervorragende Bedingungen für eine Verarbeitung in der Alkoholtechnologie gegeben. Dies wird auch in der Abbildung 2 deutlich, die aufzeigt, wie gering der Einfluss zugesetzter Enzyme auf das erhaltene Zuckerspektrum in der jeweiligen Maische ist. Hohe autoamylolytische Enzymaktivitäten und leichte Angreifbarkeit der Triticalestärke führen so zu einem optimalen Verhalten dieser Getreideart in Maischprozessen. Da die Züchtung bisher jedoch weitgehend auf Backeigenschaften ausgerichtet ist, ist es dringend geboten, durch weiterführende Arbeiten die wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine gezielte, auf die Alkoholproduktion ausgerichtete Getreide-Züchtung zu legen.

PD Dr. Thomas Senn  
Universität Hohenheim  
Institut für Lebensmitteltechnologie –150 f-  
FG Gärungstechnologie  
Garbenstraße 23  
70593 Stuttgart

Tabelle 1: **Energiebilanz der klassischen Alkoholproduktion**

Verfahrensschritt	[MJ/t Getreide]
Getreideproduktion	-1.367
Getreidelagerung	-150
Ethanolproduktion großtechnisch	-2.500
Schlempetrocknung	-2.400
Summe Ethanolproduktion	-6.417
Energiegehalt Ethanol (400 IA/t Getreide)	8.480
Energie-Ertrag / t Getreide	2.063
Verhältnis Energie-Gewinn / Energie-Eintrag	1,32

Abbildung 1: **Vereinfachtes Schema der Produktion von Bioethanol in der Landwirtschaft**

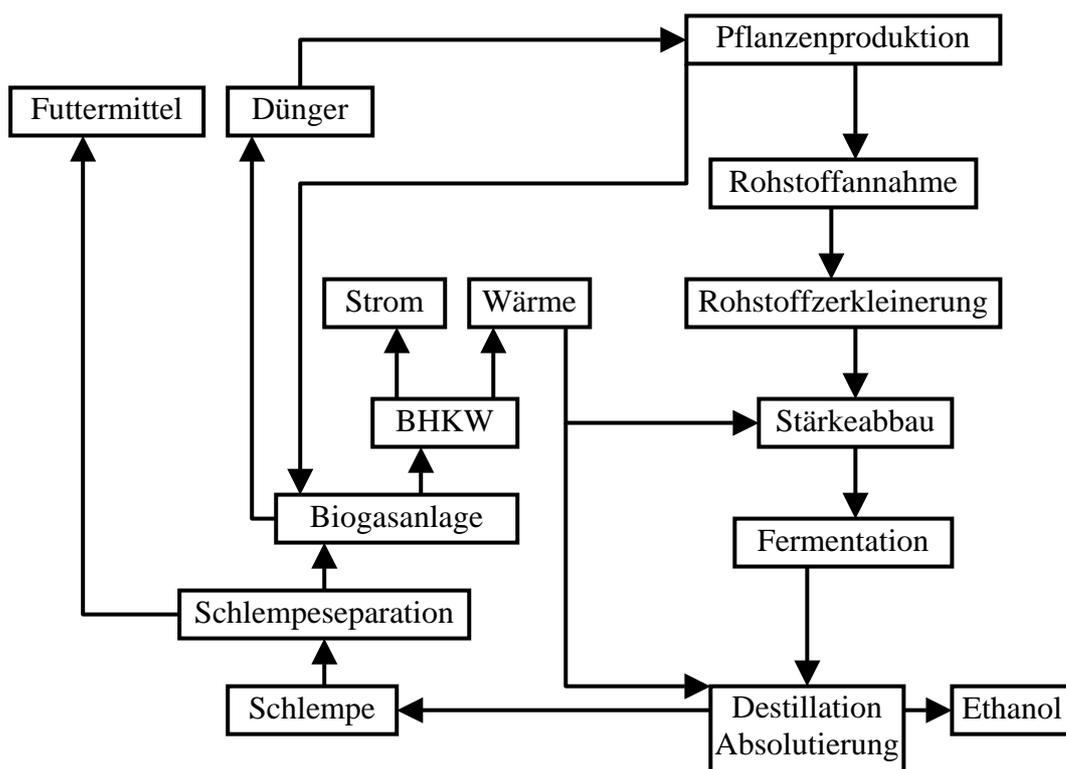


Tabelle 2: **Energiebilanz der dezentralen nachhaltigen Ethanolproduktion**

Verfahrensschritt	[MJ/t Getreide]
Getreideproduktion	-1.367
Getreidelagerung	-150
Rapsproduktion	-587
Rapslagerung	-98
Ethanolkonversion	-2.564
Summe Ethanolproduktion	-4.766
Energiegehalt Ethanol (400 IA / t Getreide)	8.480
Energieproduktion über Biogas	-992
Energie aus Biogas	4.987
Energiegutschrift für Dünge-N der Schlempe	990
Summe Energiegehalt der Energie-Produkte	14.457
Energie-Ertrag je t Getreide	8.699
Verhältnis Energie-Gewinn / Energie-Eintrag	2,51

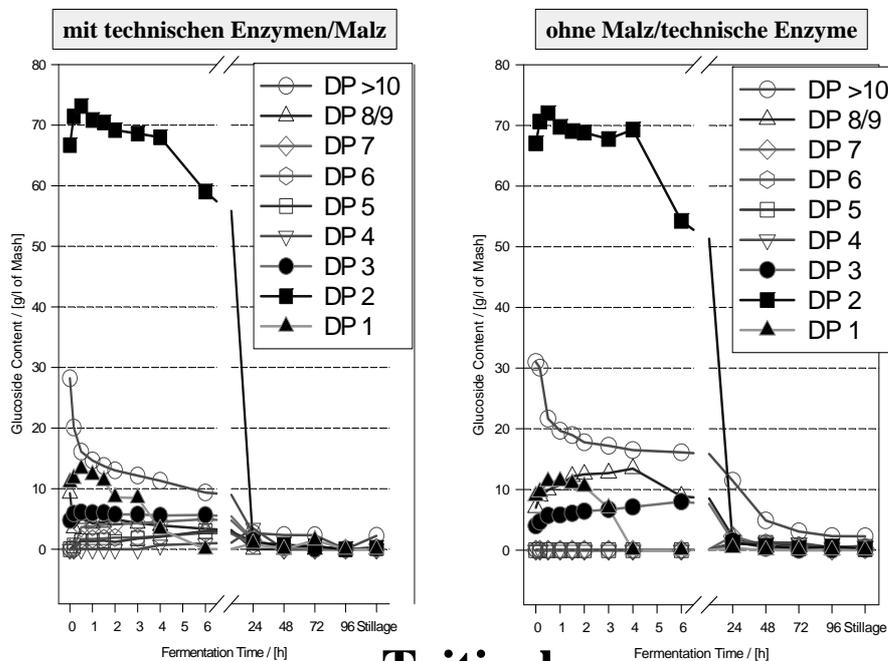
Tabelle 3: **Kosten der dezentralen nachhaltigen Ethanolproduktion in Abhängigkeit von der Anlagengröße**

Größe der Brennereianlage		9.000.000 l A	5.000.000 l A	2.000.000 l A
Blattfrucht		Raps	Raps	Raps
Trockensubstanzgehalt im Fermenter		7 %	7 %	7 %
Werte beziehen sich auf 1.000 l A		Verweildauer HRT = 25 d		
Summe Kapitalbedarf		1.806	2.072	2.634
Kapitalkosten	€	248	281	342
laufende Kosten	€	389	397	411
Arbeitskosten	€	92	108	147
Betriebsleitung	€	24	36	72
Summe Kosten	€	753	822	972
Subventionen	€	201	201	201
Energieerträge	€	112	112	112
Summe Leistungen	€	313	313	313
Produktionskosten für Alkohol	€	441	510	659
Nicht bewertete nutzbare Wärme	kWh	557	557	557

Tabelle 4: **Kosten der dezentralen nachhaltigen Ethanolproduktion in Abhängigkeit der TS in der Biogasanlage**

Größe der Brennereianlage	9.000.000 I A	9.000.000 I A
Blattfrucht	Silomais	Silomais
Trockensubstanzgehalt im Fermenter	7 %	12 %
Werte beziehen sich auf 1.000 I A	Verweildauer HRT = 25 d	
Summe Kapitalbedarf	2.771	2.451
Kapitalkosten	€ 390	354
laufende Kosten	€ 469	434
Arbeitskosten	€ 134	124
Betriebsleitung	€ 24	24
Summe Kosten	€ 1017	937
Subventionen	€ 201	201
Energieerträge	€ 299	299
Summe Leistungen	€ 500	500
Produktionskosten für Alkohol	€ 517	437
Nicht bewertete nutzbare Wärme	kWh 2.881	2.881

Abbildung 2: **Glucosidgehalte in Triticalemaischen während der Fermentation. (DP= Degree of polymerisation, DP 1 = Glucose, DP 2 = Maltose ...)**



**Triticale**

## Bioethanolerzeugung – Chancen und Perspektiven

Sven Rüße und Dr. Michael Kuhn, NBE Nordbrandenburger BioEnergie GmbH & Co.KG

In Europa gewinnt das Thema „biogene Kraftstoffe“ immer mehr an Bedeutung. Der Rat der Europäischen Union und das Europäische Parlament haben am 8. Mai 2003 eine Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen im Verkehrssektor beschlossen.

Damit soll sichergestellt werden, dass Ende 2005 Otto- und Dieselmotorkraftstoffe wenigstens 2 % energieäquivalent an Biokraftstoffen enthalten. Bis Ende 2010 soll ein Wert von 5,75 % erreicht werden.

Hintergrund hierfür ist die Klimapolitik und das damit verbundene Ziel des Kyoto-Protokolls, die Treibhausemissionen in der EU bis 2012 um 8 % zu senken. Zum anderen soll mit der Abkehr von mineralischen Kraftstoffen eine größere Unabhängigkeit bzw. eine höhere Versorgungssicherheit von Öl- und Erdgasimporten erzielt werden.

Auf der Grundlage eines solchen Klimaschutzkonzeptes soll mit dem Einsatz alternativer Kraftstoffe im Verkehrsbereich eine deutliche Reduzierung der verkehrsbedingten Emissionen erreicht werden.

Diese Hintergründe machen es erforderlich, die Anstrengungen für einen erweiterten Biokraftstoffeinsatz zu forcieren und die dazu nötigen Mittel und Instrumente bereitzustellen.

Die NBE Nordbrandenburger BioEnergie GmbH & Co. KG betreibt in Schwedt/Oder eine Bioethanolanlage zur Vergärung von Getreide, insbesondere Roggen, zu Bioethanol. Diese Vergärung ist eine mikrobiologische Umsetzung, im fachlichen Sprachgebrauch auch als anaerobe Fermentation bezeichnet, und wird in Analogie zur Trinkalkoholerzeugung durchgeführt. Zum Erreichen eines Alkoholgehaltes von 99,8 % wird der destillierte und rektifizierte Alkohol mittels Molekularsieb getrocknet. Als Koppelprodukt entsteht Getreidepressschlempe.

Kapazität:	ca. 180.000 t/a Bioethanol ca. 200.000 t/a Futtermittel (88 % TS)
Arbeitsplätze:	~100 (davon etwa 10 Ausbildungsplätze)
Investition:	ca. 49 Mio. Euro
Rohstoff:	Getreide (Roggen, Triticale, Weizen, u.a. )
Produkte:	Hauptprodukt: Bioethanol Koppelprodukt: Futtermittel, CO <sub>2</sub>

Durch das Vorhaben wird der steigende Bedarf an Ethanol als biogene Komponente in Ottokraftstoffen bedient. Das anfallende Koppelprodukt ist in der Fütterung von sämtlichen landwirtschaftlichen Nutztieren einsetzbar und verfügt mit seinen Inhaltsstoffen noch über die Mineralstoffe und die Proteine des Getreideeingangsmaterials. Die Abwesenheit der Stärke, der hohe Proteinanteil, sowie der Gehalt an Hefe machen dieses Futtermittel zu einer vorzüglichen Futterergänzung in der landwirtschaftlichen Tierproduktion.

Nach Angaben des Potsdamer Landwirtschaftsministeriums sichert der Roggeneinsatz für die Bioethanolproduktion etwa 500 bäuerliche Arbeitsplätze.

Die unterschiedlichen Getreidesorten (Roggen, Gerste, Weizen, Triticale, u.a.) werden per LKW angeliefert und über Schüttgossen und Fördereinrichtungen in eines der 8 Silos transportiert. Aus diesem Getreidepuffer werden die Hammermühlen versorgt, die das Getreide fein vermahlen, dessen Stärke auf diese Weise leichter enzymatisch gespalten werden kann. Das Getreidemehl wird mit Wasser, teilweise rückgeführter Dünnschlempe und Enzymen gemischt. Diese Maische wird dann kontinuierlich zu den Kochbehältern gepumpt. Dort wird sie für einen weiteren Aufschluss erhitzt. Nach der folgenden Kühlung in einem Wärmetauscher auf die Fermentationstemperatur von ca. 35 °C wird die Maische in die Fermentationsbehälter gepumpt. Dort trifft sie auf eine Vorlage von entsprechender Menge Flüssighefe aus den eigenen Hefezuchtbehältern.

In den Fermentern erfolgt die Vergärung des aus der Stärke gespaltenen Zuckers zu Bioethanol (Alkohol). Dieser Herstellprozess ist vergleichbar mit der Herstellung eines „Getreideweins“ oder der Herstellung des Rohalkohols vor der Destillation zu Trinkalkohol (Korn).

In der Maischekolonne wird der Bioalkohol als Wasser/Alkoholgemisch von den vergorenen Getreiderückständen abdestilliert. Die Maischerückstände werden als Getreidepressschlempe in Schneckenpressen von der Dünnschlempe getrennt. Die Dünnschlempe wird teilweise am Beginn des Prozesses zum Anteigen und Einschlemmen des Getreides wiedereingesetzt.

Die Getreidepressschlempe wird als Futtermittel mit einem hohem Proteingehalt an Landwirte abgegeben oder getrocknet und pelletiert vermarktet.

Das Bioethanol-Wasser-Gemisch aus der Maischekolonne wird in einer Rektifikationskolonne auf 94 % bis 96 % Ethanol aufkonzentriert. In einer weiteren Stufe wird die Alkoholabsolutierung durchgeführt, das heißt, in Molekularsieben wird das restliche Wasser absorbiert und ein „trockenes“ Bioethanol mit einer Konzentration von 99,8 % erzeugt. Nur mit dieser hohen Reinheit ist Bioethanol als Zumischung zum Benzin einsetzbar (Abbildung 1).

Adresse:

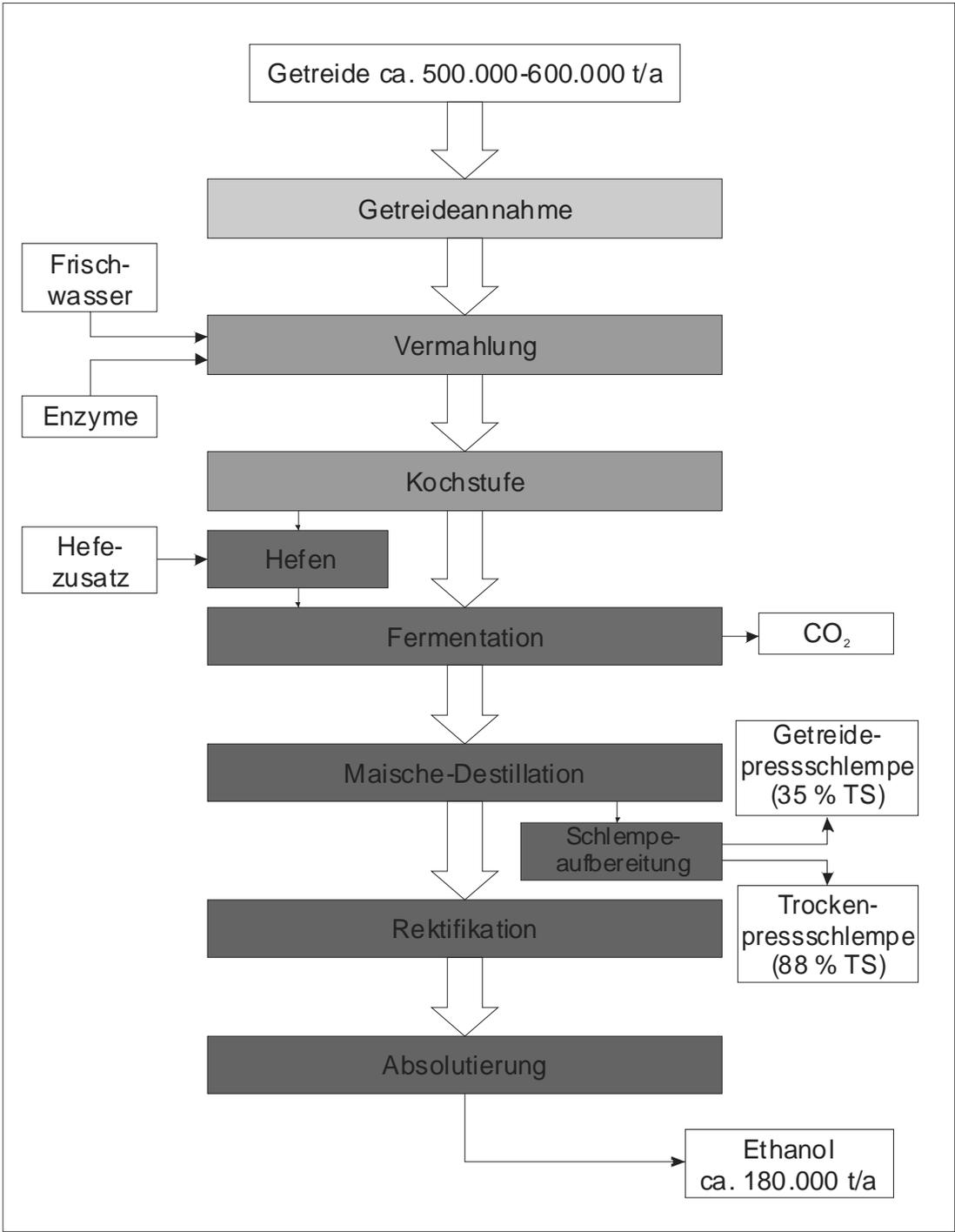
Sven Rüße     NBE, Nordbrandenburger BioEthanol GmbH & Co. KG  
Passower Chaussee 111  
16303 Schwedt / Oder

[sven.ruesse@nbe-ethanol.de](mailto:sven.ruesse@nbe-ethanol.de)

Tel.: 03332 2699553

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Bioethanolproduktion

### Herstellung von BioEthanol



## **Vorstellung von Feldversuchen zum Anbau von Bioethanolgetreide**

**Dr. Lothar Adam, Dr. Gert Barthelmes, Edda Fahlenberg**  
LVL Brandenburg

- Landessortenprüfungen
- Anbautechnik – Roggenalternativen
- Anbautechnik – Anbauverfahren Bioethanolgetreide
- Getreidesortimente – Bioethanol-Rohstoff

## Landessortenversuch Wintertriticale

**Versuchs-Nr.:** SBP 02/9  
**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)  
**Aussaatstärken:** 300 Kö./m<sup>2</sup>  
**Standort:** Güterfelde, Anbaugebiet D-Süd  
**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-Bl.)  
**Prüffaktoren und Stufen:**

### Faktor A: Intensität (Fungizideinsatz)

Stufe 2	Fortress Top	1,0 l/ha	25.05.	BBCH 38
	Camposan Extra	0,5 l/ha	25.05.	BBCH 38
Stufe 2	Pronto Plus	1,5 l/ha		BBCH

### Faktor B: Sorten

1	Lamberto	9	Tremplin
2	SW Talentro	10	TIW 450
3	Benetto	11	TIW 422
4	Trimester	12	Floirac (EU)
5	Tritikon	13	Trivial (EU)
6	Vitalis	14	TIW 413 (Inpetto) (EU)
7	Versus	15	Dinaro (EU)
8	Magnat		

### Düngungs- und Behandlungstermine

	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	60	21.03.	23/24
2. N-Gabe:	KAS	60	22.04.	32/33
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.	10/11
Wachstumsregler:	Camposan Extra	0,5	25.04.	38
Insektizid:				

## Landessortenversuch Winterweizen

**Versuchs-Nr.:** SBP 10/9  
**Aussaattermin:** 01.10.04  
**Aussaatstärken:** 350 Kö./m<sup>2</sup>  
 Ludwig = 385 Kö./m<sup>2</sup> (10 % höher)  
 Hybred (Hybride) = 175 Kö./m<sup>2</sup> (50 % reduziert )  
**Standort:** Güterfelde, Anbaugebiet D-Süd  
**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-BI.)

### **Prüffaktoren und Stufen:**

#### **Faktor A: Intensität (Fungizideinsatz)**

Stufe 2      Gladio      0,8 l/ha      BBCH

#### **Faktor B: Sorten**

1	Batis	A	16	Paroli	A
2	Pegassos	A	17	Levendis (EU)	(A)
3	Ludwig	A	18	Nirvana (EU)	(A)
4	Cubus	A	19	Impression	A
5	Ellvis	A	20	Akzento	A
6	Tommi	A	21	Brilliant	A
7	SW Tataros (EU)	(A)	22	Schamane	A
8	Türkis	A	23	Leiffer	A
9	Sobi	A	24	Solitär	B
10	Lahertis	A	25	Drifter	B
11	Milvus	A	26	Hybred	B
12	Noah	A	27	Buteo	B
13	Toras	A	28	Ephoros (EU)	(B)
14	Akratos	A	29	Hermann	C
15	Gaston	A			

#### **Düngungs- und Behandlungstermine**

	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	60	22.03.	22
2. N-Gabe:	KAS	60	21.04.	28/30
3. N-Gabe:	KAS	30	03.05.	32
Herbizid:	Herold	0,5	06.10.	VA
Insektizid:				

## Roggenalternativen (LVLF) – Winterroggen 2004/2005

**Versuchs-Nr:** WR 1105, WR 1705, WR 1205

**Standort:** Güterfelde, Zehdenick, Krugau

**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)

**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-BI.)

**Prüffaktoren und Stufen:**

Faktor A: Intensität

Stufe	N-Düngung kg N/ha			Fungizid kg/l/ha		Wachstumsregler kg/l/ha
	Ges.- menge	1.Gabe	2.Gabe			
1	60	60	-	ohne		ohne
2	60	60		Juwel Top	0,7	ohne
3	120	50	70	ohne		Camposan Extra 0,75
4	120	50	70	Juwel Top	0,7	Camposan Extra 0,75
5	120	50	70	Juwel Top	1,0	Camposan Extra 0,75

**Faktor B: Sorte**

Stufe		
1	Picasso	(H)
2	Matador	(P)

<b>Düngungs- und Behandlungstermine</b>				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe: (Stufe 3, 4, 5)	KAS	50	21.03.	25 - 27
1. N-Gabe: (Stufe 1, 2):	KAS	60	12.04.	30
2. N-Gabe: (Stufe 3, 4, 5)	KAS	70	21.04.	32 - 35
Wachstumsregler:	Camposan Extra	lt. Plan	26.04.	39
Fungizid:	Juwel Top	lt. Plan	12.05.	51 - 55
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.	10 - 11
Insektizid:				

## Roggenalternativen (LVLF) – Wintertriticale 2004/2005

**Versuchs-Nr:** WT 1105, WT 1705, WT 1205  
**Standort:** Güterfelde, Zehdenick, Krugau  
**Versuchsanlage:** Blockanlage (A-BI.)  
**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)  
**Sorte:** Lamberto  
**Prüffaktoren und Stufen:**

Faktor A: Intensität

Stufe	N-Düngung kg N/ha			Fungizid kg/l/ha		Wachstumsregler kg/l/ha
	Ges.- menge	1.Gabe	2.Gabe			
1	60	60	-	ohne		ohne
2	60	60		Opus Top	1,0	ohne
3	120	50	70	ohne		Camposan Extra 0,5
4	120	50	70	Opus Top	1,0	Camposan Extra 0,5
5	120	50	70	Opus Top	1,5	Camposan Extra 0,5

Düngungs- und Behandlungstermine				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe: (Stufe 3, 4, 5)	KAS	50	21.03	27 - 29
1. N-Gabe: (Stufe 1, 2):	KAS	60	12.04.	30
2. N-Gabe: (Stufe 3, 4, 5)	KAS	70	21.04.	31
Wachstumsregler:	Camposan Extra	lt. Plan	02.05.	38
Fungizid:	Opus Top	lt. Plan		
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.	11
Insektizid:				

**Optimierung des Anbauverfahrens für Getreide zur Herstellung von Bioethanol (LVLF/ NBL-Verbund) – Winterroggen 2004/2005**

**Versuchs-Nr:** WR 2105

**Standort:** Güterfelde (Brandenburg)  
Baruth (Sachsen);  
Gadegast (Sachsen-Anhalt);

**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)

**Saatstärke:** 220 Kö/m<sup>2</sup>

**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-BI.)

**Prüffaktoren und Stufen:**

Faktor A: N-Düngung

Stufe	<u>N-Düngung</u>		
	kg N/ha		
	Ges.- menge	1.Gabe	2.Gabe
1	100	40	60
2	130	70	60
3	160	70	90

**Faktor B: Sorte**

Stufe		
1	Recrut	(P)
2	Rasant	(H)

<b>Düngungs- und Behandlungstermine</b>				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	40 / 70	21.03.05	29
2. N-Gabe:	KAS	60 / 90	19.04.05	32
Wachstumsregler:	Camposan Extra	0,75	26.04.05	37/39
Fungizid:	Juwel Top	1,0	12.05.05	51/55
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.04	11
Insektizid:				

**Optimierung des Anbauverfahrens für Getreide zur Herstellung von Bioethanol (LVLF/ NBL-Verbund) – Wintertriticale 2004/2005**

**Versuchs-Nr:** WT 2105

**Standort:** Güterfelde (Brandenburg)  
Baruth, Roda (Sachsen);  
Gadegast, Bernburg (Sachsen-Anhalt);  
Burkersdorf, Kirchengel (Thüringen);

**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)

**Saatstärke:** 300 Kö/m<sup>2</sup>

**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-BI.)

**Prüffaktoren und Stufen:**

Faktor A: N-Düngung

Stufe	N-Düngung		
	kg N/ha		
	Ges.- menge	1.Gabe	2.Gabe
1	100	40	60
2	130	70	60
3	160	70	90

**Faktor B: Sorte**

Stufe	
1	SW Talentro
2	Grenado

Düngungs- und Behandlungstermine				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	40 / 70	21.03.05	29
2. N-Gabe:	KAS	60 / 90	19.04.05	32
Wachstumsregler:	Camposan Extra	0,5	02.05.05	37/39
Fungizid:	Opus Top	1,5	17.05.	49/51
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.04	11
Insektizid:				

## Roggenalternativen (LVLF) – Winterweizen 2004/2005

**Versuchs-Nr:** WW 1105, WW 1705, WW 10205  
**Standort:** Güterfelde, Zehdenick, Krugau  
**Versuchsanlage:** 2-fakt. Spaltanlage (A/B-BI.)  
**Aussaattermin:** 01.10.04 (Aufgang: 15. – 18.10.04)  
**Prüffaktoren und Stufen:**  
 Faktor A: Intensität

Stufe	N-Düngung kg N/ha			Fungizid kg/l/ha		Wachstumsregler kg/l/ha	
	Ges.- menge	1.Gabe	2.Gabe	3.Gabe			
1	80	40	40	-	ohne		ohne
2	80	40	40	-	Juwel Forte Pack	0,7	ohne
3	160	50	70	40	ohne		Cycocel 720 0,75
4	160	50	70	40	Juwel Forte Pack	0,7	Cycocel 720 0,75
5	160	50	70	40	Juwel Forte Pack	1,0	Cycocel 720 0,75

### Faktor B: Sorte

Stufe		
1	Capo	(E)
2	Tiger	(A)
3	Terrier	(B)
4	Hybnos 1	(C)

<u>Düngungs- und Behandlungstermine</u>				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	40 / 50	21.03.	23 - 24
2. N-Gabe:	KAS	40 / 70	28.04.	31 - 32
3. N-Gabe	KAS	40		
Wachstumsregler:	Cycocel 720	0,75 l/ha	18.04.	30 - 31
Fungizid:	Juwel Forte Pack	lt. Plan		
Herbizid:	Herold	0,5	06.10.	VA
Insektizid:				

**Eignung von ausgewählten Winterroggensorten zur Ethanolproduktion (LVLF/ Agravis Raiffeisen AG/ Kruse-Saaten) 2004/2005**

**Versuchs-Nr:** DWR 405  
**Standort:** Güterfelde  
**Versuchsanlage:** 1-fakt. Blockanlage (A-BI)  
**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)

**Prüffaktoren und Stufen:**

Faktor A: Sorte

Pgl.- Nr.	Sorte	Sortentyp	Bemerkung
1	Askari	H	
2	Rasant	H	
3	Fernando	H	
4	Picasso	H	
5	Recrut	P	
6	Walet	P	
7	Gamet *	H	

\* Saaten-Union

<b>Düngungs- und Behandlungstermine</b>				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	50	21.03.	28/29
2. N-Gabe:	KAS	70	21.04.	32
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.	10/11
Wachstumsregler:	Camposan Extra	0,75	26.04.	35/37
Fungizid:	Juwel Top	1,0	12.05.	51 - 55
Insektizid:				

**Eignung von ausgewählten Wintertriticalesorten zur Ethanolproduktion (Agravis Raiffeisen AG/ Kruse-Saaten) 2004/2005**

**Versuchs-Nr:** DWT 305  
**Standort:** Güterfelde  
**Versuchsanlage:** 1-fakt. Blockanlage (A-BI)  
**Aussaattermin:** 24.09.04 (Aufgang: 04.10.04)  
**Prüffaktoren und Stufen:**  
 Faktor A: Sorte

<b>Pgl.- Nr.</b>	<b>Sorte</b>	<b>Bemerkung</b>
1	SW Talentro	
2	Trimester	
3	Benetto	
4	Magnat	
5	Grenado	
6	Versus	
7	Vitalis *	

\* I.G. Pflanzenzucht

<b>Düngungs- und Behandlungstermine</b>				
	<b>Dünger/PSM</b>	<b>Aufwand- menge kg, l/ha</b>	<b>Datum</b>	<b>BBCH</b>
1. N-Gabe:	KAS	50	21.03.	26/28
2. N-Gabe:	KAS	70	21.04.	31/32
Herbizid:	Herold	0,5	05.10.	10/11
Wachstumsregler:	Camposan Extra	0,75	02.05.	35/39
Fungizid:	Opus Top	1,5		
Insektizid:				

**Eignung von ausgewählten Winterweizensorten zur Ethanolproduktion (Agravis Raiffeisen AG/ Kruse-Saaten) 2004/2005**

**Versuchs-Nr:** DWW 405  
**Standort:** Güterfelde  
**Versuchsanlage:** 1-fakt. Blockanlage (A-BI)  
**Aussaattermin:** 01.10.04 (Aufgang: 13.10.04)  
**Prüffaktoren und Stufen:**  
 Faktor A: Sorte

Pgl.- Nr.	Sorte	Qualität	Bemerkung
1	Tommi	(A)	
2	Batis	(A)	
3	Dekan	(B)	
4	Hybred	(B)	
5	Koch	(C)	
6	Hermann	(C)	
7	Acratos	(B)	

<b>Düngungs- und Behandlungstermine</b>				
	Dünger/PSM	Aufwand- menge kg, l/ha	Datum	BBCH
1. N-Gabe:	KAS	50	21.03.	24/25
2. N-Gabe:	KAS	50	21.04.	30/31
3. N-Gabe:	KAS	30		
Herbizid:	Herold	0,5	06.10.	VA
Wachstumsregler:	Cycocel 720	0,75	22.04.	30/31
Fungizid:	Juwel Forte Pack	1,0		
Insektizid:				

**Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft  
und Flurneuordnung**

Ringstraße 1010      Postfach 1370  
15236 Frankfurt (Oder)    15230 Frankfurt (Oder)  
E-Mail:      [poststelle@lvf.brandenburg.de](mailto:poststelle@lvf.brandenburg.de)  
Internet:      [www.mluv.brandenburg.de/lvf](http://www.mluv.brandenburg.de/lvf)

