



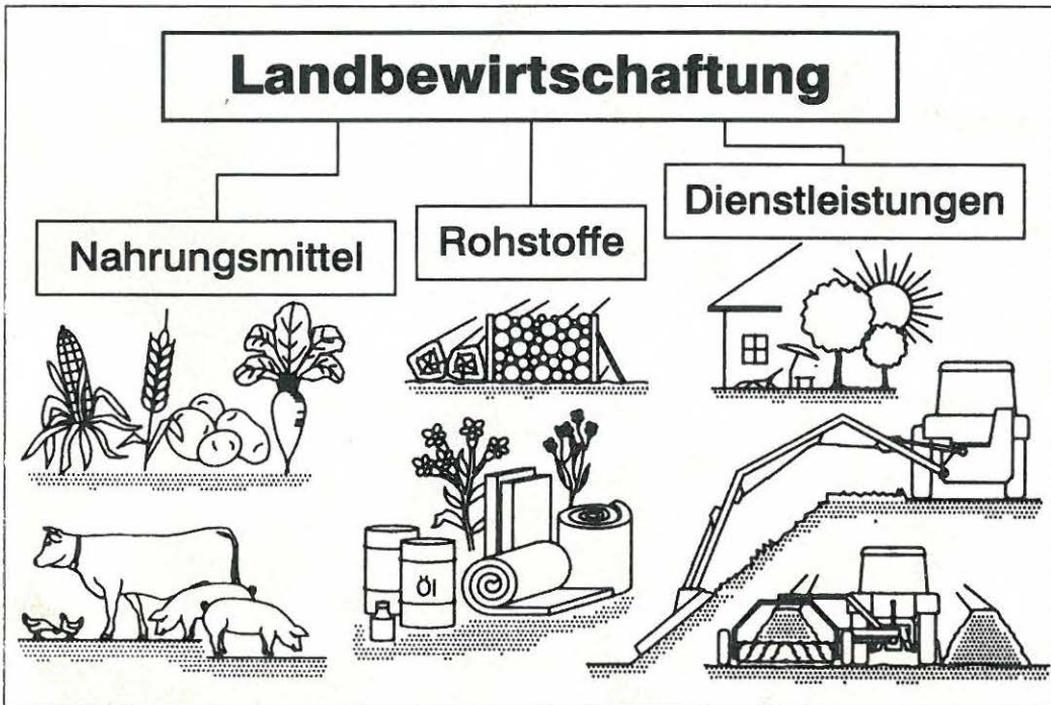
Nr. 6

Landtechnik-Schrift



## Landwirte als Dienstleister

- Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen -



Hrsg.: Georg Wendt





Bayerischer  
Bauernverband



## **LANDWIRTE ALS DIENSTLEISTER**

*- Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen -*

Tagungsband

zur

Landtechnischen Jahrestagung

am 12. November 1996

in Herrsching

© 1996 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85354 Freising.  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-  
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan.

Printed in Germany

## Vorwort

Die Landwirtschaft der Zukunft wird neben der Nahrungsmittelproduktion auch die Sicherung und Pflege der Landschaft, die Entsorgung organischer Reststoffe und die Lieferung nachwachsender Rohstoffe zu ihren Aufgaben zählen. Damit übernimmt sie für die Gesellschaft wichtige Dienstleistungen zur Erhaltung unserer biologischen Lebensgrundlagen. Während die Nahrungsmittelproduktion als "Massenware" immer mehr den Weltmarktbedingungen unterworfen wird, sind die Dienstleistungen regional gebunden mit einer - wie wir hoffen - günstigeren regionalen Preisbildung. Beispiele dafür sind neben der Direktvermarktung hochwertiger Nahrungsmittel auch Dienstleistungen der Landwirtschaft bei der Entsorgung organischer Reststoffe, bei der Landschaftspflege, im Kommunalbereich und der Energielieferung.

Die diesjährige Landtechnische Jahrestagung wird gemeinsam von der Landtechnik Weihenstephan, dem Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe sowie dem Bayerischen Bauernverband veranstaltet und vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert. Dieses gemeinsame Bemühen zeigt, welch hohen Stellenwert die neuen Dienstleistungsaufgaben für eine unternehmerisch orientierte Landwirtschaft in Bayern haben.

Die Jahrestagung bietet auch Gelegenheit, Rechenschaft über die Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan im abgelaufenen Jahr zu geben. Die beigefügte Zusammenstellung der Veröffentlichungen, Dissertationen, Diplomarbeiten, der durchgeführten Tagungen und der Mitarbeit in Arbeitskreisen und Gremien sowie bei Rundfunk- und Fernsehsendungen belegt die vielfältigen Aktivitäten unseres Hauses. Durch das große Engagement aller Mitarbeiter ist es gelungen, trotz schwieriger finanzieller Rahmenbedingungen den großen Umfang der frei finanzierten Forschungsvorhaben zu halten und auch neue Arbeitsgebiete zu erschließen.

Es ist uns ein Bedürfnis, allen Förderern der Landtechnik Weihenstephan, insbesondere dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen für die vielfältige Unterstützung unserer Arbeit herzlich zu danken. Die von gegenseitigem Vertrauen getragene intensive Zusammenarbeit mit den Ministerien, der Wissenschaft, der Industrie, der Beratung und der Praxis ist uns auch in Zukunft ein Anliegen und prägt die Arbeitsweise unseres Hauses.

Weihenstephan, im November 1996

  
Prof. Dr.Dr.h.c.(AE) H. Schön



## Autorenverzeichnis

Bittner, Ursula, 1. Bürgermeisterin  
Alpenstraße 22 a, 85614 Kirchseeon

Denk, Josef  
Bayerischer Bauernverband  
Max-Joseph-Str. 9, 80333 München

Gronauer, Andreas, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Hartmann, Hans, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Högl, Franz  
Högl Kompost u. Recycling GmbH  
Dietrichsdorf 5, 84106 Volkenschwand

Kaindl, Johann  
Marwang 17, 83355 Grabenstädt

Mitterleitner, Johann, Dipl.-Ing.(FH)  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Rummel, Thomas  
KBM Dienstleistungs GmbH  
Postfach 1346, 86616 Neuburg a. d. Donau

Schön, Hans, Prof. Dr. Dr. h.c.  
Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Schulz, Heinz, LD, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan und  
Geschäftsführer des Landtechnischer Verein in Bayern e.V.  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Siegl, Heinrich, Geschäftsführer  
AGRANA GmbH & Co. Pflanzenölhandels KG  
Regensburger Str. 31,  
84051 Essenbach-Altheim

Strehler, Arno, AkadD, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Tischer, Julius

Agro-Dienst GmbH  
Hellkofen 1, 93089 Aufhausen

Widmann, Bernhard, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Landwirte als Dienstleister - Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen - <u>H. Schön</u>	9
Kompostierungsverfahren und deren Realisierung <u>A. Gronauer</u>	13
Biogas und Cofermentation <u>H. Schulz, H. Mitterleitner</u>	29
Vergärung organischer Reststoffe - Erfahrungen aus der Praxis - <u>F. Högl, H. Mitterleitner</u>	47
Organisation und Durchführung von Dienstleistungen im außerland- wirtschaftlichen Bereich <u>Th. Rummel</u>	51
Landschaftspflege und Kommunaldienste - Erfahrungen aus der Sicht der Auftraggeber <u>U. Bittner</u>	59
Landschaftspflege und Kommunaldienste - Erfahrungen aus der Praxis als Landwirt <u>J. Kaindl</u>	63
Die Landwirtschaft als Energielieferant Holzhackgut und halmgutartige Festbrennstoffe <u>A. Strehler, H. Hartmann</u>	69
Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen <u>B. Widmann</u>	97
Praktische Erfahrungen bei der Biodieselproduktion und -vermarktung <u>H. Siegl</u>	127
Dienstleistung und Umfeld - Dienstleistung für den Markt - <u>J. Tischer</u>	131
Steuerliche Belange des Dienstleisters <u>J. Denk</u>	135

Veröffentlichungen .....	143
Anzahl der gehaltenen Vorträge .....	157
Auszeichnungen, Ehrungen, Ernennungen .....	158
Dissertationen .....	159
Diplomarbeiten .....	159
In Zusammenarbeit mit anderen Instituten von der Landtechnik betreute Diplomarbeiten .....	161
Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien .....	162
LTV-Arbeitskreise .....	164
Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien .....	165
Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen .....	171

## Landwirte als Dienstleister - Chancen und Grenzen für Einkommensalternativen -

Hans Schön

Die Förderung des bäuerlichen Familienbetriebes war über Jahrzehnte das Ziel der deutschen Agrarpolitik. Heute wird im Agrarbereich der Bundesregierung als erstes Ziel eine leistungsfähige, marktorientierte und umweltverträgliche Landwirtschaft genannt, die international wettbewerbsfähig ist und sich in verschiedenen Rechts- und Unternehmensformen organisieren kann. Wenn auch weiterhin die bewährten Prinzipien des bäuerlichen Handelns betont werden, so wird der bäuerliche Familienbetrieb in der europäischen Agrarpolitik seine Sonderstellung verlieren und unsere Landwirtschaft mit Weltmarktpreisen und erhöhten Umweltauflagen konfrontiert werden.

Wettbewerbsfähigkeit auf der einen Seite sowie erhöhte Anforderungen an Produktqualität und Umweltauflagen auf der anderen Seite werden zu einer zunehmenden Differenzierung der Landbewirtschaftung führen, je nach natürlichem Standort und Marktnähe (Abb. 1).

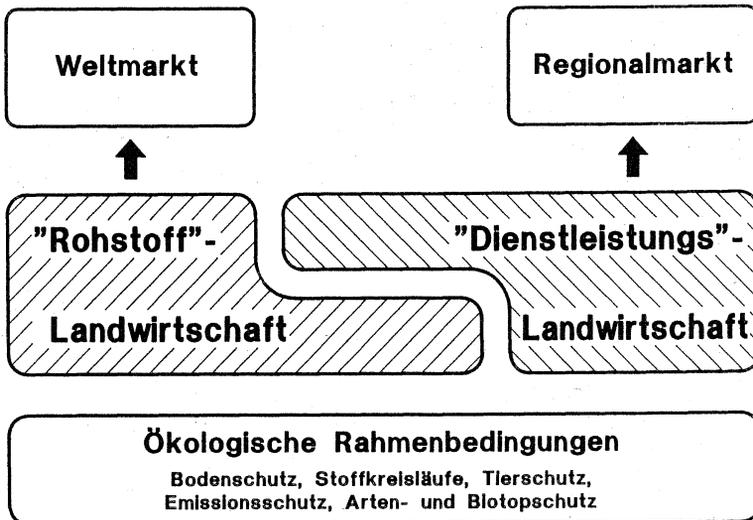


Abb. 1: Entwicklungsmodell einer differenzierten Landbewirtschaftung

Das vorher genannte erste agrarpolitische Ziel wird zu einer auf die Rohstoffproduktion ausgerichteten Landwirtschaft führen, die unter Weltmarktbedingungen beliebig austauschbare "Massenware" produziert. Dies ist nur bei der Minimierung aller Kosten, insbesondere der Maschinenkosten, und gleichzeitiger Steigerung der Arbeitsproduktivität möglich. Letzteres wird zu weiteren Strukturveränderungen und einem Abbau von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum führen.

Eine flächendeckende bäuerliche Landwirtschaft wird damit in unserem Land nicht mehr aufrecht zu erhalten sein. Deshalb muß eine zweite Zielsetzung der Agrarpolitik, nämlich "die Erhaltung und Pflege der natürlichen Lebensgrundlage, die Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel und biologisch erneuerbarer Produkte sowie die Erhaltung einer vielfältigen Landschaft" an Bedeutung gewinnen. Diesen neuen Aufgaben darf die Landwirtschaft nicht nur in Abwehrhaltung begegnen, sie sind vielmehr eine Chance, unsere Landwirtschaft als zukunftssträchtige Dienstleistungsunternehmen weiter zu entwickeln.

Eine solche "Dienstleistungslandwirtschaft" ist regional gebunden mit einer - wie wir hoffen - günstigeren regionalen Preisbildung. Beispiele dafür sind neben der Direktvermarktung hochwertiger Nahrungsmittel auch die Verwertung organischer Reststoffe, die Landschaftspflege und Kommunaldienste, die Produktion und Aufbereitung biologischer Stoffe sowie Freizeit und Erholung. Damit besteht eine echte Chance, die Wertschöpfung unserer bäuerlichen Familienbetriebe zu verbessern und Arbeitsplätze in der Landwirtschaft und dem ländlichen Raum zu schaffen. Dies gilt insbesondere für die Landwirtschaft Bayerns mit einer mittelständisch bäuerlichen Struktur und ihrer Nähe zum Markt.

Beide Formen der Landnutzung, die natürlich auch in unterschiedlichen Mischformen vorhanden sind und sein werden, müssen strengen ökologischen Bedingungen genügen und bedürfen einer rationellen Mechanisierung und neuer, überbetrieblicher Organisationformen. Hier bekommen insbesondere die Selbsthilfeorganisationen der Landwirtschaft eine weitere, zunehmende Bedeutung, wobei deren enge Begrenzung auf die konventionelle Landwirtschaft den künftigen Anforderungen nicht genügt. Vielmehr ist die Landwirtschaft als Landbewirtschaftung mit vielfältigen Funktionen für die Nahrungs- und Rohstoffsicherung, für die Rückführung organischer Reststoffe, für die Landschaftspflege und letztlich auch für flächengebundene Freizeit und Erholung zu definieren. Dazu benötigt sie einen neuen Typus eines Dienstleistungsunternehmens für die Landbewirtschaftung, das die unterschiedlichen Formen der überbetrieblichen Zusammenarbeit von der Maschinengemeinschaft bis hin zur Betriebsgemeinschaft unterstützt, vielfältige und hochqualifizierte Beratungs- und Kontrollaufgaben

übernimmt und das Dienstleistungsangebot der Landwirtschaft bündelt und vermarktet (Abb. 2).

①

künftig: statt Landwirtschaft



**LANDBEWIRTSCHAFTUNG**

- Nahrung
- Rohstoffe
- Landschaftspflege
- Rückführung biologischer Reststoffe
- Flächen für Erholung und Freizeit

②

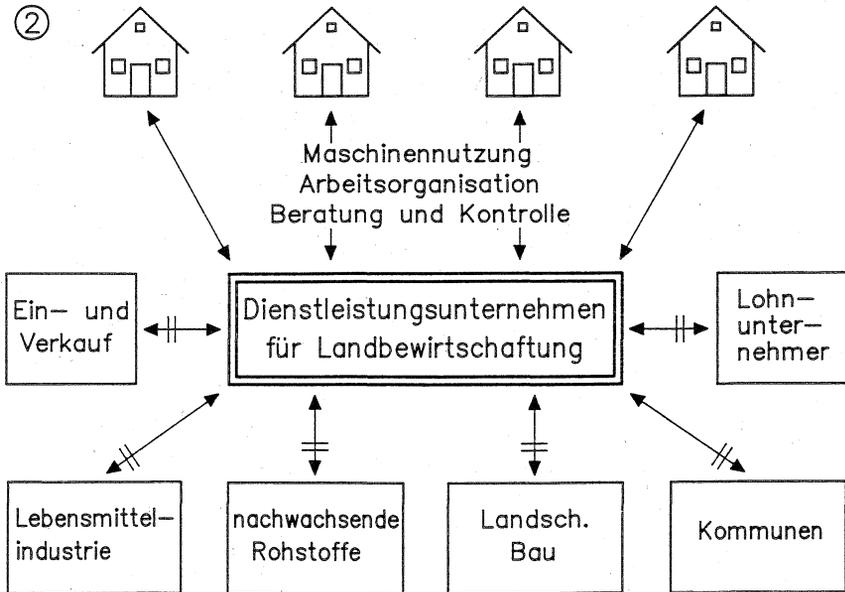


Abb. 2: Überbetriebliche Organisation der landwirtschaftlichen Dienstleistungen

Ein solches Dienstleistungsunternehmen wird damit auch zum Gesprächspartner für die Lebensmittelindustrie, die Abnehmer nachwachsender Rohstoffe sowie die Kommunen.

Die diesjährige Landtechnische Jahrestagung möchte die technischen und organisatorischen Möglichkeiten, aber auch die Grenzen landwirtschaftlicher Dienstleistungen aufzeigen. Exemplarisch werden dabei die Verwertung organischer Reststoffe, Landschaftspflege und Kommunaldienste und die Energiebereitstellung diskutiert. Abschließend werden die wirtschaftlichen und steuerlichen Bedingungen dargestellt.

Die Tagung wird gemeinsam von der Landtechnik Weihenstephan, dem Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe sowie dem Bayerischen Bauernverband veranstaltet und vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert. Dieses gemeinsame Bemühen zeigt, welchen hohen Stellenwert die neuen Dienstleistungsaufgaben für die bäuerlich strukturierte Landwirtschaft Bayerns in Zukunft haben.

## Kompostierungsverfahren und deren Realisierung

Andreas Gronauer

### 1. Einführung

Seit der Novellierung des Bayerischen Abfallwirtschafts- und Altlastengesetzes 1991, das der stofflichen Verwertung den Vorrang vor anderen Verwertungswegen einräumt, werden organische Reststoffe zunehmend getrennt gesammelt, biologisch behandelt und als Düngemittel eingesetzt. Deshalb sind einerseits die Mengen des jährlich gesammelten Grüngutes von 1991 auf 1992 sprunghaft angestiegen und seither nahezu konstant geblieben, andererseits nimmt die Menge der über die Biotonne gesammelten Haushalts- und Küchenabfälle stetig zu (Abb. 1). Während bei Grüngut 1995 über 60 % des Potentials gesammelt wurden, lag der Vergleichswert bei den Haushalts- und Küchenabfällen erst bei weniger als 30 %. Durch die Eigenkompostierung von Grüngut und Haushalts- und Küchenabfällen ist eine Erfassungsquote von 100 % unrealistisch, es treten jedoch je nach Infrastruktur und Erfassungssystem starke regionale Unterschiede auf. In einigen entsorgungspflichtigen Gebietskörper-

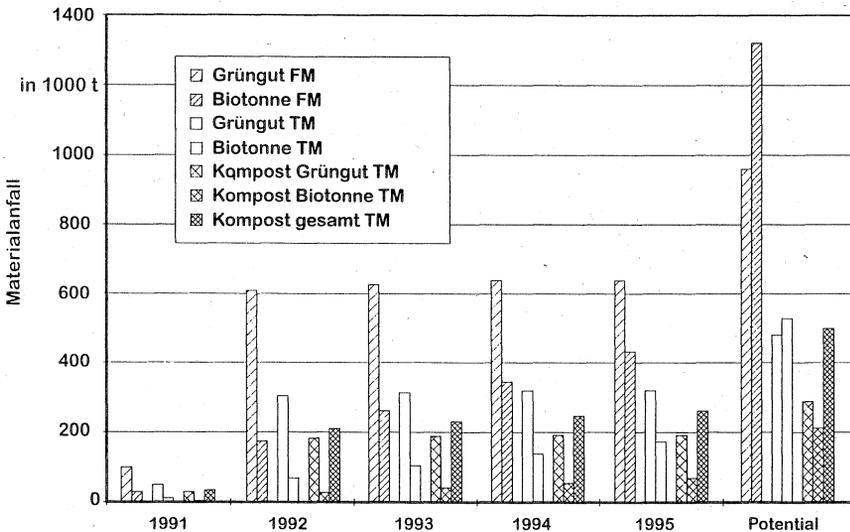


Abb. 1: Entwicklung des Anfalls von Grüngut, Bioabfall und Kompost (FM, Frischmasse; TM, Trockenmasse) in Bayern (Behandlung durch Kompostierung zu 100% vorausgesetzt) und Potentialabschätzung

schaften Bayerns sind für die Erfassung, Behandlung und Verwertung von organischen Haushalts- und Küchenabfällen (Biotonne) noch keine Maßnahmen ergriffen worden. Für interessierte Landwirte ergeben sich damit regional noch gute Möglichkeiten für einen Einstieg als Dienstleister in die Kreislaufwirtschaft der Kommunen und Gebietskörperschaften.

Bei einer flächendeckenden Grüngut- und Bioabfallsammlung und Kompostierung bzw. Vergärung fallen große Mengen an Kompost an. **Komposte sind aufgrund ihres Nährstoffgehaltes als Düngemittel** zu verwerten. Langfristig wird deshalb ein Großteil der Komposte nur auf landwirtschaftlichen Flächen sachgemäß verwertet werden können, wie Hochrechnungen zeigen (Abb. 2).

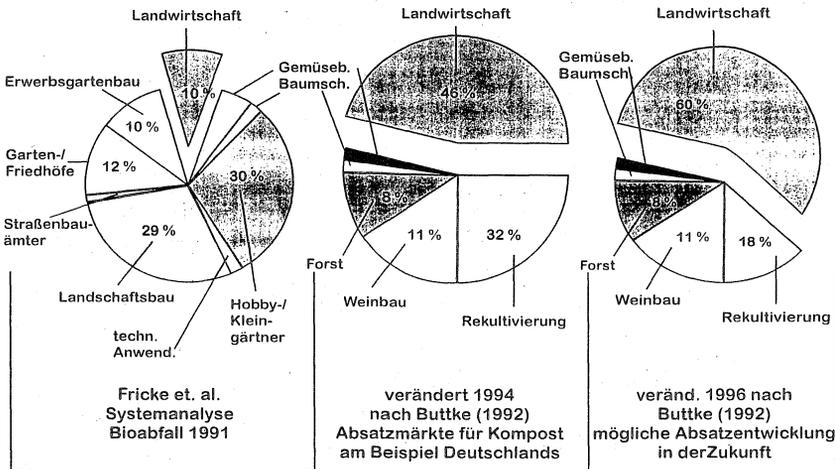


Abb. 2: Prognosen zu den Anwendungsgebieten und Verwertungspotentialen von Kompost

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, wenn die Landwirte nicht nur als Verwerter des Fertigkompostes fungieren, sondern auch die Dienstleistung der Kompostierung übernehmen. Damit werden sie nicht nur an der Wertschöpfung beteiligt, sondern können auch direkt auf die Qualität des entstehenden Produktes, insbesondere unter dem Aspekt der Schadstoffminimierung, Einfluß nehmen.

Sowohl die anaerobe Vergärung mit dem Ziel der Methangewinnung zur Energieerzeugung, als auch die aerobe Rotte durch Kompostierung und Kompostverwertung durch Landwirte müssen vor dem Hintergrund der Stoffkreislaufwirtschaft positiv bewertet werden.

Die Landwirtschaft konkurriert jedoch um die Übernahme der Bioabfallbehandlung und -verwertung mit gewerblichen Entsorgern. Um dabei erfolgreich zu sein, ist es von besonderer Wichtigkeit, als kompetenter, zuverlässiger Geschäftspartner aufzutreten, der die Entsorgungssicherheit für den Auftraggeber garantieren kann. Dazu gehört eine professionelle Planung, die Auswahl eines geeigneten und durchdachten Kompostierungs- bzw. Vergärungsverfahrens, ein kostengünstiges Angebot und vor allem eine langfristig ausgelegte Verwertung der anfallenden Stoffe. Insbesondere der letzte Punkt hebt die Bedeutung der Landwirtschaft und des Gartenbaues besonders hervor.

Für die optimale Verfahrenswahl spielen eine Reihe von Einflüssen eine Rolle. Sowohl die Lage und Infrastruktur der Gebietskörperschaft und deren Entsorgungskonzept, als auch die Art der Anlage, deren Größe und die Möglichkeiten der Kompostverwertung sind miteinander verknüpft zu bewerten. Abbildung 3 gibt beispielhaft einen Überblick zu diesen Bereichen (Einfluß des Konzeptes, der Anlagentechnik und der Verwertung), den Instrumenten und zugehörigen Kriterien und Bezugsgrößen.

Bereiche	Instrumente	Kriterien und Bezugsgrößen
K, A, V	rechtl. + behördl. Rahmen	KrW-/AbfG, TASI, LAGA M10; BImSchG, VDI-R1.; InvestERlG; ArbStättV; DmG, DmVo, BoSchG, KomV
K, A, V	Rotteprozess	Materialeigenschaften und -mischungen; Prozessbeeinflussung durch Rottetechnik
K, A, V	Kompostqualität	Stör-, Schad-, Nährstoffe, Reifequalität, Hygiene
A	flüssige Emissionen	Sicker-, Schmutz- u. Oberflächenwasser; (Mengen, Ns., Ss., BSB <sub>5</sub> , (CSB <sub>5</sub> ))
A	gasförmige Emissionen	Schadgase (H <sub>2</sub> S, TOC, NH <sub>3</sub> ); Klimagase (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , (CO <sub>2</sub> )); Gerüche
A	partikuläre Emissionen	Stäube und Keime
A, V	Stoffbilanz	Masse, Wasser, C, N, Schadstoffe
K, A, V	Energieaufwand	kumulierter Energieaufwand (KEA)
K, A, V	Kosten	inputmaterial- und produktbezogen; Einfluß der Technik, Verfahren und Konzepte
K, A, V	Entsorgungssicherheit	Qualitäten (Inputmaterial, Prozess, Kompost) und Verwertungsmöglichkeiten
K, A, V	Düngestrategie	Standort, Kulturart, Fruchtfolge, Nährstoffverfügbarkeit, langfristige Düngestrategie, Frachten (Ns., Ss.)

betroffene und Einfluß nehmende Bereiche: K = Konzept; A = Anlage/Technik; V = Verwertung

Abb. 3: Instrumente zur Bewertung von Konzepten und Verfahren der Bioabfallkompostierung

Eine wesentliche Einflußgröße auf die Wahl des Verfahrens und spezieller Techniken, stellen die Eigenschaften der Inputmaterialien dar, die auf eine Anlage geliefert werden.

## 2. Kompostiermaterialien

Zur stofflichen Verwertung stehen vier Gruppen von Bioabfällen an:

- rein pflanzliches **Grüngut** aus kommunalen Sammlungen
- **Bioabfälle** aus Haushalten
- **Speisereste** aus Großküchen und der Gastronomie
- **Gewerbeabfälle.**

### Grüngut

Das Grüngut kann entweder aus Baum- und Strauchschnitt oder aus Grasschnitt (verschiedene Feuchtigkeitsstufen) bestehen. Ersteres ist aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften gut für die Kompostierung geeignet. Probleme entstehen in der Regel nur, wenn das Material falsch behandelt wird (zu große oder zu kleine Mieten, zu lange Umsetzintervalle etc.). Auch mit der direkten Ausbringung des gehäckselten Baum- und Strauchschnitts liegen positive Erfahrungen vor. Für die Vergärung ist dieses Material vor allem wegen des hohen Ligninanteils weniger geeignet. Falls grobe Bestandteile nicht ausreichend zerkleinert werden, ist bei einigen Technologien auch mit verstärkten Betriebsstörungen bzw. erhöhtem Verschleiß zu rechnen.

Grasschnitt hat einen hohen Nährstoffgehalt und wenig Struktur. Zur Kompostierung ist der Grasschnitt gut geeignet, wenn ausreichend Strukturmaterial (30 Vol.-%) zur Verfügung steht. Aufgrund unterschiedlicher Perioden der Strukturmaterial- bzw. Grasschnitanlieferungen müssen dazu ausreichende Lagerkapazitäten für Strukturmaterial geschaffen werden. Steht nicht ausreichend Strukturmaterial zur Verfügung, muß der Grasschnitt angewelkt und in kleinen Dreiecksmieten mit häufigen Umsetzintervallen oder mit aktiver Belüftung intensiv behandelt werden, um die Bildung von stärkeren Geruchsemissionen zu vermeiden. Dadurch entstehen Kosten, die über die Kippgebühr in der Regel nicht gedeckt werden.

### Bioabfall

Bioabfälle aus ländlichen Einzugsgebieten haben in der Regel einen höheren nativen Strukturmaterialanteil als Bioabfälle aus innerstädtischen Gebieten. Der Strukturmaterialanteil im Bioabfall wird aber auch wesentlich von der Organisation des Abfuhrsystems in einer Region beeinflusst: Je nachdem, ob Grüngut über die Biotonne, in getrennten Sammlungen oder über ein Bringsystem entsorgt wird, kann der Grüngutanteil im Bioabfall erheblich schwanken.

Bei den meisten Kompostierungsverfahren ist ein Strukturmaterialanteil von ca. 30 Vol.-% erforderlich, um eine aerobe Rotte zu erreichen. Je geringer der Strukturma-

terialanteil und je nasser der angelieferte Bioabfall ist, desto mehr eignet sich der Bioabfall für die Vergärung.

Da Bioabfälle mehr oder weniger stark mit Störstoffen verunreinigt sind, ist eine Störstoffabtrennung zur Sicherung der Kompostqualität bzw. zur Vermeidung von Betriebsstörungen sowohl bei Vergärungs- als auch bei Kompostierungsanlagen empfehlenswert.

### **Speisereste**

Organische Abfälle aus Gastronomie und Gewerbe haben einen niedrigen Trockenstoffgehalt, einen hohen Nährstoffgehalt und wenig Struktur. Aufgrund dieser stofflichen Eigenschaften sind sie für die Kompostierung nur sehr eingeschränkt geeignet. Sofern die Hygienisierung gewährleistet ist, können Speisereste aus fachlicher Sicht der Vergärung zugeführt oder u.U. verfüttert werden. Voraussetzung ist aber, daß eine Sondergenehmigung erteilt worden ist, da diese Abfälle sonst der Beseitigung durch Tierkörperverwertungsanlagen unterliegen (siehe auch unten).

### **Gewerbeabfälle**

Diese Gruppe der organischen Reststoffe ist sehr heterogen und reicht von Flüssigkeiten wie Fetten und Schlempen bis hin zu Verpackungsmaterial. Aufgrund dieser großen Spannweite der stofflichen Eigenschaften müssen diese Substrate im Einzelfall überprüft werden, inwieweit sie sich für die Behandlungsverfahren und Verwertungsmöglichkeiten (Konsistenz, Nährstoffe, Schadstoffe, Mischbarkeit) eignen. Falls schadstoffseitig die Materialien unbedenklich sind, sollten sie je nach Ihrer Konsistenz über Kompostierungs- oder Vergärungsanlagen verwertet werden. Auch die Möglichkeiten der Verfütterung müssen im Einzelfall geprüft werden.

## **3. Verfahrensübersicht**

Verfahren zur Bioabfallkompostierung bestehen grundsätzlich aus den Verfahrensschritten Konditionierung, Kompostierung, und Konfektionierung, einer Abwassererfassung und im Falle von geschlossenen Anlagen einer Abluftreinigung. Durch diese Verfahrensschritte werden verschiedene Ziele verfolgt (Abb. 4).

Im Rahmen der **Konditionierung** wird das Material gewogen, einer Sichtkontrolle unterworfen und für die anschließende Kompostierung aufbereitet. Je nach der Art des angelieferten Materials und der nachgeschalteten Kompostierungs- und Konfektionierungstechnik erfolgt dazu eine Störstoffauslese, ein Zerkleinerungsvorgang sowie die Herstellung einer geeigneten rottefähigen Mischung.

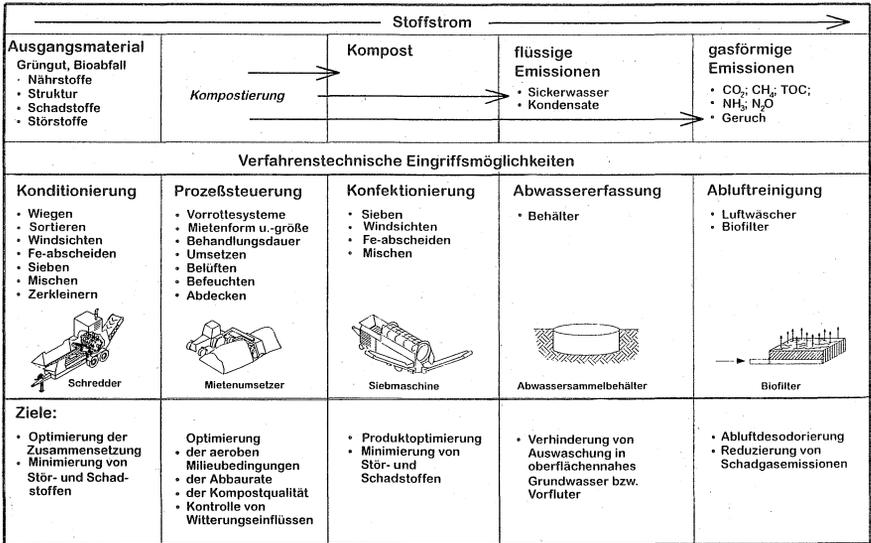


Abb. 4: Ziele verfahrenstechnischer Eingriffe in den Prozeßablauf der Kompostierung

Zum Verfahrensschritt der **Kompostierung** zählen alle notwendigen Maßnahmen der Schaffung und Aufrechterhaltung einer aeroben Rotte. Neben Witterung und Zeitablauf nehmen die Ausgangsmaterialien und die technischen Maßnahmen Einfluß auf den Prozeßverlauf (Abb. 5). Als Produkte entstehen neben dem Kompost gasförmige und u.U. flüssige Emissionen. Je nach Verfahren kann durch die Belüftung, das Umsetzen, ein erneutes Vermischen und das notwendige Rückbefeuchten die Rotte und das Ausmaß von umweltschädlichen Emissionen (vor allem Geruch) optimiert werden.

Der Kompostierungsvorgang selbst kann mit verschiedenen Techniken bzw. Kombinationen von Techniken erfolgen: Verfahren der offenen Mietenkompostierung (Abb. 6), Systeme mit geschlossenen Vorrotteinheiten (z.B. Boxen oder Trommeln) (Abb. 7) und anschließender Mietenkompostierung im Freien sowie vollkommen geschlossene Systeme (Abb. 8).

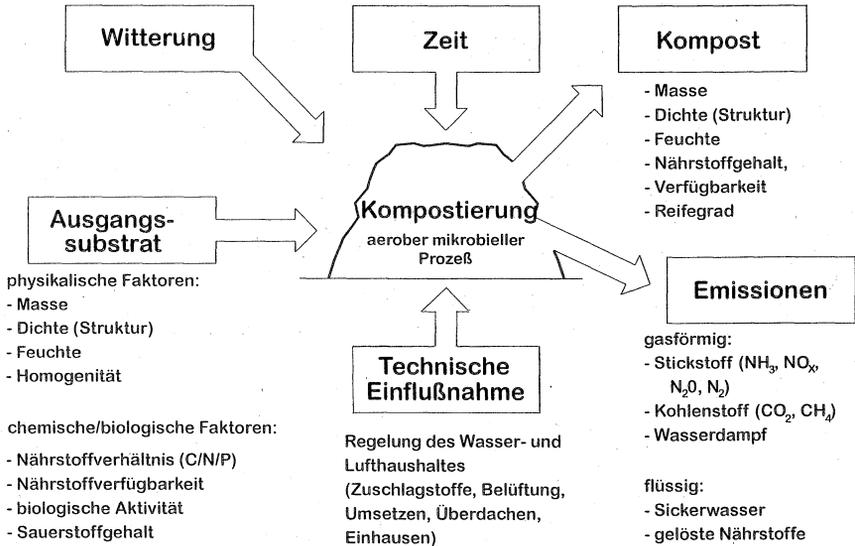


Abb. 5 Einflußfaktoren auf den Kompostierungsprozeß

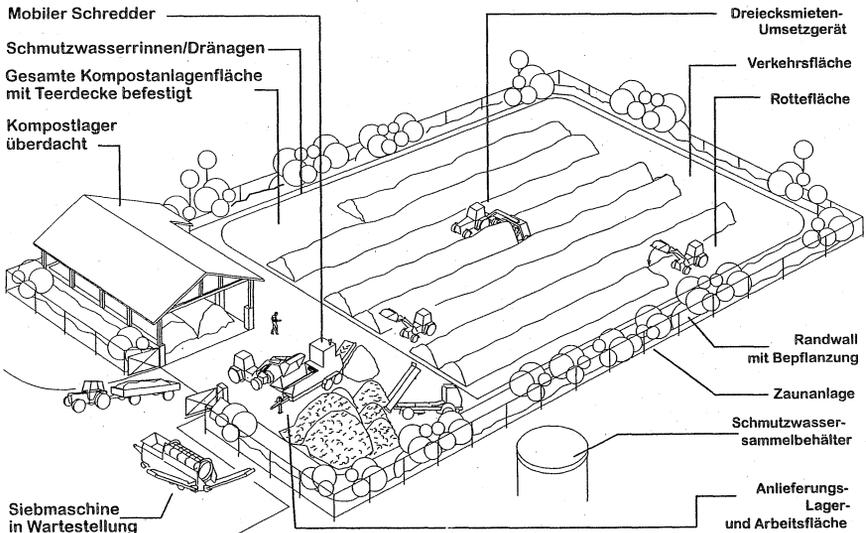


Abb. 6: Anlage mit Dreiecksmietenkompostierung im Freien

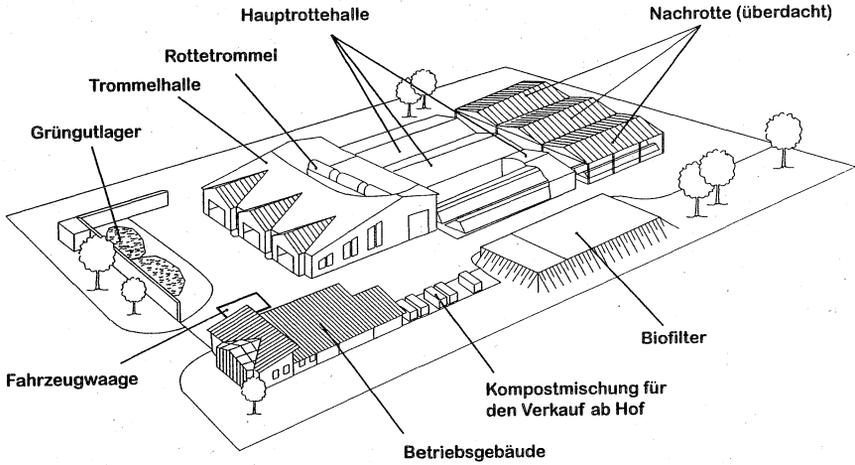


Abb. 7: Anlage mit Vorrottesystem "Trommel"

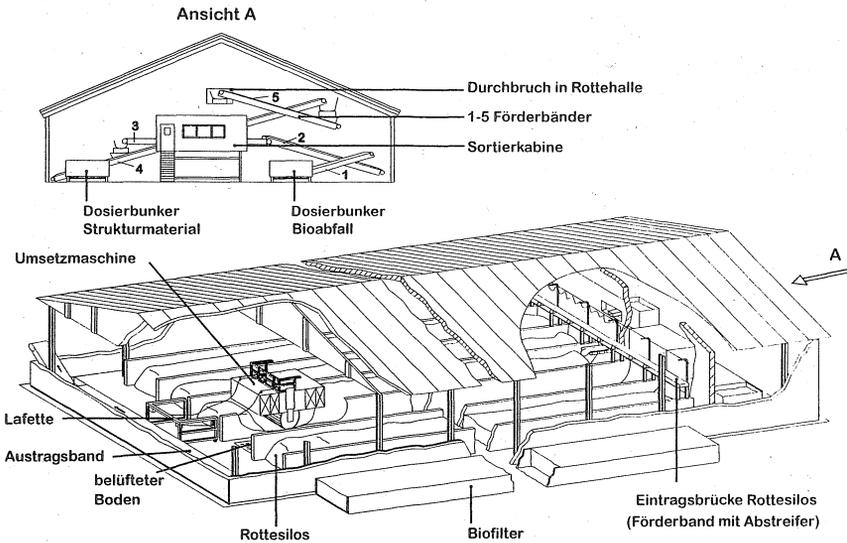


Abb. 8: Anlage mit Flachsilo-kompostierung

## **4. Verfahrensschritte**

### **4.1. Entfernen von Störstoffen**

Wie Untersuchungen an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der TU-München-Weihenstephan ergeben haben, werden durch zunehmenden Störstoffgehalt vor allem durch die Störstofffraktionen Metalle, Hartplastik und Aluverbundstoffe die Schwermetallkonzentrationen im Fertigungskompost erheblich erhöht. Das Entfernen kann durch Windsichter, Fe-Abscheider, manuelle Sortierung und durch ein Absieben auf 10 mm erfolgen. Bisher konnte nicht definitiv geklärt werden, ob eine Störstoffsartierung nach dem Prozeß, durch den Angriff von Säuren oder das Einwirken von schlagenden Werkzeugen, einen erhöhten Schwermetallgehalt im Kompost verursacht. Deshalb wird bis zur weiteren Klärung dieses Sachverhalts empfohlen, die Störstoffe vor dem Prozeß zu entfernen.

### **4.2 Herstellung einer rottefähigen Mischung**

Vor allem Grasschnitt und Bioabfälle aus Haushalten müssen zur Kompostierung mit strukturreichem Material aufgemischt werden. Die Höhe der Strukturmaterialzumischung ist abhängig vom Inputmaterial und dem Kompostierungsverfahren. Wird Grasschnitt in Trapez- oder Tafelmieten kompostiert, sollten wenigstens 30-50 Vol.-% Strukturmaterial zugemischt werden. Bei vielen Anlagen tritt das Problem auf, einen ausreichend hohen Strukturmaterialbestand über das Jahr vorzuhalten.

Werden Bioabfälle in Dreiecksmieten im Freien kompostiert, sollte das Rottegut einen Strukturmaterialanteil von 20-40 Vol.-% aufweisen. Bei einigen Vorrottesystemen wie Boxen oder Trommeln kann der Strukturmaterialanteil gesenkt werden.

### **4.3 Konfektionierung**

Die Konfektionierung kann das Absieben, einen Reinigungsvorgang (FE-Abscheider, Windsichter und Handsortierung) und das Herstellen von spezifischen Substraten (Mischen) umfassen.

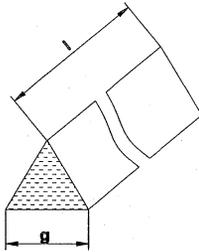
## **5. Mietenkompostierung**

Für die Kompostierung werden Dreiecks-, Trapez- oder Tafelmieten verwendet (Abb. 9).

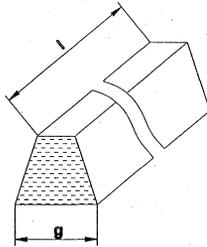
g = 1,5-4 m  
h = 1-2 m  
l = 20-50 m

g = 4-10 m  
h = 2-4 m  
l = 30-50 m

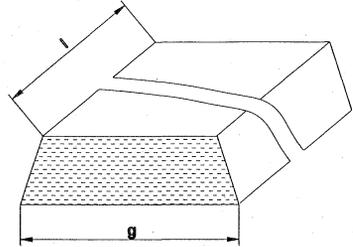
g = 10-50 m  
h = 2-3 m  
l = 30-100 m



Dreiecksmiete



Trapezmiete



Tafelmiete

Abb. 9: Formen der Mietenkompostierung

Welches Verfahren im Einzelfall anzuwenden ist, kann nur im Rahmen einer individuellen Beratung unter Einbeziehung des zu verarbeitenden Materials (Art und Menge) und der standörtlichen Voraussetzungen geklärt werden.

In der genannten Reihenfolge der Verfahren der Mietenkompostierung sinkt der Flächenbedarf und es sinkt die Sauerstoffversorgung des Rottegutes durch die natürliche Konvektion.

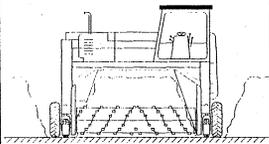
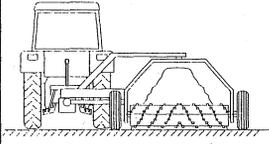
Trapez- und Tafelmieten ohne aktive Belüftungseinrichtung sind deshalb nur für rein pflanzliche Abfälle mit einem Anteil an strukturgebenden Bestandteilen von 30 - 50 Vol.-% geeignet. Die Mietenhöhe sollte dabei 1,5 - 2,0 m nicht überschreiten. In diesem Fall bieten sie eine gute Flächenausnutzung. Trapezmieten können mit einem Radlader, ggf. mit einer angebauten Frässhaukel, umgesetzt werden. Für Tafelmieten bei größeren Kompostierungsanlagen ist ein Trommelbandumsetzer, wegen der guten Qualität der Arbeitserledigung ("oberflächenschaffende" Wirkung durch schlagende Werkzeuge) und der hohen Durchsatzleistung zu empfehlen.

Bei der Kompostierung von Bioabfällen aus Haushalten sind diese Verfahren nur in Kombination mit einer aktiven Belüftung und eventuell einer Mikromembranabdeckung (Kompostvlies) geeignet. Für entsprechende Systeme liegen Gutachten vor, die gegenüber unbelüfteten nicht abgedeckten Mieten eine erhebliche Reduzierung der Geruchsemissionen belegen. Durch die Mikromembranabdeckung wird zudem ein geschlossenes System geschaffen, daß den Immissionsschutzbehörden die Genehmigung entsprechend bestehender Verwaltungsvorschriften (z.B. TA-Siedlungsabfall) erleichtert. Auch bei Belüftung und Mikromembranabdeckung müssen diese Mieten

regelmäßig (alle ein bis zwei Wochen) mit einem geeigneten Gerät (z.B. Radlader mit Frässhaukel oder selbstfahrender Trapezmietenumsetzer) umgesetzt werden, um neue, für Mikroorganismen angreifbare Oberflächen zu schaffen, die durch die Belüftung entstehenden Kanäle zu zerstören, und feuchte und trockene sowie nährstoffarme und nährstoffreiche Zonen zu homogenisieren.

Im Bereich der Verfahren mit offener Mietenkompostierung, die innerhalb landwirtschaftlicher Betriebe meistens ausgewählt werden, sollte das Verfahren der Dreiecksmietenkompostierung gewählt werden, wenn ungünstig verrottbares Pflanzenmaterial (z.B. hoher Anteil an frischem Grasschnitt) oder sensible Anlagenstandorte (geringer Abstand zur Wohnbebauung) vorliegen. Dieses Verfahren ist außerdem geeignet, Bioabfälle aus Haushalten mit einem Anteil strukturgebender Bestandteile von 20-40 Vol.-% zu verarbeiten.

Bei einer Begrenzung der Mietenhöhe auf ca. 1,5 m und einer Basisbreite von ca. 3,0m bietet diese Mietenform durch die natürliche Konvektion (Luftströmung zwischen heißer Miete und kühlerer Umgebung) eine ausreichende natürliche Belüftung des Rottegutes. Zum Umsetzen der Mieten, das in den ersten Tagen der Rotte täglich, in den folgenden zwei Wochen zweimal wöchentlich und anschließend bis zur vierten Woche einmal wöchentlich erfolgen sollte, sind diverse schlepperangebaute und oder selbstfahrende Geräte auf dem Markt. Die Selbstfahrer sind erheblich teurer, allerdings ist der Flächenbedarf durch die Einsparung von Rangierräumen gegenüber den schleppergezogenen Geräten deutlich geringer (Abb. 10).

Bauart	Prinzip	Mieten- größen m	Antriebs- und Durchsatzleistung	Bewertung	Investitions- bedarf DM
<b>Selbstfahrer</b> 	rotierende Trommel (1-2 Trommeln) mit Werkzeugen	Breite: 2-7 Höhe: 1-3	bis 4,5 kW: 160-200 m <sup>3</sup>  71-288 kW: 1200-5000 m <sup>3</sup>	flächensparend, da kein Rangierraum zwischen den Mieten notwendig, hohe Leistungs-klassen erfordern einen hohen Investitionsbedarf	12.000-480.000
<b>gezogen oder angebaut</b> 	rotierende Trommel (1-2 Trommeln) mit Werkzeugen, zapfwellengetrieben	Breite: 2,5-3 Höhe: 1,3-1,8	20-58 kW: * 600-2000 m <sup>3</sup>	einfache Technik, gute Qualität der Arbeitserledigung; bei Geräten ohne Triebachse ist ein Schlepper mit Superkriechgang (100-150 m/h) erforderlich	ca. 15.000-25.000

\* benötigte Schlepperleistung

Abb. 10: Umsetzgeräte für Dreiecks- und Trapezmieten

## 6. Kompostierung von Bioabfällen im geschlossenen System

Aufgrund der Vorgaben der TA-Siedlungsabfall wird in vielen Ausschreibungsverfahren für die Kompostierung von Bioabfällen aus Haushalten vorgegeben, daß "die Vorrotte im geschlossenen, kontrollierbaren System stattzufinden hat".

Falls ein Verfahren mit Belüftung und Mikromembranabdeckung von der ausschreibenden, bzw. genehmigenden Behörde nicht als geschlossen akzeptiert wird, bleibt der Bewerbern nur die Auswahl eines geschlossenen Vorrottemoduls.

Vorrottemodule werden von verschiedenen Herstellern meist als Rottebox oder Rottetrommel angeboten. Bei den angebotenen Systemen ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen statischen und dynamischen Systemen. Bei den statischen Systemen wird das Rottegut nur belüftet. Es findet keine dem Umsetzen gleiche Durchmischung (siehe oben) statt. Bei dynamischen Systemen findet der Umsetzvorgang durch eine Drehbewegung (Rottetrommel) oder eine Kombination aus Kratzboden und Förderaggregaten (Rottebox) statt. Aus Kostengründen wird häufig nur mit Verweilzeiten von 4-7 Tagen kalkuliert. In dieser kurzen Zeit ist jedoch nicht mit einem wesentlichen Rottefortschritt zu rechnen. Nach Möglichkeit sollten deshalb Verweilzeiten von wenigstens 10 bis 14 Tagen angestrebt werden. Dann kann davon ausgegangen werden, daß die problematische geruchsintensive Phase im geschlossenen System stattgefunden hat. Zur Auswahl eines für den jeweiligen Anwendungsfall geeigneten Systems ist es aufgrund der Vielzahl der in Betracht zu ziehenden Faktoren unerlässlich, eine kompetente Beratung hinzuzuziehen.

Da die Vorrottemodule einen zum Teil erheblichen Investitionsbedarf erfordern, wird oft der Nachrottebereich vernachlässigt. Das ist umso problematischer, je kürzer das Rottegut im Vorrottesystem verweilt und je weniger die Rotte fortgeschritten ist. Deshalb müssen für die der Vorrottephase folgenden Haupt- und Nachrottephasen die gleichen Anforderungen wie für die Kompostierung von Bioabfällen auf Mieten erhoben werden (siehe oben).

Geschlossene Systeme der Bioabfallkompostierung müssen gewählt werden, wenn

- (1) eine komplett geschlossene Betriebsweise im Ausschreibungsverfahren ausnahmslos vorgeschrieben ist,
- (2) aufgrund der Größe der zu errichtenden Anlage und der daraus auch bei optimaler Betriebsführung resultierenden Geruchsemissionen eine geschlossene Betriebsweise notwendig ist, und



Für den Bau und Betrieb von Kompostierungs- bzw. Vergärungsanlagen ist in erster Linie das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) relevant, das in Verbindung mit dem Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandförderungsgesetz festlegt, daß bis zu einer jährlichen Inputleistung von (0.75 t/h) (6750 t/a) eine baurechtliche Genehmigung, bis 10 t/h ein vereinfachtes immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ohne Öffentlichkeitsbeteiligung notwendig ist.

Die Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASI) enthält Angaben zur Bioabfallsammlung, -kompostierung und zur Kompostverwertung. Bezüglich der Kompostierung wird unter anderem gefordert, daß die Vorrotte im geschlossenen, kontrollierbaren System stattzufinden hat. Ausgenommen davon sind kleine Anlagen, wenn keine Beeinträchtigung der Nachbarschaft, bzw. der Kompostqualität zu erwarten ist.

Gemäß §6 Abs. 2 Nr.3 und § 7 Abs. 2 des Tierkörperbeseitigungsgesetzes (TierKBG) müssen Tierkörperteile und Erzeugnisse, die in Gaststätten und Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung nicht nur in geringen Mengen anfallen, in Tierkörperbeseitigungsanstalten beseitigt werden. Die Tierseuchenreferenten der Länder haben in Übereinstimmung mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ihre bisherige Auslegung des Begriffs der "geringen Menge" geändert: Während "geringe Mengen" bislang als 10 kg Tierkörperteile oder Erzeugnisse pro Tag definiert wurden, liegt jetzt eine geringe Menge nicht mehr vor, wenn in Gaststätten und Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung mehr Tierkörperteile und Erzeugnisse als in einem 4-Personen-Haushalt anfallen. Gemäß § 8 Abs. 2 Nr. 2 TierKBG kann die Genehmigungsbehörde, soweit der Grundsatz des § 3 TierKBG (unschädliche Beseitigung) gewahrt bleibt und öffentliche Interessen nicht dagegen stehen, abweichend von der grundsätzlichen Beseitigungspflicht, im Einzelfall die Beseitigung in anderen Anlagen zulassen. Dadurch können nach dieser Ausnahmeregelung für die Verwertung von Speiseabfällen z.B. Biogas- mit entsprechenden Zerkleinerungs- und Erhitzungseinrichtungen zugelassen werden. Dies wird von der Genehmigungsbehörde durch seuchenhygienische Auflagen nach § 8 Abs.4 TierKBG sichergestellt.

Zur Zeit ist darüber hinaus auf Bundesebene eine Kompostverordnung in Vorbereitung, die das Aufbringen von Kompost auf landwirtschaftliche Flächen regeln wird.

## 8. Zusammenfassung

Die schon von Justus von Liebig aufgezeigte Kreislaufwirtschaft im Bereich organischer Abfälle erfährt erst durch die Anfang dieses Jahrzehnts geänderte Gesetzeslage in der Abfallwirtschaft und die dadurch getrennt erfassten organischen Abfälle (Sekundärrohstoffe) eine starke Zunahme. Aufgrund der Materialeigenschaften werden große Mengen durch die Kompostierung zu organischen Düngern aufbereitet, die aufgrund ihres hohen Nährstoffgehaltes als Düngemittel zu betrachten sind und dementsprechend auf landwirtschaftlich genutzten Flächen verwertet werden sollten. Der Einstieg der Landwirtschaft als Dienstleister der Kommunen sollte die optimale Aufbereitung und Qualitätssicherung dieser Düngemittel einschließen. Demnach gilt es anhand einer Reihe von zu berücksichtigenden Faktoren die optimale Verfahrenswahl und Organisation der Kompostierung in der Landwirtschaft zu erreichen. Für den Kompostierungsprozess müssen auf die verschiedenen Verfahren abgestimmte Materialmischungen hergestellt werden, Störstoffe entfernt werden und den mikrobiellen Prozeß unterstützende Maßnahmen (Umsetzen, Belüften) ergriffen werden. Darüber hinaus müssen Aspekte der Kompost- und damit Düngerqualität berücksichtigt werden und, je nach Standort, den hygienischen Erfordernissen, den wirtschaftlichen Aspekten und einer Reihe von rechtlichen Rahmenbedingungen Rechnung getragen werden. Werden diese Zusammenhänge beachtet und auf die regionalen Verhältnisse abgestimmt, ergibt sich sowohl für die Landwirtschaft, als auch für die Kommunen eine langfristig tragfähige und auch wirtschaftlich interessante Lösung der Abfallverwertung im Sinne einer entsorgungssicheren Kreislaufwirtschaft.

## 9. Literatur

- FRICKE, K.: Grundlagen zur Bioabfallkompostierung unter besonderer Berücksichtigung von Rottesteuerung und Qualitätssicherung. Dissertation, Gesamthochschule Kassel - Witzenhausen, 1988.
- GRONAUER, A.; HELM, M.; SCHÖN, H.: Bioabfallkompostierung - Chancen und Anforderungen an die Verfahrenstechnik. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1995, S. 15-22 (Arbeitspapier Nr.223).
- HELM, M.; GRONAUER A.: Einflußfaktoren auf den Rotteprozeß und das Potential gasförmiger Emissionen. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1995, S. 23-35 (Arbeitspapier Nr.223).
- HELM, M.: "Prozeßführung bei der Kompostierung". Dissertation, Technische Universität München - Weihenstephan, 1995, KTBL-Schrift 371
- HELM, M., HÖGL, D., GRONAUER, A.: Dynamik des Prozesses bei der Kompostierung von Bioabfällen. -In: Entsorgungspraxis 14 (1996) Nr.5, S. 35-42.
- KTBL (Hrsg.): Kompostierung und landwirtschaftliche Kompostverwertung". KTBL-Arbeitspapier 191, Darmstadt, 1993
- SCHATTNER-SCHMIDT, S. HELM, M., GRONAUER, A., HELLMANN, B.: Kompostierung biogener Abfälle. -In: Landtechnik 50(1995), S. 364-365.

## **Biogas und Cofermentation**

Heinz Schulz und Hans Mitterleitner

### **1. Einleitung**

In den letzten drei Jahren hat das Biogasverfahren sehr stark an Bedeutung zugenommen. Dies zeigt sich einmal an der wachsenden Zahl der Anlagen, von denen zur Zeit etwa 400 bundesweit in Betrieb sind und davon 150 allein in Bayern. Andererseits zeigen aber auch immer mehr Landwirte, Kommunen, Politiker und Energieversorgungsunternehmen Interesse an diesem Verfahren, mit dem man gleichzeitig hochwertige Energie gewinnen, aber auch Entsorgungs- und Umweltprobleme lösen kann. Bisher standen einer stärkeren Einführung der Biogastechnik einige Hemmnisse im Wege wie vor allem hohe Investitionen und nicht immer eindeutige Wirtschaftlichkeit, Probleme mit Bauausführung und Technik, unsichere Prozeßführung und nicht zuletzt mangelnde Information und Beratung. Heute sind die Voraussetzungen für einen erfolgreichen und wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen wesentlich günstiger.

### **2. Voraussetzungen für die neue Entwicklung der Biogas-Technik**

- Durch das ab 1991 wirksame Gesetz zur Einspeisung und Vergütung von Strom aus regenerativen Quellen ist es interessant geworden, Biogas zu verstromen und zu einem Preis von ca. 14,5 Pf/kWh ins Netz einzuspeisen.
- Mit Biogas können handelsübliche und mit geringem Aufwand umgerüstete Benzin- und Dieselmotoren in einem sehr großen Leistungsbereich von einigen wenigen bis zu mehreren hundert Kilowatt betrieben werden.
- Es wurden Möglichkeiten gefunden, Biogasanlagen wesentlich billiger, funktionssicherer und damit wirtschaftlicher zu bauen, als bisher. Auch gab es gute Fortschritte bei der Weiterentwicklung der technischen Einrichtungen wie Pumpen, Schneidwerke, Rührwerke und Heizungen.
- Durch das neue Verfahren, den giftigen und korrosiven Schwefelwasserstoff im Biogas durch Einblasen geringer Luftmengen in den Fermenter auf bioche-

mische Weise in elementarem Schwefel und Wasser zu zerlegen, wurden teure und arbeitsaufwendige Entschwefelungseinrichtungen überflüssig.

- Inzwischen gibt es zahlreiche Ingenieurbüros, die sich auf die Planung und Baubetreuung von Biogasanlagen spezialisiert haben. Auch die BayWa hat jetzt Biogasanlagen in ihr Verkaufsprogramm aufgenommen. Der Fachverband Biogas, die größte europäische Vereinigung auf diesem Gebiet, gibt vielfältige Hilfen zur Einführung der Biogastechnik.
- Die gülleverbessernden Nebeneffekte des Biogasverfahrens, wie vor allem Geruchsminderung, Verringerung der Ätzwirkung, Vermeiden von Nährstoffverlusten und Verbesserung der Fließfähigkeit spielen eine immer größere Rolle.
- Durch die seit 1992 zunehmend praktizierte Cofermentation, also die Verwertung organischer Abfälle zusammen mit Gülle und Mist, kann die Wirtschaftlichkeit des Biogasverfahrens oft entscheidend verbessert werden.
- Die Biomüllvergärung in Biogasanlagen hat sich nach einigen Anlaufschwierigkeiten in der Praxis recht gut bewährt und ist eine notwendige Ergänzung zur Kompostierung.

### **3. Anforderungen an die Substrate**

Biogas entsteht beim Verfaulen organischer Stoffe im feuchten Milieu unter Luftabschluß als Stoffwechselprodukt von Methangasbakterien im Temperaturbereich von 0 bis 70 °C. Je höher die Temperatur, umso schneller läuft der Prozeß ab. Wichtig ist, daß die einmal gewählte Temperaturstufe (psychrophil = unter 20 °C, mesophil = 25 - 35 °C, thermophil über 45 °C) möglichst exakt eingehalten wird. Außerdem darf die Zusammensetzung des abzubauenen Substrats nicht stark schwanken. In Abb. 1 sind typische Abfallstoffe aufgeführt, die sich für das Biogasverfahren oder die Kompostierung eignen.

Methanbakterien können Fett, Eiweiß, Kohlehydrate und Zellulose in reiner Form nicht abbauen. Sie benötigen vielmehr zum Aufbau ihrer Zellsubstanz lösliche Stickstoffverbindungen, Mineralstoffe und Spurenelemente. In Mist und Gülle sind diese Stoffe ausreichend vorhanden. Aber auch Gras (in frischer oder konservierter Form), Panseninhalt, Küchenabfälle, Essensreste, Treber, Schlempe, Molke, Altbrot und Biomüll enthalten genügend Grundnährstoffe und können allein abgebaut werden. In Tab. 1

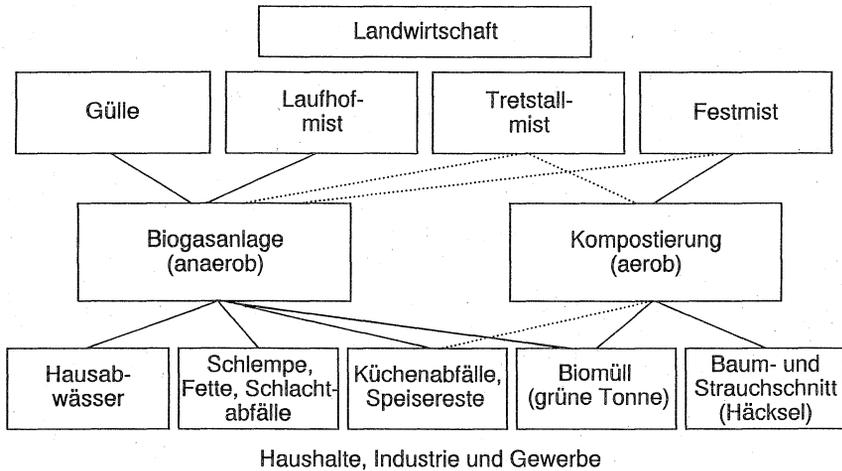


Abb. 1: Behandlung organischer Abfälle in der Landwirtschaft

sind die wichtigsten Substrate aufgelistet, die sich nach gegenwärtigem Kenntnisstand als Substrat in reiner Form oder nur als Beigabe zur Cofermentation mit Mist, Gülle, Gras und den anderen erwähnten, allein zu vergärenden Materialien eignen. In Tab. 2 sind wichtige Merkmale des Biogasverfahrens aufgeführt.

Tab. 1: Substrate für landwirtschaftliche Biogasanlagen

<b>1. Grundsubstrate</b> (Für alleinige Vergärung geeignet)	<b>2. Cofermentate</b> (Nur in Verbindung mit 1. geeignet)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gülle</li> <li>• Festmist (verflüssigt)</li> <li>• Gras (jung)</li> <li>• Biotreber</li> <li>• Obst- und Weintrester</li> <li>• Schlempe</li> <li>• Altbrot</li> <li>• Panseninhalt</li> <li>• Biomüll</li> <li>• Zuckerschnitzel</li> <li>• Speiseabfälle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fettabscheiderfett</li> <li>• Flotatfett</li> <li>• Fritierfett</li> <li>• Gras (überständig)</li> <li>• Melasse</li> <li>• ölbeladenes Bentonit</li> <li>• bioabbaubare Kunststoffe</li> <li>• Ölpreßkuchen</li> <li>• Hausabwasser</li> <li>• Silagesickersaft</li> <li>• Strohmehl</li> </ul>

Tab. 2: Wichtige Merkmale des Biogasverfahrens

Temperaturstufe °C	20 - 25	30 - 35	45 - 55
Verweilzeit (Tage)	60	30	15
Gasertrag (m <sup>3</sup> /GV)	Rindergülle	1,5 - 1,75	
	Mastschweinegülle	0,75 - 1,0	
	Hühnergülle	3,5 - 4,0	
Abbaugrad (% der OTS)	40 - 60		

Wenn man einmal von wenigen Versuchsanlagen für Festmist absieht, werden die Substrate in flüssiger Phase mit TS-Gehalten zwischen 5 und 15 % ausgefault. Substrate mit niedrigeren Trockensubstanzgehalten bringen zwar keine technischen Probleme, lassen aber in der Regel keinen wirtschaftlichen Betrieb zu. Bei zu hohen TS-Gehalten gibt es Probleme mit Förderung und Mischen.

Die nicht in Wasser gelösten oder dispergierten Stoffe müssen entweder fein verteilt sein (z.B. bei Fettbeigabe) oder so strukturiert werden (z.B. bei Zellulose), daß eine große Angriffsfläche entsteht. Stroh, langes Gras und Biomüll müssen zerkleinert und möglichst aufgefasernt werden, weil sonst zu lange Verweilzeiten erforderlich sind und Probleme mit Schwimmdeckenbildung auftreten können. Materialien mit hohem Ligningehalt (Holz) können nicht, bzw. nur sehr langsam abgebaut werden.

Durch Beigabe energiereicher organischer Abfälle wie Fettabscheiderfett, Fritierfett, Flotatfett, Melasse, Rapskuchen und stärkehaltige Materialien kann die Biogaserzeugung erheblich gesteigert werden. Aus der Praxis sind Gasleistungen vom 2- bis 5-fachen gegenüber reiner Gülle bekannt, ohne daß das Fermentervolumen vergrößert wurde. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß durch den höheren Gasanfall auch mehr Motorabwärme bei der Verstromung frei wird, die meist zum Aufheizen des Fermenters in einem höheren Temperaturbereich benutzt wird. Die meisten Anlagen mit Cofermentation arbeiten daher nicht im mesophilen, sondern im thermophilen Bereich.

Probleme bei der Cofermentation können auftreten, wenn zu große Mengen konzentriert direkt in den Fermenter eingespeist werden. Hierdurch kann es zu Störungen im Prozeß oder starken Schaumbildungen kommen. Besser ist ein Vermischen der Cofermentate mit Gülle oder anderen Grundsubstraten in der Vorgrube sowie ein langsames Steigern der Konzentration. Wichtig ist weiter, daß die zur Cofermentation

beigemischten Abfälle keine zu hohen Stör- und Schadstoffkonzentrationen haben, hier ist vor allem bei Biomüll Vorsicht geboten.

#### **4. Verfahren, Bau und Technik**

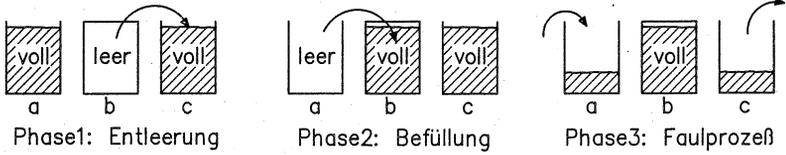
Von den verschiedenen Biogasverfahren (Abb. 2) konnten sich bei uns aus Kostengründen das Batch-Verfahren und das Wechselbehälterverfahren trotz spezieller Vorteile (Hygienisierungseffekte) nicht durchsetzen. Heute werden bei uns Biogasanlagen nach dem Durchflußverfahren, Speicherverfahren und zunehmend eine Kombination beider, nämlich das Durchfluß-Speicherverfahren (Abb. 3) gebaut, die dem höchsten Stand der Biogastechnik und des Umweltschutzes entsprechen. Hierbei werden nämlich die Restgase, die bei der bis zu 7-monatigen Lagerung des aus dem Durchflußfermenter kommenden Faulschlammes entstehen, aufgefangen und genutzt. Eine Menge liegt bei 20 - 40 % des Gesamtgasertrags. Die flexible Gasfolie kann dabei sogar zur Gasspeicherung dienen.

Die Biogasfermenter können liegend (horizontal) oder stehend (vertikal) sowie aber auch unterirdisch angeordnet werden (Abb. 4). Als Baustoffe werden Stahl und Stahlbeton eingesetzt, Kunststoff hätte zwar große Vorteile im Hinblick auf Gasdichtigkeit und Korrosionsbeständigkeit, ist aber für den Behälterbau zu teuer. Wohl aber werden Kunststoffe für Rohre, Armaturen, Gasspeicher und Wärmedämmung eingesetzt.

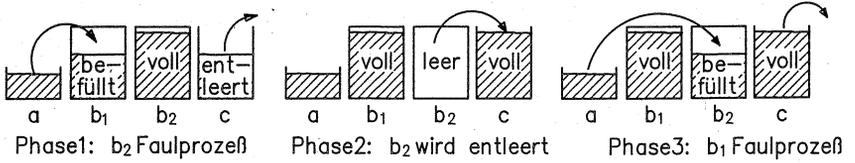
Gute Fortschritte wurden in den letzten Jahren bei Aufbereitung, Förderung und Rühren der Substrate gemacht. Mit Schneidmixern in der Vorgrube gelingt es, sogar Festmist mit vorzerkleinerter Stroheinstreu (Strohschläger am Mährescher, Schneidwerk in Ladewagen oder Großballenpresse) zu verflüssigen. Außerdem gibt es Pumpen mit Schneidwerk und spezielle Mazeratoren, die z.B. bei Biomüll notwendig werden.

Rührwerke, die ein- bis mehrmals täglich laufen, dienen dem Austreiben des Biogases, dem Heranführen neuer Nährstoffe an die Methanbakterien, und vor allem dem Vermeiden von Sinkschichten und Schwimmdecken (Abb. 5). Auch hier wurden gute Fortschritte erzielt. Sehr leistungsfähig sind die langsamlaufenden mechanischen Rührwerke und die neuentwickelten Stab- und Tauchmotor-Propellerrührwerke. Damit lassen sich auch stark faserhaltige Substrate wie verflüssigter Festmist, Gras und Biomüll beherrschen.

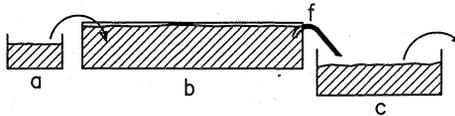
I Batch – Verfahren:



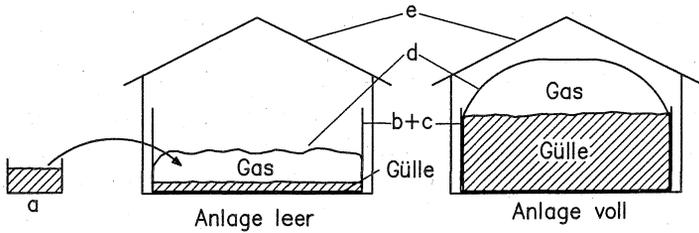
II Wechselbehälter – Verfahren:



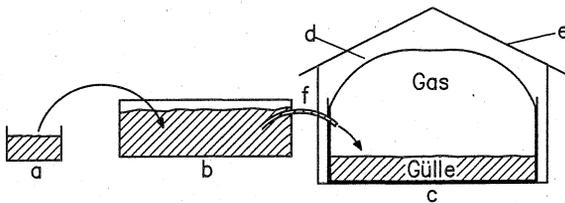
III Durchfluß – Verfahren:



IV Speicherverfahren:



V Durchfluß – Speicherverfahren:



- a = Vorbehälter (Vorgrube)
- b = Faulbehälter
- c = Lagerbehälter
- d = Folienhaube
- e = Witterungsschutz
- f = Überlauf

Abb. 2: Typische Biogasverfahren

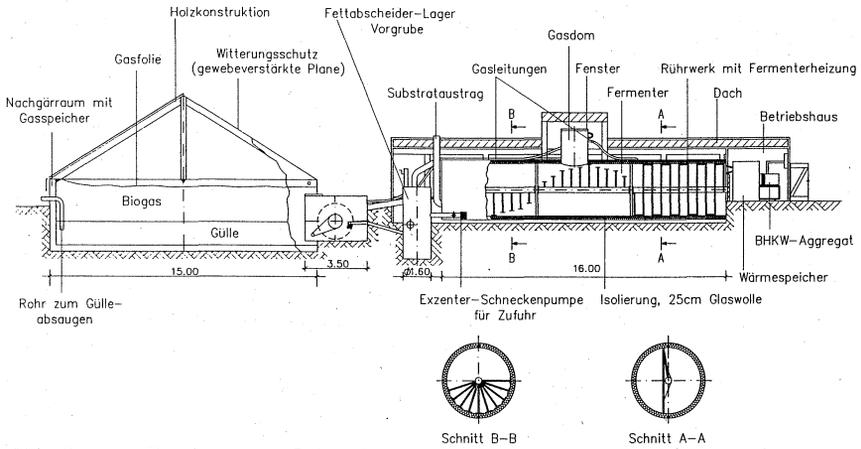
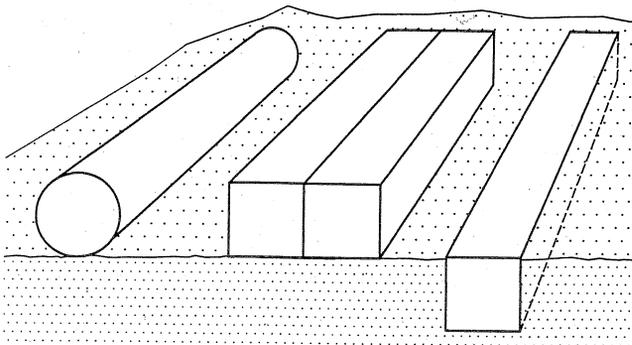


Abb. 3: Biogasanlage Schredl, Haindling

Horizontale Ausführung

oberirdischer Stahltank      oberirdische Betonkammern      unterirdischer Gärkanal



Vertikale Ausführung

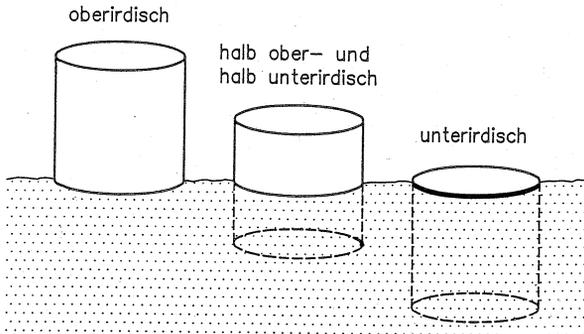


Abb. 4: Ausführung und Anordnung von Faulbehältern für Biogasanlagen

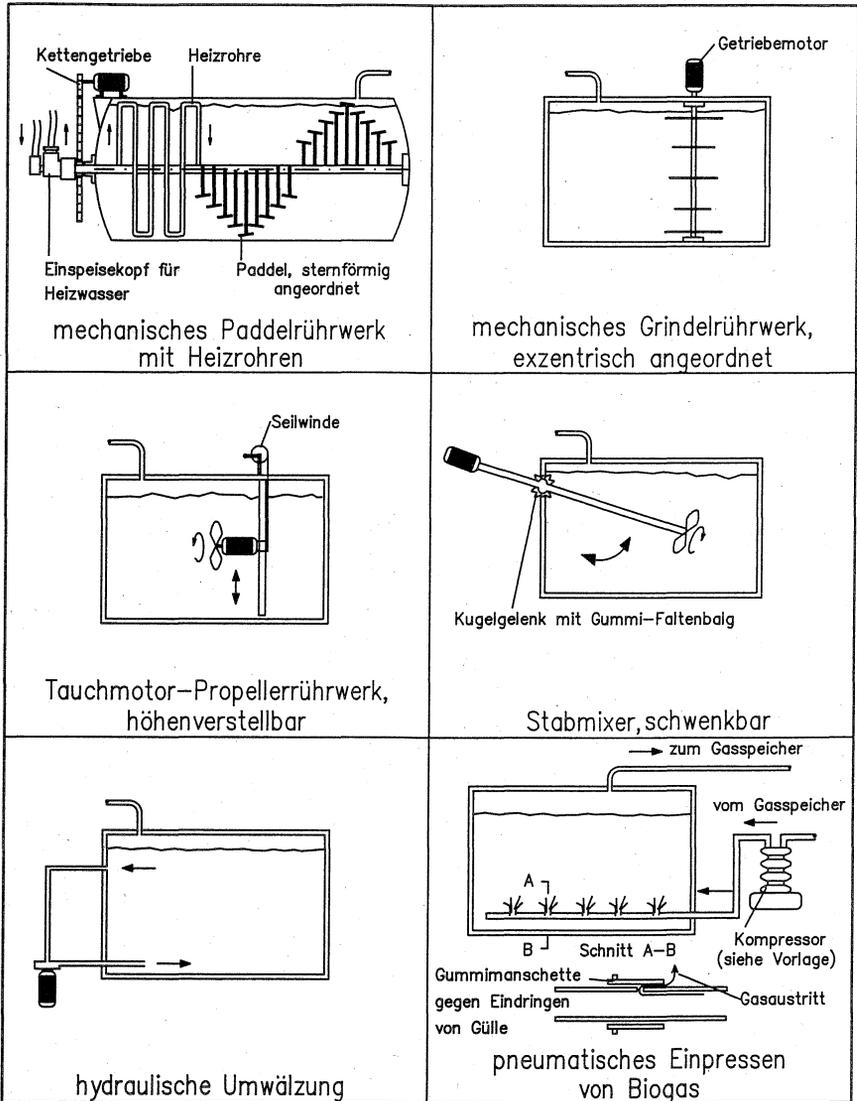


Abb. 5: Rührreinrichtungen für Biogasanlagen

Externe oder in den Fermenter eingebaute Heizungen werden zum Aufheizen des Substrats und zum Ausgleich der Wärmeverluste benötigt. Heute wird meist mit Rührwellenheizung, Bodenheizung oder Wandheizung im Fermenter gearbeitet. Um die Wärmeverluste gering zu halten, setzt man hochwertige Dämmstoffe ein, z.B.

extrudierten Polystyrolschaum im Bodenbereich und bei Kontakt mit Gülle, expandierten Polystyrolschaum, aufgespritzten Polyurethanschaum und Mineralfasermatten sowie auch organische Materialien im Trockenbereich. Damit läßt sich der Prozeßwärmeverbrauch auf 20 - 30 % der im Biogas enthaltenen Energie senken.

Außerdem sind noch zahlreiche Sicherheits-, Hilfs- und Kontrolleinrichtungen nötig, um eine Biogasanlage zu betreiben. Kondenswasserabscheider, Über- und Unterdrucksicherungen, Gasuhren, Thermometer, Entschwefelungseinrichtung, Flammrückschlagsicherung usw. zählen hierzu.

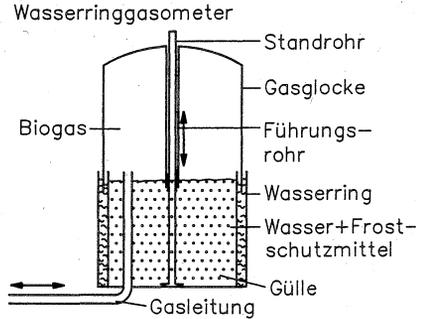
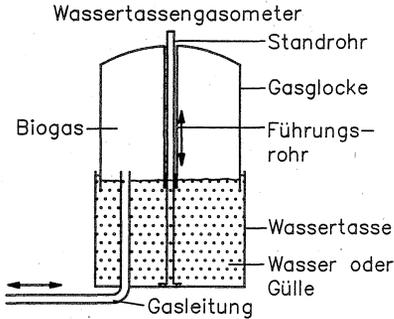
## 5. Gasspeicherung und Gasverwertung

Biogas ist ein Energieträger, der sich leicht und verlustarm auch über längere Zeit speichern läßt. Allerdings braucht man für die drucklose Speicherung ein relativ großes Volumen, da 1 m<sup>3</sup> Biogas nur den Energiegehalt von 0,6 - 0,7 l Heizöl hat. Obwohl sich Biogas durch mehrstufige Kompressoren auf bis zu 300 bar verdichten und in kompakten Stahlflaschen speichern läßt, werden heute fast ausschließlich Niederdruckspeicher mit Drücken zwischen 5 und 200 mm WS eingesetzt (Abb. 6).

Die früher üblichen Naßspeicher in Form der von kommunalen Klärwerken her bekannten Wassertassengasometer sind durch die preiswerteren Folienspeicher fast vollständig verdrängt worden. Mit ihnen kann man verschiedene Formen bis 1000 m<sup>3</sup> Inhalt sehr preiswert vor Ort oder in Vorfertigung herstellen. Als Material haben sich unverstärkte PE/EVA-Folien mit 0,5 mm Dicke und PVC-beschichtete Chemiefasergewebe mit 1 - 1,5 mm Dicke bewährt. Wichtig ist, die Folienspeicher witterungsgeschützt unterzubringen.

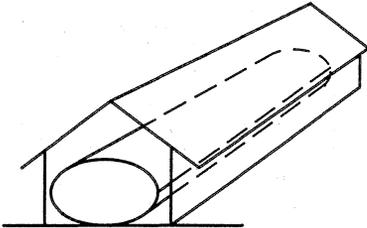
Biogas ist ein Kohlenwasserstoff und besteht hauptsächlich zu etwa 60 - 70 % aus Methan (CH<sub>4</sub>), zu 30 - 40 % aus Kohlendioxyd (CO<sub>2</sub>) sowie Spurengasen wie Schwefelwasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Ammoniak, deren Gesamtanteil in der Regel unter 1 % liegt. Der Energiegehalt liegt je nach Methananteil bei 5,5 - 7,0 kWh/m<sup>3</sup>. Biogas ist daher ein hochwertiger Energieträger, der umweltfreundlich zu Wasser und etwas Kohlendioxyd verbrennt sowie CO<sub>2</sub>-neutral ist. Es kann sehr vielseitig zum Kochen, Heizen, Warmwasserbereiten, Trocknen, Kühlen, für Infrarotstrahler und vor allem zur Stromerzeugung mit Abwärmenutzung verwendet werden. Seitdem preiswerte und komplette Biogas-Blockheizkraftwerke auf dem Markt sind und die Netzstromeinspeisung angemessen vergütet wird, ist die Stromerzeugung aus Biogas zur Hauptnutzung geworden. Kleinere Aggregate unter 20 KW werden meist mit umgerüsteten Benzinmotoren im Gas-Otto-Betrieb verwendet, während bei große

a) Naßspeicher



b) Trockenspeicher

Folienspeicher



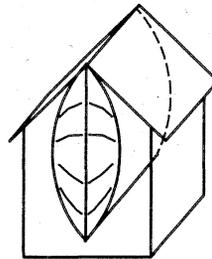
Schlauch, liegend im Leichtgebäude



Schlauch, hängend im alten Hochsilo



Kissen, liegend auf Fermenter



Kissen, hängend im Scheunenfach

Abb. 6: Niederdruckspeicher für Biogas

ren Anlagen vorwiegend Dieselmotoren im Zündstrahlbetrieb laufen. Für Gas-Otto-Betrieb umgebaute Dieselmotoren, wie sie bei Klärgas und Deponiegas eingesetzt werden, sind für landwirtschaftliche Biogasanlagen leider zu teuer. Diese 3 Systeme haben typische Vor- und Nachteile, die in Tab. 3 dargestellt sind.

Tab. 3: Typische Merkmale verschiedener Motoren und Verbrennungsverfahren für Biogas

Merkmal	Motorbauart und Verbrennungsverfahren		
	Benzinmotor: Gas-Otto-Verfahren	Dieselmotor: Gas-Otto-Verfahren	Dieselmotor Zündstrahlverfahren
Preis	niedrig	sehr hoch	hoch
Wirkungsgrad	20 - 25%	30 - 35%	25 - 35%
Lebensdauer	niedrig	mittel	mittel
Geräusch	mittel	stark	stark
Ruß im Abgas	./.	./.	vorhanden
Wartung	hoch	gering	hoch
Zündölverbrauch	./.	./.	10 - 30%
Ersatzkraftstoff bei Biogausausfall	Flüssiggas (Benzin)	Flüssiggas	Heizöl, Dieselöl (Pflanzenöl)

Obwohl biogasbetriebene BHKW's mit konventionellen Hubkolbenmotoren und Asynchrongeneratoren heute zum Stand der Technik gehören, bleiben in technischer Hinsicht noch Wünsche offen. Nachteilig sind vor allem die starken Geräuschemissionen, Schadstoffe im Abgas, laufende Wartung, Schmierölverbrauch, hoher Verschleiß, niedrige Wirkungsgrade bei Gas-Otto-Betrieb mit Benzinmotoren, Ruß im Abgas und Verbrauch von Heizöl im Zündstrahlbetrieb von Dieselmotoren.

Eine Verbesserung könnten hier Stirling-Motoren bringen, die mit einer schadstoffarmen, kontinuierlichen Verbrennung arbeiten, ruhiger laufen, kein Schmieröl benötigen und wartungsärmer sind. Erstmals konnte im letzten Sommer ein Prototyp des 40 KW-Erdgas-Stirlingmotors der Starnberger Firma Heidelberg-Motor an der Biogasanlage Schredl/Haindlfing eingesetzt werden.

Er funktionierte bei diesem Praxisbetrieb schon recht gut, brachte aber mit dem Erdgasbrenner noch nicht die Nennleistung, weil Biogas durch den CO<sub>2</sub>-Anteil einen geringeren Heizwert hat.

## 6. Investitionen und Kosten

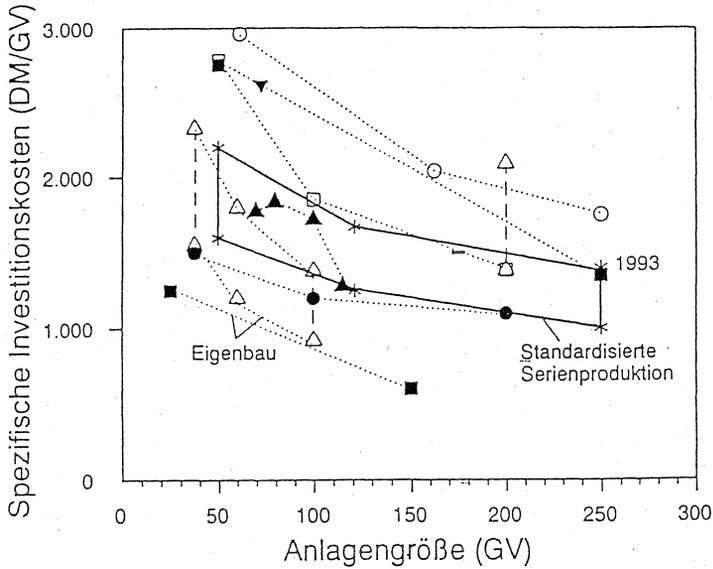
Die immer wieder gestellte Frage, ob Biogasanlagen wirtschaftlich oder unwirtschaftlich sind, kann nicht eindeutig mit ja oder nein beantwortet werden. Die Schwankungsbreite in den Investitionen, im Aufwand für Arbeit, Wartung und Reparaturen, im Gasertrag, Prozeßenergiebedarf, in der Nutzungsdauer und vor allem in der monetären Bewertung der Nebeneffekte ist einfach zu hoch, so daß daher für jeden Einzelfall

eine Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Kosten-Nutzengegenüberstellung erforderlich ist (Tab. 4). Dabei wird man feststellen, daß die Investitionen der Hauptkostenfaktor sind. Sie bewegen sich zwischen 500 und 3000 DM/GV in Abhängigkeit von Größe und Anteil der Eigenleistung (Abb. 7). Deutlich ist zu sehen, daß die Investitionen mit zunehmender Anlagengröße stark sinken. Von den Gesamtinvestitionen entfallen allein etwa 60 % auf den Fermenter (Abb. 8).

Bei einem Wirtschaftlichkeitsvergleich für 5 typische Anwendungsfälle (Tab. 5) konnte festgestellt werden, daß bei einem 100 GV-Schweinemastbetrieb ohne Cofermentation eine Wirtschaftlichkeit kaum zu errechnen ist, es sei denn, den Nebeneffekten wird ein besonders hoher Nutzen beigemessen (z.B. Geruchsminderung). Viel günstiger sieht es in einem 100 GV-Milchviehbetrieb aus, wobei allerdings ein hoher Anteil an Eigenleistungen nötig ist, um die Höhe der Investitionen auf unter 1000 DM/GV zu begrenzen. Wird in einem derartigen Betrieb Cofermentation (hier unterstellt mit Rasenschnitt oder Fettabscheiderfett) betrieben, ist die Wirtschaftlichkeit viel leichter zu erreichen, da neben dem höheren Gasertrag auch noch mit Einnahmen aus den Entsorgungsgebühren zu rechnen ist. Am wirtschaftlichsten erweist sich die reine Grasvergärung, wenn eine Entsorgungsgebühr von ca. 15 DM/t eingenommen werden kann.

Tab. 4: Formular zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen

Ausgaben		Einnahmen	
Investitionskosten DM		Gasertrag m <sup>3</sup> /a	
abzögl. Zuschüsse DM		Einkaufspreis Strom	
		Verkaufspreis Strom	
Zu verzinsendes Fremdkapital DM		Selbstkosten Wärme	
		Verkaufspreis Wärme	
<b>Kosten in DM/a</b>		<b>Nutzen in DM/a</b>	
Abschreibung Bau		Stromverkauf	
Abschreibung Technik		Eigenstromersatz	
Reparatur /Wartung Bau		Wärmeverkauf	
Reparatur/Wart. Technik		Brennstoffeinsparung	
Verzinsung		Dungwertveränderung	
Versicherung		Hygienisierung	
Arbeitslöhne		Geruchsminderung	
		Verwertungserlös	
		Erlaß von Kanalanschluß-Gebühren	
Gesamt-Kosten pro Jahr		Gesamt-Nutzen pro Jahr	
Gewinn-/Verlust der Biogaserzeugung			



- |                                      |   |  |   |
|--------------------------------------|---|--|---|
| <b>DLR-Referenz, 1993</b>            | * | <b>Rettich, Sindrup, 1991</b>                        | - |
| <b>Kaltschmitt, Schwarting, 1992</b> | ○ | <b>Schulz, 1989 (Mittelwerte)</b>                    | ■ |
| <b>Agrarforschung, 1989</b>          | □ | <b>Kaltschmitt; KTBL, 1992 (mittelgroße Anlagen)</b> | ▲ |
| <b>DIW-ISI, 1991</b>                 | △ | <b>Triesdorf, 1992</b>                               | ▼ |
| <b>Fichtner, 1993</b>                | ● |  |   |

Abb. 7: Spezifische Investitionskosten einzelbetrieblicher Biogasanlagen (nach RETTICH, KALTSCHMITT, SCHULZ, FICHTNER)

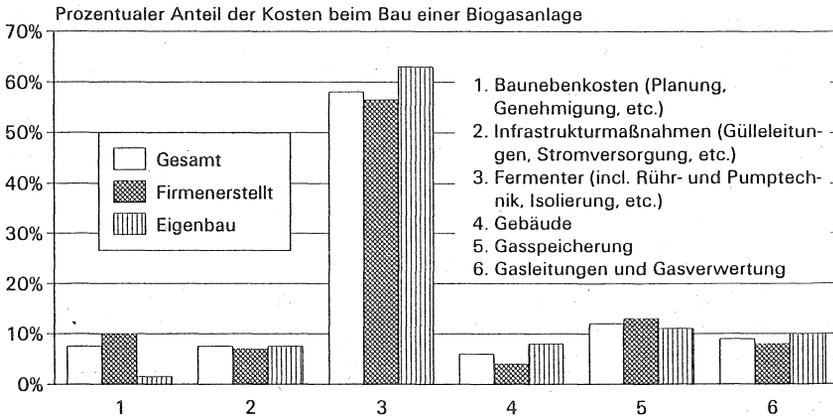


Abb. 8: Prozentuale Verteilung der Investitionen beim Bau von Biogasanlagen (Ergebnis einer Umfrage an 35 Biogasanlagen)

Tab. 5: Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener Betriebsformen mit Biogasanlagen  
(100 m<sup>3</sup> Fermentierinhalt, 1,7 kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup> Biogas)

		Betriebsform				
		Schweinemast 6 % TS, 100 GV, Stromnutzung und -verkauf	Milchvieh, 100 GV, Stromnutzung und -verkauf, Neben- effekte, Abwärme- nutzung	Milchvieh, 100 GV, Stromnutzung und -verkauf, Neben- effekte, Abwärme- nutzung, Cofer- mentation 2 t/d Ra- senschnitt	Milchvieh, 100 GV, Stromnutzung und -verkauf, Neben- effekte, Abwärme- nutzung, Cofer- mentation 1 t/d Fettscheiderfett	viehlos, 5 t/d Gras- schnitt, Stromnut- zung und -verkauf, Abwärmernutzung nur für Prozeßeiner- gie
Biogasproduktion	m <sup>3</sup> /d	90,3	133	257	383	311
Nutzen durch Eigenstromersatz und Stromverkauf	DM/a	10.891	14.935	14.935	14.935	31.942
Nutzen der Abwärme	DM/a	/.	2.500	2.500	2.500	/.
Nutzen der Nebeneffekte	DM/a	/.	2.000	2.000	2.000	/.
Entsorgungsentgelt	DM/t DM/a	/. /.	/. /.	15 10.950	40 14.600	15 27.375
Gesamtnutzen	DM/a	10.891	19.435	42.251	57.865	59.390
Kosten DM/a, inkl. Arbeit (180 h/a a' DM 20)	Investition DM/GV	800		15.680		
		1200		21.720		
		1600		27.760		
		2000		33.800		

## **7. Hinweise zur Cofermentation**

Bei der Planung einer neuen Biogasanlage sollte die Cofermentation auf jeden Fall berücksichtigt werden. Da die Abfallstoffe meist diskontinuierlich (z.B. wöchentlich) angeliefert werden, aber möglichst kontinuierlich eingespeist werden sollen (mindestens 1-mal täglich), ist genügend Zwischenlagerraum zu schaffen. Wird direkt in den Fermenter eingespeist, muß dies langsam und nicht schlagartig erfolgen. Besser ist die Vermischung mit dem Grundsubstrat in der Vorgrube, vor allem, wenn es sich um konzentrierte Materialien handelt.

Mit der Zulieferfirma sollte ein Vertrag abgeschlossen werden, in dem vor allem auch die Mengen, Zusammensetzung, Lieferzeiten und Entsorgungsgebühren festgelegt werden. Ein Mustervertrag ist verfügbar.

Bei den Genehmigungsbehörden (meist Landratsämter) herrscht zur Zeit eine große Unsicherheit bezüglich der seuchenhygienischen Bewertung und einer eventuell notwendigen Sterilisierung der einzelnen Cofermentate. Deshalb wird von einer KTBL-Arbeitsgruppe Cofermentation ein erstes Papier erstellt, in dem Informationen und Richtlinien für die Behörden zusammengefaßt sind.

Einzelne Energieversorgungsunternehmen weigern sich, bei Cofermentation die volle Einspeisevergütung zu zahlen, weil im Einspeisegesetz diese Substrate nicht ausdrücklich erwähnt sind. Da es sich aber um Abfälle handelt, die eindeutig auf die landwirtschaftliche Produktion zurückgehen, sollte gegen solche Gesetzesauslegungen Einspruch erhoben werden.

Ein wichtiges Cofermentat könnten zukünftig biologisch abbaubare Kunststoffe werden, die in zunehmenden Umfang zum Einsatz kommen. Diese Materialien sind energetisch so hochwertig, daß sie nicht der Kompostierung zugeführt werden sollten, wo man ihren Energiegehalt nicht nutzen kann. Man sollte vielmehr Versuche anstellen, wie sie zur Biogasproduktion genutzt werden können.

## **8. Zusammenfassung**

Die Voraussetzungen für einen erfolgreichen und wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen sind heute wesentlich besser, als in der Zeit der letzten Biogasbewegung zwischen 1975 und 1990. Durch das Stromeinspeisegesetz, preiswerte kleine Blockheizkraftwerke, ein besseres Know-how bei Planung und Bauausführung, Fortschritte bei den technischen Einrichtungen und durch die Cofermentation organischer Abfälle

wurde der gegenwärtige Aufschwung möglich. Deutschland ist mittlerweile führend in Europa, sowohl was die Anlagenzahl, den technischen, ökonomischen und ökologischen Fortschritt, aber auch das Engagement vieler Firmen, Gruppen und Personen betrifft.

Jetzt beginnt die Phase der Kommerzialisierung der Biogastechnik und wir können weltweit mitreden. Aber es müssen auch noch wichtige Weiterentwicklungen betrieben, Untersuchungen durchgeführt und Erfahrungen gesammelt werden. Hier sollen nur einige besonders wichtige Bereiche aufgeführt werden:

- Entwicklung emissionsärmerer, wartungsfreundlicher, wirkungsgradoptimierter, leiser und nur mit Biogas laufender BHKW's, eventuell mit Stirling-Motor,
- bedarfsabhängige Stromerzeugung mit besonderer Vergütung,
- Verstärkung des Angebots von Bausätzen mit aufeinander abgestimmten und leicht zu montierenden Teilen,
- Zusammenschluß von bauwilligen Landwirten mit gemeinsamer Beratung, Planung, Materialbezug und gegenseitiger Hilfe (Beispiele hierzu finden sich im Bremervörder Modell [11 Anlagen] und im Raum Ansbach [20 Anlagen]),
- Grundlagen- und Praxisversuche mit der Cofermentation organischer Abfälle,
- Praxiserhebungen und Messungen an neueren Biogasanlagen, um bessere Grunddaten für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und die Bewertung der Nebeneffekte zu bekommen,
- Erstellung einheitlicher und bundesweit gültiger Richtlinien für Baugenehmigung, Sicherheitstechnik und Cofermentation,
- weitere Verbesserungen bei Bau und Technik sowie der Prozeßsteuerung,
- Aufnahme des Biogasverfahrens in die Lehrpläne von Schulen, Universitäten und Einrichtungen zur Fort- und Weiterbildung,
- Verstärkung der internationalen Kontakte, insbesondere auch nach Osteuropa.

Leider steht die Förderung der Forschung und Entwicklung der Biogastechnik im krassen Gegensatz zu ihrer zukünftigen Bedeutung. KALTSCHMITT hat errechnet, daß allein mit dem technisch nutzbaren Potential an Mist und Gülle (also ohne die ständig anwachsenden Cofermentations-Substrate) bundesweit 80,9 PJ/a Biogas erzeugt werden könnten, wozu etwa 220 000 Biogasanlagen erforderlich wären. Dabei handelt es sich allerdings zu 67 % um kleine Tierbestände unter 75 GV, wo wirtschaftliche Probleme zu lösen oder Gemeinschaftsanlagen erforderlich sind. Selbst wenn davon nur 10 % oder weniger gebaut würden, könnte das Biogasverfahren eine Bedeutung erlangen, die man sich heute noch nicht vorstellen kann.

## 9. Literatur

BRACK, J.: Beschreibung, Energiebilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine landwirtschaftlichen Biogasanlage mit Cofermentation. Diplomarbeit an der Fachhochschule Gießen-Friedberg 1995

FACHVERBAND BIOGAS: Berichte zu den Biogastagungen 1990 - 1996 an der Bauernschule Hohenlohe

KALTSCHMITT, M.: Biogas, Potentiale und Kosten. KTBL-Arbeitspapier 178, Darmstadt 1993

KUHN, E.: Kofermentation. KTBL-Arbeitspapier 219, Darmstadt 1995

SCHNAGL, R.: Biogasanlage mit Rasenschnittvergärung. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan 1995

SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, H.: Erhebung von Daten an Praxis Biogasanlagen. Endbericht zum Forschungsvorhaben der Schweisfurth-Stiftung, München 1988

SCHULZ, H. et.al.: Biogas-Praxis. Ökobuch Verlag Staufien, 1. Auflage, 1996



## **Vergärung organischer Reststoffe - Erfahrungen aus der Praxis**

Franz Högl und Hans Mitterleitner

### **1. Einleitung**

Im Sommer 1989 wurde die Högl Kompost und Recycling GmbH mit dem Ziel des Zuerwerbs für den landwirtschaftlichen Betrieb (70 ha) gegründet und mit der Kompostierung von Grüngut begonnen. Später kam der kommunale Biomüll aus der getrennten Erfassung dazu. Erheblichen betriebstechnischen Problemen wie unerwünschten Bestandteilen und unangenehmen Gerüchen wurde durch den Bau einer Anlage zur Vergärung von organischen Abfällen mit der Abtrennung anfallender Störstoffe begegnet. Die Anaerobanlage wurde auf eine Fläche von 4.200 m<sup>2</sup> mit einem Investitionsbedarf von etwa neun Millionen DM errichtet und ging nach 18-monatiger Planungs- und Bauzeit im September 1995 in Betrieb. In der Vergärungsanlage können kommunale Bioabfälle, Reststoffe aus der Obstverarbeitung sowie Schlachthofabfälle wie Pansen- und Darminhalte verwendet werden. Nach der Errichtung einer Hygienisierungsstufe ist zudem die Einbringung von Küchenabfällen aus der Gastronomie möglich.

### **2. Funktionsbeschreibung**

Die Arbeitsweise der in der DLZ 2/96 vorgestellten Biogasanlage ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Die Anlage ist auf eine Kapazität von rund 13.000 t/Jahr ausgelegt. Die Verarbeitung des Bioabfalles erfolgt ausschließlich in geschlossenen Hallen. Die mit Gasen angereicherte Luft wird über einen Biofilter mit 120 m<sup>2</sup> Fläche ins Freie geleitet. In der Halle herrscht durch die Luftabsaugung ständig ein leichter Unterdruck, so daß störende Gerüche nicht an die Außenluft gelangen können. Der Bioabfall wird nach der Anlieferung zunächst in einem Flachbunker zwischengespeichert und von dort mit einem Radlader zur groben Vorzerkleinerung in eine Schraubenmühle gebracht. Mit einem Förderband gelangt dann der zerkleinerte Bioabfall in einen Auflösebehälter mit 20 m<sup>3</sup> Inhalt. Dort wird der Bioabfall mit Prozeßwasser gemischt und intensiv gerührt. Durch die spezifischen Strömungsverhältnisse werden die organischen Bestandteile im Auflösebehälter zerfasert und im Wasser gelöst. Plastik, Textilien und Holz werden mit einem Rechen abgefischt, Glas, Steine, Metalle, Knochen und andere Schwerstoffe lassen sich mit einem Sandabscheider aus dem

System entfernen. Übrig bleibt eine dickflüssige Suspension, die von Störstoffen befreit den weiteren Verfahrensablauf nicht beeinträchtigt. Die eingesetzte Technik ermöglicht eine vollautomatische Bioabfall-Aufbereitung und Störstoffabtrennung ohne Handsortierung.

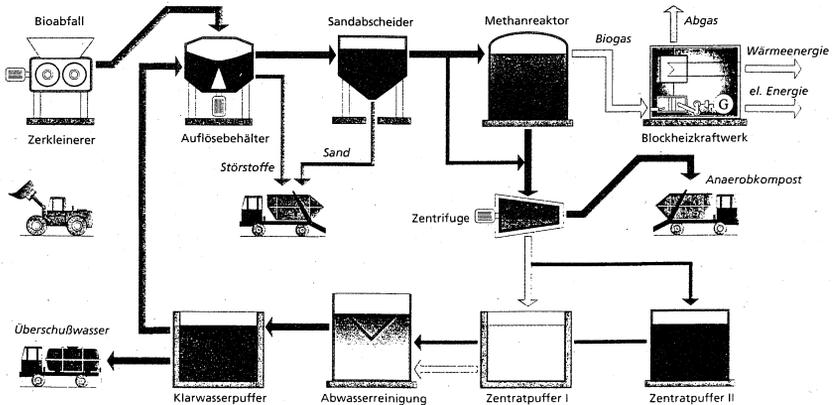


Abb. 1: Schema der Bioabfall-Vergärungsanlage Högl

Der aufbereitete Bioabfall gelangt anschließend in den Methanreaktor. Hierbei handelt es sich um einem 2.000 m<sup>3</sup> fassenden, stehenden Stahl-Rundbehälter, in welchem die Suspension bei einer Verweilzeit von 14 Tagen mit Hilfe von Biogas umgewälzt und kontinuierlich durchmischt wird. Hier werden die organischen Bestandteile unter anaeroben Bedingungen abgebaut und zu energetisch nutzbarem Biogas umgesetzt. Dieses Biogas wird in zwei Zündstrahlmotoren mit je 150 kW elektrischer Leistung zu Strom und Wärme umgewandelt. Der erzeugte Strom wird zum einen für den Betrieb der Anlage verwendet. Überschussstrom wird an das öffentliche Netz abgegeben. Die erzeugte Abwärme dient vor allem zum Aufheizen des Biogasreaktors auf Betriebstemperatur sowie zur Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung. Zusätzlich wird Wohnhaus und Werkstatt durch Fernwärmeleitung geheizt.

Nach der Vergärung erfolgt die Entwässerung der aus dem Reaktor ausfließenden Suspension in einer Zentrifuge. Das Prozeßwasser wird anlagenintern aufbereitet und wieder zur Auflösung des Bioabfalls verwendet. Bei diesem Kreislaufverfahren muß deshalb für Auflöse- und Reinigungsvorgänge kein Frischwasser eingesetzt werden. Das nicht in der Vergärungsanlage benötigte, gereinigte Überschußwasser wird in die 30 km entfernte Kläranlage bei Landshut abgegeben. Eine Ausbringung des Überschußwassers auf landwirtschaftliche Nutzflächen wird nicht als dauerhaft tragfähige Lösung angesehen.

Aus dem Gärrest wird durch eine kurze Nachbehandlung in der betriebseigenen Grüngutkompostieranlage Kompost hergestellt, der vor allem als Bodenverbesserer im Landschaftsbau Verwendung findet. Darüber hinaus ist der Kompostbetrieb Gesellschafter einer Firma, die sich zum Ziel gesetzt hat, Kompost und Kompostprodukte wie Blumen- und Pflanzerde überregional zu vermarkten.

Wichtige Kenngrößen der Biogasanlage sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Kenngrößen der Bioabfall-Vergärungsanlage Högl

Kapazität	13.000 Tonnen pro Jahr
Flächenbedarf	4.200 m <sup>2</sup>
Genehmigungsdauer	4 Monate
Bauzeit	10 Monate
Inbetriebnahme	August 1995
Biogasausbeute	80 - 110 m <sup>3</sup> pro Tonne Bioabfall
Methananteil im Biogas	60 - 65 Vol.-%
H <sub>2</sub> S-Gehalt im Biogas	<500 mg/m <sup>3</sup>
Elektrische Leistung der Biogasmotoren	2 x 150 kW
Gärrest	320 - 400 kg pro Tonne Bioabfall
Trockensubstanz Gärrest	30 - 35 Gew.-%
Abwasser	370 - 450 kg pro Tonne Bioabfall
CSB	<1.000 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	<10 mg/l

### 3. Betriebsablauf

Die Biomüll-Vergärungsanlage wird von zwei Arbeitskräften betrieben. Eine Arbeitskraft (Biologin) ist im Kontrollraum als Anlagenbediener zuständig für die Annahme der Abfälle und für die Prozeßüberwachung. Der Anlagenfahrer bedient den Radlader, mit dem die Schraubenmühle mit Abfall gefüllt wird, und überwacht die einzelnen Verarbeitungsstationen. Weiterhin führt er mit dem Anlagenbediener Service- und Wartungsarbeiten durch.

Der Aufbereitungsteil der in der Abb. 2 gezeigten Vergärungsanlage ist täglich von 7 bis 17 Uhr in Betrieb. Pumpfähige Substrate werden zwischen 17 Uhr und 1 Uhr in den Biogasreaktor eingebracht. Die Abfälle werden in sieben Chargen aufbereitet, wobei der Zeitbedarf je Charge bei ca. einer Stunde liegt.

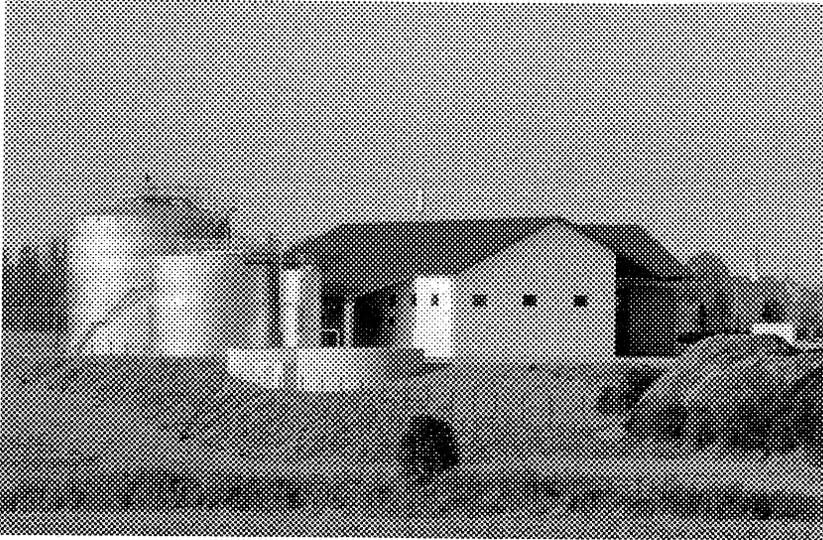


Abb. 2: Bioabfall-Vergärungsanlage Högl

#### 4. Fazit

Für das Gelingen eines solchen Vorhabens sind grundsätzlich verlässliche und verständnisvolle Partner wichtig. Nur so war der Abschluß der Verträge mit den Landkreisen, den Kommunen und den Entsorgungsunternehmen möglich. Um eine hohe Akzeptanz bei der Bevölkerung und bei den Behörden zu erreichen, wurde auf einen störungsfreien Betrieb großer Wert gelegt. Emissionsprobleme wurden von vornherein durch geeignete Maßnahmen vermieden. Grundsätzlich ist festzuhalten, daß die Bedingungen des Betriebes Högl nicht automatisch auf andere Betriebe übertragbar sind, auch wenn gleiche Gegebenheiten vorliegen. Voraussetzung für einen störungsfreien, wirtschaftlich sinnvollen Betrieb einer derartigen Anlage sind ausreichende, der Anlagengröße angepaßte Biomüllmengen. Um im immer stärker werdenden Konkurrenzkampf auf dem Entsorgungsmarkt bestehen zu können, sind zum einen bestimmte Anlagengrößen unumgänglich und zum anderen ist unternehmerisches Denken gefragt.

## **Organisation und Durchführung von Dienstleistungen im außerlandwirtschaftlichen Bereich**

Thomas Rummel

### **1. Einleitung**

Die veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen und die daraus zu erwartenden Veränderungen innerhalb der Landwirtschaft in den nächsten 10 Jahren werden sich auch in Bayern auswirken. Die Veränderung der Betriebsgrößen, der Rückgang der landwirtschaftlichen Betriebe und die Tatsache, daß 1/3 des Grünlandes zukünftig in der momentanen Form nicht mehr benötigt werden, sind nur einige Punkte, welche uns künftig beschäftigen werden.

Ist es ratsam, vor diesem Hintergrund abzuwarten, was geschieht, oder den Kopf in den Sand zu stecken und zu warten, bis Unterstützungsmaßnahmen für die betroffenen Landwirte kommen? Wenn Sie mich fragen: Ich meine, dies wäre sicher der falsche Weg!

Hilfe zur Selbsthilfe, dieses Motto ist den Maschinenringern nicht unbekannt, und die Tatsache, daß die KBM Dienstleistungs GmbH gegründet wurde, zeigt, daß sich die Maschinenringe und das KBM rechtzeitig Gedanken über diese bevorstehenden Veränderungen für die bayerischen Landwirte machen.

Welche Chancen hat der einzelne Landwirt im Dienstleistungsbereich? Wie groß ist das Spektrum, in dem der Landwirt sich bewegen kann? Wie sind die Bedingungen? Wie sind die Abläufe? Worin liegen die Vorteile?

Die Zielsetzung des KBM war es, mit der Änderung des LwFöG die Basis für einen Zuerwerb im außerlandwirtschaftlichen Bereich und somit die Erschließung neuer Einkommensquellen zu schaffen. Die Änderung des LwFöG ermöglicht es, daß die bayerischen Maschinenringe Tochtergesellschaften für den gewerblichen Bereich gründen können.

Die KBM Dienstleistungs GmbH arbeitet seit Juni 1995 überregional in mittlerweile über 52 Maschinenringen, welche Gesellschafter der KBM GmbH und gleichzeitig Außenstellen sind. Aus dieser Zeit, nämlich den letzten 16 Monaten, in der viele hundert Maßnahmen durchgeführt worden sind, werde ich anschließend anhand von drei konkreten Beispielen berichten.

## **2. Beispiele aus der Praxis**

Diese drei Beispiele sind sehr unterschiedlich, sowohl im Dienstleistungsbereich als auch Wo und Wie diese Arbeiten durchgeführt worden sind. Das erste Beispiel zeigt die Erfahrungen bei Entbuschungsmaßnahmen für das Wasserwirtschaftsamt Traunstein auf, mit dem zweiten Beispiel möchte ich über die Erfahrungen der durchgeführten Arbeiten im Staatsforst beim Forstamt Pielenhofen berichten und im dritten Beispiel ihnen aufzeigen, wie es sich auswirkt, wenn die KBM GmbH überregional tätig wird. Dafür ist der Großauftrag bei über 40 Objekten der Deutschen Post AG bestens geeignet.

### **2.1 Entbuschungsmaßnahmen für das Wasserwirtschaftsamt Traunstein**

Bei einer bayernweiten Briefaktion, Ende Januar 1996, wurden über 1500 potentielle Kunden angeschrieben; so auch über die Außenstelle MR Traunstein das Wasserwirtschaftsamt Traunstein. In diesem Fall kam vom Wasserwirtschaftsamt eine direkte Rückantwort, in der eindeutiger Bedarf signalisiert wurde. Der Auftrag wurde analysiert und nach einer Vorortbesichtigung ein Angebot abgegeben. Die Aufgabe bestand darin, die Verwaltung eines Flußlaufes zu entfernen, d.h. der Flußlauf wurde von Bäumen, die einen Durchmesser von bis zu 20 cm hatten, freigemacht. Beteiligt waren 10 Landwirte des MR Traunstein, die von Anfang Februar bis März 1996 innerhalb von 5 Wochen diese Arbeiten, teilweise unter schwierigen Bedingungen, durchgeführt haben. Denn die Arbeiten konnten nicht nur von Land aus erledigt werden, teilweise standen die Landwirte in Gummihosen bis zum Bauch im Wasser, teilweise wurde auch mit einem Boot gearbeitet.

Da das Wasserwirtschaftsamt ein großes Interesse an der Durchführung dieser Maßnahme hatte, wurde auch ein Teil der benötigten Technik gestellt. Neben Motorsägen, die bei diesen Arbeiten einem extremen Verschleiß unterliegen, wurde ein Boot und vor allem ein beheizbarer Mannschaftswagen gestellt. Diesen Mannschaftswagen benutzten die Landwirte sehr gern, um sich darin ab und zu aufzuwärmen und vor allem die nasse Bekleidung zu trocknen. Von den Landwirten wurden eigene Geräte und Maschinen eingesetzt wie z.B. Schlepper mit Frontlader, Wagen mit hohen

Bordwänden sowie Holzhäcksler, Neben Brennholz wurde das Holz zu Meterware verarbeitet oder Stämme mit kleinerem Durchmesser und Äste direkt gehäckselt. So wurden z.B. 650 m<sup>3</sup> Hackschnitzel erzeugt. Die beteiligten Landwirte konnten mit dieser Maßnahme insgesamt über 38.000 DM erzielen.

Erfahrungen des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein: Mit Hilfe der KBM GmbH und der beteiligten Landwirte konnte diese Maßnahme sehr kurzfristig durchgeführt werden. Das Wasserwirtschaftsamt konnte damit auf eine wirtschaftliche Art und Weise seiner Verpflichtung gegenüber der Natur, der Flußauerhaltung bzw. -sicherung, nachkommen. Die Zufriedenheit hat sich dadurch in besonderer Weise ausgedrückt, daß nach dem ersten Auftrag sofort ein Folgeauftrag durchgeführt wurde. Für die beteiligten Landwirte eine gute Gelegenheit, speziell in der Winterzeit durch die KBM GmbH "mehr zu verdienen".

## **2.2 Arbeiten im Staatsforst für das Forstamt Pielenhofen**

Durch die Rationalisierungsmaßnahmen im Staatsforst stand das Forstamt Pielenhofen, im Landkreis Regensburg, vor der Tatsache, die altershalber ausscheidenden Forstarbeiter nicht mehr ersetzen zu können. Das Forstamt plant, in den nächsten Jahren ca. 10.000 fm Stammholz einzuschlagen. 1.500 fm aus dieser Gesamtmenge sollen aus bestimmten Gründen mit ortsnahen Landwirten verarbeitet werden. Allerdings unter der Voraussetzung, daß sich die Preise nicht wesentlich von den Preisen der Vollerntemaschinen unterscheiden. Nach Gesprächen zwischen dem Forstamt Pielenhofen und der KBM GmbH wurden die Maßnahmen kalkuliert und ein Angebot für das Forstamt abgegeben. Das Angebot wurde vom Forstamt angenommen und so ist der Auftrag für dieses Pilotprojekt entstanden. Insgesamt wurden 15 ha Staatswald durchforstet. Beteiligt waren fünf Waldarbeiter, ein HolZRücker für Langholz und ein HolZRücker für 4,10 m Fixlängen vom MR Jura. Insgesamt wurden 427 fm Fixlängen und 192 fm Stammholz bearbeitet. Für diese Maßnahme wurden insgesamt mehr als 22.000 DM an die beteiligten Landwirte von der KBM GmbH ausbezahlt.

Die Erfahrungen von Forstdirektor Hofmann und Revierförster Kraus in kurzen Stichworten:

- Die Entscheidung, über die KBM GmbH ortsnahe Landwirte einzusetzen, hat sich gelohnt.
- Eine Verständigung zwischen den Forstleuten und den Landwirten war jederzeit möglich, was bei vielen Firmen, die überwiegend ausländische Arbeitskräfte einsetzen, leider keine Selbstverständlichkeit ist.

- Die Waldarbeiter haben eine saubere, exakte Arbeit geleistet, mit der wir sehr zufrieden sind.
- Die Arbeitsqualität der Rucker hinsichtlich Baumbeschädigungen und Fahrspuren war sehr gut.
- Aufgrund dieser sehr positiven Erfahrungen wird sicherlich auch in der Zukunft mit der KBM GmbH, Außenstelle MR Jura, zusammengearbeitet werden.

### **2.3 Großauftrag bei über 40 Objekten der Deutschen Post AG**

Die Deutsche Post AG hat im Februar 1996 Arbeiten wie Winterdienst, Sommerdienst, Vegetationsflächenpflege für Postämter in Oberbayern vergeben. Nach den ersten Gesprächen zwischen der KBM GmbH und der Post AG war den Verantwortlichen der Post AG klar, daß die KBM GmbH ein geeigneter Partner ist, überregional solche Aufträge zu übernehmen. So entstand ein Großauftrag bei über 40 Objekten der Deutschen Post AG.

Die größte Herausforderung bei diesem Projekt war, daß zwischen dem ersten Kontakt Mitte Februar und dem gewünschten Starttermin am 01. März 1996 nicht einmal zwei Wochen lagen. Dies jedoch war unsere größte Chance! Der Großauftrag bestand darin, die Betreuung hinsichtlich Winterdienst (Schnee- und Eisbeseitigung), Sommerdienst (Verkehrsflächenreinigung) und Vegetationsflächenpflege (Rasen schneiden, Hecken schneiden, Unkraut jäten) bei über 40 Postämtern in den Gebieten von 13 Maschinenringen in Oberbayern durchzuführen. Dank der tatkräftigen Unterstützung aller beteiligter Maschinenringe (davon 5 Maschinenringe mit eigener GmbH) konnten wir diesen Auftrag zusagen und nach der Auftragsvergabe am 26. Februar 1996 innerhalb von 3 Tagen für alle 40 Objekte Landwirte finden, diese informieren und mobilisieren.

Ich möchte Ihnen diese herausragende Leistung aller Beteiligten nochmals verdeutlichen! In 13 Maschinenringen wurden von 40 Maschinenringmitgliedern innerhalb von 3 Tagen dieser Auftrag übernommen. Ich kann mich noch sehr gut daran erinnern, wie wir gemeinsam mit den Verantwortlichen der Deutschen Post AG gehofft hatten, daß es am 01. März nicht schneit. Allerdings kam es doch anders; am zweiten Tag unseres Großauftrages, am Samstag 02. März, hat es in beinahe allen Orten geschneit und die Landwirte waren gefordert. Die sehr erfreuliche Nachricht kam dann in der nächsten Woche von den Verantwortlichen der Post AG. Bis auf eine kleine Verzögerung, von nicht einmal einer Stunde bei einem Postamt, wurden die vertraglich vereinbarten Leistungen reibungslos bei sämtlichen 40 Postämtern durchgeführt. Bei diesem

Großauftrag werden im Zeitraum von 12 Monaten insgesamt ca. 300.000 DM an die beteiligten Landwirte ausbezahlt.

Aufgrund dieser Erfahrungen hat die Deutsche Post AG deutlich zum Ausdruck gebracht, daß es keinen anderen Vertragspartner gibt, der in der Lage ist, diese Vielzahl von Objekten, verteilt im südlichen Oberbayern, zu übernehmen. Ebenfalls sind die Verantwortlichen der Post AG von der reibungslosen Abwicklung des Auftrages begeistert. Inzwischen sind 60 weitere Objekte hinzugekommen. Für die Beteiligten, mittlerweile über 100 Landwirte, eine gute Chance für einen Mehrverdienst, den sie einzeln ohne die Maschinenringe bzw. die KBM GmbH nicht bekommen hätten.

### **3. Informationen zur KBM Dienstleistungs GmbH**

Der KBM Dienstleistungs GmbH sind neben dem KBM 52 Maschinenringe als Gesellschafter angeschlossen. Weitere 6 Maschinenringe haben eine Mitgliedschaft beantragt. Damit sind über 63 % aller Maschinenringe Gesellschafter und gleichzeitig Außenstellen der KBM Dienstleistungs GmbH. Das Stammkapital beträgt derzeit 319.000 DM. Die Organe der Gesellschaft sind die jährlich stattfindende Gesellschafterversammlung und der Aufsichtsrat, der sich aus den Mitgliedern des Geschäftsführenden KBM-Vorstandes zusammensetzt.

#### Struktur der KBM Dienstleistungs GmbH

Zentral: Der Sitz der KBM GmbH ist München, die Betriebsstätte und der Sitz der Geschäftsleitung in Neuburg/Donau. Von Neuburg aus ist die KBM GmbH bayernweit aktiv. Hier werden, neben den im Umfeld der Geschäftsleitung anfallenden Büroarbeiten, die bayernweiten Projekte betreut. Die zentrale Buchhaltung wird in Neuburg ebenfalls durchgeführt.

Dezentral: Die 52 Maschinenringe sind gleichzeitig Gesellschafter und Außenstellen der KBM GmbH. Das heißt, das einzelne Maschinenringmitglied hat auch bei den Tätigkeiten im "gewerblichen Bereich" seine, ihm bisher bekannten Ansprechpartner. Ebenfalls ist es für die Bürgermeister und Landräte vor Ort von großer Bedeutung, daß sie nicht irgendwo in München oder Neuburg anrufen müssen, sondern auch bei dieser Art von Aufträgen sich an "ihren örtlichen Maschinenring" wenden können. Daß diese Art von Dienstleistung, die der einzelne MR für die GmbH erbringt, nicht von staatlichen Fördergeldern subventioniert wird, ist selbstverständlich. Vielmehr werden diese Dienstleistungen nach einer vom Landwirtschaftsministerium zugestandenem Gründungsphase auf Basis einer Vollkostenrechnung erstattet.

Die Verbindung von zentraler und dezentraler Struktur ist die große Stärke der KBM GmbH, sie wird vor allem bei überregionalen Aufträgen spürbar, die neben den vielen Einzelmaßnahmen bei Gemeinden, Städten, Landkreisen, Behörden, Vereinen sowie privaten Haus- und Grundstücksbesitzern abgewickelt werden. Der Auftrag mit der Deutschen Post AG dient hierfür als gutes Beispiel.

#### **4. Dienstleistungsbereiche der KBM GmbH**

##### **4.1 Dienstleistungsbereich: Pflege von Grünflächen**

Das Dienstleistungsangebot umfaßt die Tätigkeiten: Mähen von Straßenbegleitgrün, Pflege von Sportplätzen, Mähen von Böschungen entlang von Kanälen bzw. Flüssen, Pflege von Spielplätzen, Pflege von Stadtparks. Die KBM GmbH bietet einen professionellen Fullservice für die Kunden an. Der Weg zur kostensparenden und ökologischen Grünflächenpflege ist nur mit heimischen Landwirten zu leisten, die schon jetzt in vielen Regionen Bayerns diese Arbeiten übernehmen.

##### **4.2 Dienstleistungsbereich: Sammlung, Aufbereitung, Ausbringung oder sonstige Verwertung organischer Rest-, Roh- und Wertstoffe**

Folgende Dienstleistungen werden angeboten: Mähgutverwertung, Sammeln von Gartenabfällen, Betreuung von Grüngutsammelpätzen, Kompostierung, Klärschlamm. Bayern ist zwar groß, aber klein genug, weshalb sich Experten um dieses Thema kümmern sollten, nämlich die bayerischen Landwirte, unterstützt von den Maschinenringern und der KBM GmbH.

##### **4.3 Dienstleistungsbereich: Forstarbeiten, auch im Staatsforst**

Im Bereich Forst werden folgende Dienstleistungen angeboten: Durchforstungsmaßnahmen, Bäume fällen, Hecken pflegen, Freileitungstrassen freischneiden, Lichtraumprofile entlang von Straßen und Schienen freischneiden. Die KBM GmbH ist der geeignete Partner für diese Arbeiten, weil die KBM GmbH regionale und überregionale Aufträge bekommt und weil die uns angeschlossenen Landwirte wissen, wie wichtig der Wald ist, weil sie den Wald pflegen, als ob er ihnen gehören würde und weil sie die richtige Technik kennen.

#### **4.4 Dienstleistungsbereiche: Kommunalarbeiten**

Verkehrsflächenreinigung und Winterdienst fallen in diesen Bereich. Die KBM GmbH eignet sich hervorragend für diese Tätigkeit, da die Landwirte ohne lange Anfahrtswege sofort verfügbar sind und für jede Strecke die richtigen Mittel haben.

### **5. Dienstleistungsangebot der KBM GmbH**

#### **5.1 Übernahme von Arbeitsspitzen**

Wir springen auch kurzfristig ein, d.h. bei Personalengpässen übernehmen ortsnahe Landwirte Aufgaben, die sie selbständig erledigen und bei Bedarf auch Geräte der Kunden einsetzen.

#### **5.2 Einsatz leistungsfähiger Geräte und Maschinen**

Falls zur Ergänzung des Kundengeräteparks leistungsfähige Großtechnik benötigt wird, können Landwirte ihre Technik flexibel für den Kunden einsetzen.

#### **5.3 Paketlösung**

Wir übernehmen komplette Aufträge und kümmern uns um alle Belange von A bis Z. Unser generelles Ziel: Wir möchten unseren Kunden nicht nur individuelle Dienstleistungen anbieten, sondern mit den Kunden langfristig und partnerschaftlich zusammenarbeiten.

### **6. Kunden**

Unsere Kunden sind Gemeinden, Städte, Landkreise, Behörden, Großunternehmen wie Bahn AG, Deutsche Post AG, Rhein-Main-Donaukanal, aber auch kleinere und mittlere Betriebe, Vereine und Vereinigungen mit Flächenbesitz sowie private Haus- und Grundstücksbesitzer.

Unsere Kunden haben den Vorteil, daß die Profis vom Land aus der Nachbarschaft kommen, daß sie sich auskennen, auch kurzfristig einsetzbar sind, alles mitbringen und dazu noch Zeit und Geld sparen.

## **7. Vorteile für Maschinenringmitglieder**

Für den einzelnen Landwirt bieten wir Schutz vor Dumpingpreisen, denn dort, wo sonst einzelne Landwirte gegeneinander ausgespielt werden, treten wir als ein Verhandlungspartner auf. Wir bieten Versicherungsschutz, d.h. wir haben für jeden Landwirt, der über die KBM GmbH arbeitet, eine Haftpflichtversicherung und eine private Unfallversicherung abgeschlossen, außerdem führen wir die Beiträge zur Berufsgenossenschaft ab.

Wir stellen dem Kunden die Rechnung, für den Landwirt erledigen wir die Rechnungsstellung, die Überwachung des Zahlungseingangs und bezahlen den Landwirt für die geleisteten Tätigkeiten. Wir geben Unterstützung in Rechts- und Steuerfragen in Form von internen Mitteilungen und Veröffentlichungen in der Fachpresse. Wir übernehmen das Marketing, kümmern uns um neue Aufträge und vermitteln diese an den einzelnen Landwirt. Ebenfalls ein wichtiger Punkt ist die Zahlungsgarantie. Das bedeutet, wenn der einzelne Landwirt seine Arbeiten im Auftrag der KBM GmbH ordnungsgemäß und mängelfrei durchgeführt hat, wird er von der KBM GmbH bezahlt, unabhängig davon, ob der Kunde an die KBM GmbH bezahlt oder nicht.

## **8. Fazit**

Ich hoffe, ich konnte Ihnen mit meinem Beitrag verdeutlichen, wie der einzelne Landwirt seine Ressourcen für einen Zuerwerb im außerlandwirtschaftlichen Bereich über die KBM GmbH einsetzen kann, welche Chancen in diesen Tätigkeitsfeldern stecken, welche Hintergründe wichtig sind und was die KBM GmbH dem einzelnen Landwirt bietet.

## **Landschaftspflege und Kommunaldienste - Erfahrungen aus der Sicht der Auftraggeber**

Ursula Bittner

### **1. Wertewandel in den Kommunen**

Die kommunalen Aufgaben der 90-er Jahre werden trotz sinkender Mittel immer vielfältiger. Das Bewußtsein der Bevölkerung hat sich in den letzten 10 Jahren stetig in Richtung lebenswertes Wohnumfeld verändert und stellt dadurch die Kommunen vor neue und finanziell schwer zu bewältigende Aufgaben.

Der erkennbare Wertewandel vom autogerechten Ort hin zu einer gestalteten Gemeinde braucht neue gangbare Wege. Hatte man noch vor nicht allzu ferner Zeit bei der Pflege eines Straßenzuges lediglich die wenig anspruchsvolle Aufgabe, die Asphaltbahn und den Gehweg sauber zu halten, so setzt im Gegensatz dazu die neuzeitliche Gestaltung eines Straßenzuges gärtnerisches Können und Sensibilität voraus. Mit dem gleichgebliebenen Personalbestand ist diese zusätzliche, arbeitsintensive und zum Teil fachlich spezielle Tätigkeit nicht durchzuführen. Die begrüßenswerte und auch in meiner Kommune an vielen Stellen durchgeführte Umgestaltung von ehemals öden und unfreundlichen Straßenzügen in mit Bäumen, Grüninseln und Ruhezeiten verwandelte Wohnstraßen bedarf einer intensiven und kostspieligen Pflege.

Im Zeitalter der immer knapper werdenden Finanzmittel stellen diese Veränderungen unsere Kommunen vor schier unlösbare Probleme. Einerseits sollen immer mehr innerörtliche Grünflächen gepflegt werden, andererseits erlauben die schmalen Kassen kein zusätzliches Personal.

In einem anderen Bereich wirkt sich der Wertewandel und das ökologische Umdenken noch viel gravierender aus, nämlich im Bereich der Landschaftspflege. Hatte man Jahrzehnte lang einer möglichst intensivsanbau- und maschinenfreundlichen Flur das Wort geredet, so machte sich spätestens seit der Förderung von Stillungsflächen, Feuchtwiesen, Trockenrasenflächen, Ackerrandstreifen, Streuwiesen und vieles mehr der Gedanke nach mehr natürlicher Landschaft breit.

Durch diese, für unsere natürliche Umwelt durchwegs positive, Entwicklung sind auch die Kommunen, nicht nur die Landwirte gefordert, Landschaftspflegemaßnahmen durchzuführen, um den Bestand zu schützen, zu erhalten und möglichst zu verbessern.

## 2. Kommunale Dienste durch ortsansässige Landwirte

Welche Möglichkeiten zur Bewältigung dieser arbeitsintensiven und fachspezifischen Aufgaben haben die Kommunen?

Am Beispiel des Marktes Kirchseeon (8700 Einwohner, 1760 ha) mit einem von der Landwirtschaft geprägtem Umland möchte ich nachfolgend aufzeigen, in welchem Maße die landwirtschaftlichen Betriebe kommunale Dienste übernehmen können.

1993 stellten wir fest, daß durch die vermehrten Pflegearbeiten Maschinen benötigt werden, die bisher im Bauhof der Gemeinde nicht vorhanden waren. Wir sahen außerdem, daß die vorhandenen Arbeitskräfte die zusätzlichen Arbeiten nicht mehr bewältigen konnten und deshalb eine Personalaufstockung unvermeidlich schien. Da wir dazu finanziell nicht in der Lage waren, mußten wir über andere Lösungsmöglichkeiten nachdenken. Über den Landschaftspflegeverband bestand bereits ein enger Kontakt mit dem Maschinenring. Es wurden Berechnungen angestellt, die durchwegs zugunsten des Maschinenrings ausfielen. Zudem war der Gedanke interessant, die örtliche Landwirtschaft durch die Vergabe kommunaler Dienste zu fördern.

Für das Jahr 1994 wurde der Maschinenring mit den in Tabelle 1 aufgeführten Pflegemaßnahmen beauftragt. Ein Bauhofmitarbeiter hat monatlich 168,43 Sollstunden; er wäre also fast ein halbes Jahr mit nichts anderem als der Grünanlagenpflege beschäftigt gewesen.

Tab. 1: Pflegemaßnahmen durch den Maschinenring 1994

Bereich	Arbeiten	Zeitaufwand in Std.
Grünanlagenpflege	Unkrautjäten	624,25
	Bewässerung von Neupflanzungen	275,00
	Böschungsmähen	8,00
Sinkkästen reinigen		56,00
Summe		963,25

Die Kosten für die in Tab. 1 aufgeführten Leistungen betragen 1994 etwa 46.000 DM. Sicher keine hohe Summe, doch für die Abwägung, wie weiter verfahren werden soll, eine ausreichende Größe.

Die Abwägung ergab, daß

- zwar 46.000,-- DM ausgegeben wurden,
- aber ½ Arbeitskraft eingespart wurde und daß
- die Anschaffung eines Tankwagens zur Bewässerung und eines Böschungsmähers sowie eine Hebevorrichtung für Sinkkästen nicht notwendig wurden.

Das Experiment konnte als voll gelungen bezeichnet werden, zumal die Arbeitsleistung deutlich überdurchschnittlich war. Auch von den Bürgern, die natürlich mit großem Interesse die Arbeiten verfolgten, wurde ausdrücklich die gute und effiziente Arbeit gelobt.

1995 wurde dann das Angebot erweitert und neben den bereits bestehenden Diensten der Winterdienst für Gehwege und der Containerdienst auf Anforderung hinzugenommen. 1995 betragen die Ausgaben für den Maschinenring bereits 76.000 DM.

Obwohl wir in diesem Jahr zumindest eine Leistung, und zwar die Bewässerung aufgrund der anhaltend schlechten Witterung, nicht in Anspruch nehmen mußten, sind weitere Leistungen hinzugekommen und wir werden über 100.000 DM für die Dienste des Maschinenrings aufwenden.

Es ist keineswegs so, daß wir nun in Treu und Glauben nur noch Leistungen an den Maschinenring vergeben. Bei jeder Neuvergabe am Anfang des Jahres unterliegt der Maschinenring dem Wettbewerb und mußte hin und wieder auf einen Auftrag verzichten, weil der von ihm geforderte Preis von einem anderen Anbieter unterschritten wurde.

Wir sind jedoch jedesmal froh, wenn wir die Arbeiten an einen unserer Landwirte vergeben können, da wir uns auf deren qualitätsvolle Arbeit verlassen können.

### **3. Landschaftspflegemaßnahmen**

Wie oben bereits erwähnt, nehmen auch die Landschaftspflegemaßnahmen im kommunalen Bereich immer breiteren Raum ein. Im Landkreis Ebersberg übernimmt den Löwenanteil dieser Maßnahmen der Landschaftspflegeverband, dessen Vorstand sich

aus Vertretern der Kommunen, Naturschutzverbände, Landwirte, Jäger und der Unteren Naturschutzverbände zusammensetzt. Auch hier ist der Maschinenring das Bindeglied zu den die Maßnahmen ausführenden Landwirten.

Die vom Vorstand beschlossenen Maßnahmen der staatlich geförderten Landschaftspflege umfassen Biotopsanierungen, Renaturierungen von Feuchtfleichen, Streuwiesenmäh, Abgrenzungen wichtiger Pflanzenstandorte, Neuanlage von wertvollen Rückzugsbereichen, Heckenpflanzungen und vieles mehr.

Die dem Landschaftspflegeverband angeschlossenen Mitgliedsgemeinden können dabei nur profitieren, da sie mit niedrigen Eigeninvestitionen hohe Verbesserungsgewinne erzielen.

Der Landschaftspflegeverband lebt natürlich von den für diese Maßnahmen zur Verfügung gestellten öffentlichen Mitteln, die je nach Genehmigungsfähigkeit der beantragten Maßnahmen mal früher, mal später zur Verfügung gestellt werden. Der Hemmschuh für die Umsetzung sind deshalb oft behördliche Auflagen, die zu erheblichen Zeitverzögerungen führen. Ein schweres Los für eine ungeduldige Bürgermeisterin, die das Gefährdungspotential für manches Landschaftsjuwel täglich steigen sieht.

Die Bilanz dieser wenigen Jahre seit Bestehen des Landschaftspflegeverbandes kann sich jedoch durchaus sehen lassen. Ich spreche dabei von der Leistungsbilanz, die bisher auch hier durch die sorgfältige und behutsame Arbeit der beteiligten Landwirte zu vorzeigenswerten Ergebnissen geführt hat. Ob die Arbeit, die der Landschaftspflegeverband an die Landwirte vergibt, auch deren wirtschaftliche Erwartungen erfüllt, entzieht sich meiner Kenntnis.

Die Zusammenarbeit von Landwirten mit Kommunen sollte jedoch grundsätzlich auch den wirtschaftlichen Nutzen für diesen Berufszweig beinhalten, denn die Förderung der Landwirtschaft auch mit Hilfe der Kommunen und Städte war eine der Zielsetzungen im Konzept des Maschinenrings.

Aus der Sicht meiner eigenen Gemeinde kann ich nur noch einmal betonen:

Die Angebote im Bereich der kommunalen Dienste und der Landschaftspflege versetzen uns in die Lage, unseren Aufgaben zur Pflege und zum Erhalt von innerörtlichem Grün, aber auch zur Pflege des wertvollen Naturbestandes nachzukommen. Ohne diese enge Zusammenarbeit wären wir heute nicht mehr in der Lage, diesen notwendigen Lebensstandard zu finanzieren.

## **Landschaftspflege und Kommundienste - Erfahrungen aus der Praxis als Landwirt**

Johann Kaindl

### **1. Betriebsbeschreibung**

Personalien: Johann Kaindl, 33 Jahre alt, verheiratet 2 Kinder,  
landwirtschaftliche Vollausbildung, 1991 Meisterprüfung  
und Anerkennung als Ausbildungsbetrieb,  
Ehrenamt als BBV Obmann und Mitgliedschaft in verschiedenen  
Ausschüssen

Betrieb: Lage südlicher Landkreis Traunstein am Ostufer des Chiemsees,  
Gemeinde Grabenstätt - Ortsteil Marwang

Fläche: ca. 40 ha LN, 20 ha Ackerland und 20 ha Grünland-Dauerwiese,  
8 ha Wald

Tierbestand: Durchschnittsbestand ca. 90 - 100 Stück Vieh, 30 Milchkühe mit  
Nachzucht, 20 Bullen  
Aufstallung: Spaltenboden, Kälber in Tiefstreu

Arbeitskräftebesatz:	Betriebsleiter	1,0 AK
	Ehefrau	0,5 AK
	<u>Azubi</u>	<u>0,6 AK</u>
	Gesamt	2,1 AK

Arbeiten für den MR:

- Ansaaten für Getreide, Wiesen, Mais und Zwischenfrüchte
- Übernahme des kompletten Pflanzenschutzes
- Getreideernte.

## 2. Landschaftspflege von Streuflächen

1984 wurden erstmals Landschaftspflegearbeiten in der Hirschauer Bucht ausgeführt. Ohne Mahd stellt sich relativ schnell eine Verbuschung ein, somit können sich Orchideen und andere seltene Blumen nicht ausbreiten. Deshalb dienen die Pflegemaßnahmen zur Artenerhaltung.

Früher wurde im Winter das Schilf gemäht, mit dem Schlitten eingebracht und zum Einstreuen im Stall verwendet. Ein kleiner Teil wurde auch zu Rohrmatten verarbeitet, die zum Verputzen von Decken benötigt wurden.

Die Mahd wurde anfangs von einer speziell umgebauten "Lehraupe" mit Häcksler und Bunker ausgeführt. Dieses schwere Gerät war trotz der Raupenketten jedoch völlig ungeeignet, da es ein Leergewicht von fast 10 t hatte. Somit blieb es auch nicht aus, daß die Raupe ab und zu steckenblieb und enorme Flurschäden verursachte.

Die enorm vernäbten Streuflächen bereiteten auch uns Landwirten erhebliche Probleme; trotz Zwillingsbereifung konnten wir keine optimale und saubere Arbeit leisten.

Das Mähen und Transportieren des Schilfgutes klappte erst richtig, als vom MR Miesbach eine umgebaute "Kässbohrer" Pistenraupe mit Frontmäherwerk und Aufbauadewagen eingesetzt wurde. Die Pistenraupe macht hervorragend saubere Arbeit. Das jetzt anfallende Mähgut (Schilf bis 2 m lang!) wurde an Wiesen- und Wegerändern abgelagert, wo jetzt die eigentliche Arbeit für uns Bauern anfing.

Mit alten Feldhäckslern (Esterer - Hercules) konnte man das Schilf auf ca. 5 - 8 cm Länge häckseln. Mit dem Frontladerschlepper wurde die Aufnahme des Schilfes von den Mieten und die Vorlockerung durchgeführt, dann wurde mit 3 AK der Feldhäcksler beschickt und gleich auf die Kipper mit Maisaufbau (ca. 18 - 20 cbm) gehäckseln. Die Abnahme des gehäckselten Schilfgutes erfolgte von uns beteiligten Bauern.

Bei Pflegeflächen, die zu weit entfernt waren (ca. 10 km), suchten wir uns über den MR Landwirte, bei denen wir das gehäckselte Schilf abladen konnten. Somit hatten wir keine Zeitverluste mit langen Straßenfahrten und konnten weiterarbeiten.

Das Häckselgut wurde in den ersten Jahren kostenlos abgenommen, dann erfolgte eine Absprache mit der Behörde, so daß ab 1991 das verarbeitete Mähgut entlohnt werden konnte. Keine Entlohnung gibt es für das Mähgut, das im Betrieb zur Einstreu verwendet wird. Die Abrechnung und Preispolitik erfolgt über den MR. Wir haben die

Verrechnungssätze immer den Gegebenheiten angepaßt und gemeinsam mit dem MR-Geschäftsführer ausgearbeitet.

### 3. Uferpflege und Entbuschungen

Im Maschinen- und Betriebshilfsring Traunstein haben wir ab Februar 1996 fünf Wochen lang erstmalig für das Wasserwirtschaftsamt (WWA) Traunstein Uferpflege und Entbuschungen ausgeführt.

Die ausgeführten Arbeiten wurden nach Absprache mit den tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden abgerechnet. Sämtliches Arbeitsmaterial ist wegen des erhöhten Verschleißes vom WWA bereitgestellt worden, da Treibsand und Unrat (Plastik, Draht) enormen Kettenverschleiß verursachte (Tab. 1).

Tab. 1: Gerätebereitstellung für Uferpflege und Entbuschungen

	Maschinen und Geräte
WWA	Motorsägen, Axt, Sappie usw., hohe Fischerstiefel, Boot, Schwimmwesten, geheizter Mannschaftswagen
Landwirte	Schlepper, Frontlader, Seilwinde, Holzhackschnitzel-Häcksler

Die Arbeitsbedingungen sind z.T. schwierig, da wir teilweise bis zu den Hüften im eiskalten Wasser zu arbeiten hatten.

Die Zusammenarbeit mit dem WWA hat sich sehr gut bewährt. Bis zu 10 Arbeitskräfte sind z.T. im Einsatz gewesen.

### 4. Erfahrungen

Anfangsprobleme mit Landwirten in der Partnerschaft sind zu meistern. Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, reibungsloser Ablauf, müssen gewährleistet werden. Leistung muß auch im kommunalen Bereich vorhanden sein.

Für eine korrekte Auftrags erledigung ist es notwendig, daß die ganze Arbeit sehr gut organisiert und durchgeführt wird.

Werden die Aufträge korrekt, sauber und ordentlich ausgeführt, wird man sicherlich ein Partner der Kommune sein und bleiben. Die Abrechnungen müssen auch im Rahmen bleiben und dürfen nicht auf die lange Bank geschoben werden.

Einer der wichtigsten Punkte jedoch ist, daß man offen, flexibel und schnell handlungsfähig ist, um einen größeren Auftrag auch annehmen zu können. Schnelles Handeln und Motivieren von Berufskollegen (Bauern aus der Nachbarschaft) ist notwendig, um einen reibungslosen Ablauf des Auftrages zu gewährleisten. Hier können sich jedoch auch Konflikte ergeben, z. B. daß eben der eine oder andere meint, er hätte die schönere bzw. schlechtere Arbeit.

Letztendlich konnte man auch feststellen, daß man in der Anfangszeit belächelt wurde, nachdem sich das Ganze aber eingespielt hat, treten jedoch auch Neidprobleme auf.

Eine Ausdehnung der Arbeiten im kommunalen Bereich gelingt natürlich am besten durch Einbringen von Verbesserungsvorschlägen, die Kosten- bzw. Zeitersparnis bringen.

Durch die Änderung des LwFöG und den Aufbau der KBM Dienstleistungs GmbH ist es uns Landwirten jetzt möglich, Arbeiten bis zu 20.000,- DM gewerbefrei zu verrichten.

Gerade in jüngster Zeit hat die Anfrage nach Angeboten zu den verschiedensten Arbeiten an die KBM Dienstleistungs GmbH z.T. sprunghaft zugenommen. Dabei konnte man allerdings auch feststellen, daß teilweise mit totalen "Dumping-Preisen" gearbeitet wird, um hier in den Markt hineinzukommen, z.B. gewerbliche Unternehmer.

Ich bin nicht bereit als Bauer zum Billigarbeiter zu werden!

## **5. Einbindung in den Betriebsablauf**

Die Abstimmung des gesamten Betriebes auf Einkommenskombination ist eines der wichtigsten Punkte. Gerade bei uns im Milchviehbetrieb kommt sehr viel Arbeit auf die Ehefrau, bzw. die restlichen Familienmitglieder zu. Ein Vernachlässigen der Kühe würde sicherlich einen erheblichen Teil des Zuverdienstes aufbrauchen.

Ein großer Teil der Landschaftspflegemaßnahmen, Schilfentsorgung und Uferpflege fallen in den ruhigen Wintermonaten an.

Gerade jetzt in der Zeit von enorm fallenden Erzeugerpreisen in fast allen Bereichen der Landwirtschaft ist es besonders wichtig, daß man sich einen Zuverdienst aufbauen kann, bzw. erhalten muß.

**Landschaftspflege gehört zur landwirtschaftlichen Urproduktion und muß in den Händen der Bauern bleiben!**



## **Die Landwirtschaft als Energielieferant Holzhackgut und halmgutartige Festbrennstoffe**

Arno Strehler und Hans Hartmann

### **1. Einführung**

Der Zwang zum Ersatz fossiler Energieträger ist mittlerweile allgemein bekannt. Da die Sonne zehntausendmal soviel Energie auf die Erde einstrahlt wie wir an Primärenergie verbrauchen, besteht kein Energiemengennotstand. Auf den Landflächen werden 70 Mrd. t OE an Sonnenenergie in Form von Biomasse jährlich fixiert. 10 % davon würden den bisherigen Bedarf aus fossiler Energie weltweit decken. 2 % decken den Nahrungsmittelbedarf der Menschen. Die fallende Tendenz des Biomasseaufwuchses ist hingegen alarmierend.

### **2. Potentiale**

In Deutschland selbst haben wir ein relativ kleines Potential aus Biomasse im Verhältnis zu den Mengen fossiler Energie, die es zu ersetzen gilt. Das größte Ersatzpotential besteht in der Einsparung, die man durch eine Besteuerung fossiler Energieträger erreichen könnte. Eine Umsteuerungsmaßnahme mit Entlastung der Arbeitskosten könnte einkommensneutral wirken. Neben der Einsparung müssen regenerative Energiequellen den weiteren Ersatz für fossile Rohstoffe liefern. 15 - 45 % des erzeugten Getreidestrohs könnten 2 - 6 Mio t Öläquivalent (OE) ersetzen. Aus Holz ließen sich weitere 4 - 6 Mio t OE aus Restholz gewinnen. 5 Mio ha Energieplantagen würden 20 - 36 Mio t OE ersetzen, je nach Kulturart. Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 1 veranschaulicht. Die Beiprodukte bzw. Reststoffe Holz und Stroh stellen kostengünstige Brennstoffe dar. Energiepflanzen werden zwangsläufig teurer als beispielsweise Heizöl heute, da dessen externe Kosten nicht im Preis erscheinen. Insgesamt könnte die deutsche Land- und Forstwirtschaft Biomasseenergieträger mit einem Potential von ca. 45 Mio t OE liefern, wenn hierfür eine Wirtschaftlichkeit gegeben wäre. Größere Energiepotentiale aus Biomasse ließen sich durch Importe decken (Abbildung 1) [1]. Dazu eignen sich vor allem hochkonzentrierte Brennstoffe und Kraftstoffe wie Pflanzenöl, Ethanol und Derivate aus fester Biomasse, die durch Hydrolyse und Pyrolyse zu gewinnen sind.

Feuchte Biomasse wie tierische Abfälle, Grüngut und Speisereste eignen sich zur Erzeugung von Biogas, das sich stationär zur Wärme- und Kraftgewinnung nutzen läßt. Hier könnte die Landwirtschaft zeitweise Überschußstrom ins Netz liefern. Das gilt auch an geeigneten Standorten mit Windkraft.

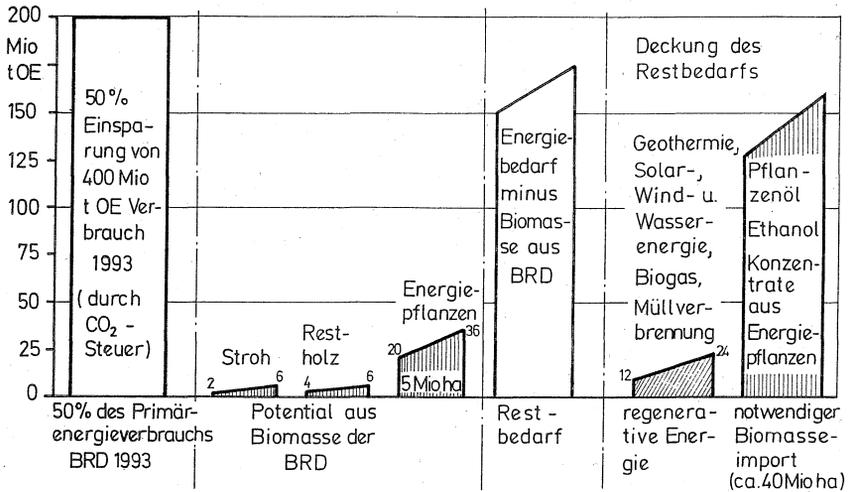


Abb. 1: Potential zum Ersatz fossiler Energieträger in Deutschland

Nach dieser Übersichtsbetrachtung sollen nun die Potentiale aus Biomassereststoffen genauer aufgeschlüsselt werden. Zu unterscheiden ist zwischen wirtschaftlich sinnvollem Potential und technischem Potential. Beim wirtschaftlich sinnvollem Potential wird ein zeitlich begrenztes Energiepreisniveau berücksichtigt, das Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Nutzung regenerativer Energieträger nimmt. Damit liegt bei geringem Energiepreisniveau das wirtschaftlich sinnvoll nutzbare Potential extrem niedrig, es spiegelt annähernd das in einer bestimmten Zeit tatsächlich genutzte Potential wieder. Das technische Potential hingegen läßt die Wirtschaftlichkeit außer Acht und geht von dem realen Potential aus, das mit verfügbarer Technik unter Berücksichtigung pflanzenbaulicher Notwendigkeiten (Reststoffrückführung in den Boden) gewonnen werden kann. Auch in der Literatur werden Reststoffpotentiale angegeben, die mittelfristig eine Brennstoffmenge von mehr als 400 PJ/a bereitstellen, wie in der nachfolgenden Tabelle 1 ausgewiesen ist [8, 9].

Dieses Reststoffpotential entspricht dem Energiewert von 9,6 Millionen t Öl (Mio t OE). Waldrestholz wird mit 142 PJ/a als sehr großes Einzelpotential ausgewiesen, Be- und

Verarbeitungsresthölzer sind mit nur 72 PJ/a angesetzt. Bei der Abschätzung des Produktionspotentials aus Energiepflanzen kommt es vor allem auf die unterstellte Ackerfläche an. Während in Abbildung 1 von 5 Mio ha Überschußfläche ausgegangen wird, bezieht sich die Angabe in Tabelle 1 auf lediglich 2 Mio ha mit entsprechend geringerem Potential. Welche Fläche man nun tatsächlich unterstellen kann, hängt von vielen künftig zu erwartenden Entwicklungen ab, die heute noch nicht vorausgesagt werden können. Zu diesen Unsicherheiten zählt auch die Ausdehnung der extensiven Landbewirtschaftung (ökologischer Landbau), die Nahrungsmittelsituation (Getreideüberschüsse) und das Energiepreisniveau. Eine weitere Unsicherheit besteht darin, welche Energieträgerart auf den sogenannten Überschußflächen produziert wird. Würde ausschließlich eine Ölgewinnung aus Rapskörnern betrieben, so läge das Energiepotential bei nur 20 % von jenem Potential, das durch spezielle Energiepflanzen als Festbrennstoffe erzeugt werden könnte. Wird jedoch bei Raps das Stroh als Energieträger mitverwertet, dann würden je Hektar anstelle von 1,2 eine weit größere Energiemenge von ca. 3 t OE zu gewinnen sein. Der Eigenbedarf an Dieselmotorkraftstoff der Landwirtschaft könnte bereits auf 2 Mio ha Überschußfläche zu 120 % gedeckt werden [1]. Dieses Potential läßt sich aber erst dann realisieren, wenn die Dieselmotorkraftstoffvergütung auf die Fläche und nicht auf den verbrauchten Dieselmotorkraftstoff ausbezahlt wird.

Tab. 1: Energetisch nutzbare Brennstoffpotentiale in Deutschland und ihre tatsächliche Nutzung. Quelle [8, 9]

Brennstoffquelle		technisches Potential			heutige Nutzung	
		Mio t TM <sup>2)</sup>	[PJ/a]	Mio t OE	[PJ/a]	[%]
Reststoffe	Stroh (ca. 20 % des Aufwuchses)	7,5	108	2,57	0,48	0,44
	Waldrestholz	10	142	3,38	96,5	44,3
	Be- und Verarbeitungsrestholz	5	72	1,71		
	Landschaftspflegerestholz	0,3	4	0,10		
	tierische Abfälle (Biogas)	6	81	1,93		
	<i>Summe Reststoffe</i>	<i>28,8</i>	<i>407</i>	<i>9,69</i>		
Energiepflanzen (2 Mio ha)		30,6	ca. 430	10,23	3,6	0,83
<b>Gesamtsumme pro Jahr</b>		<b>60</b>	<b>837<sup>1)</sup></b>	<b>20</b>	<b>100,7</b>	<b>12,0</b>

1) ca. 6 % des Primärenergieverbrauchs in Deutschland (1994: 14.006 PJ/a)

2) TM = Trockenmasse des geernteten Produktes

### 3. Technische Verfahren zur Bereitstellung von Holzhackgut und Halmgut

In diesem Beitrag werden Holz aus der Durchforstung, Sägewerksabfälle, Restholz aus dem Kahlhieb, Stroh aus der Getreideerzeugung, Energiepflanzen wie Massengetreide, Miscanthus und schnellwachsende Hölzer betrachtet.

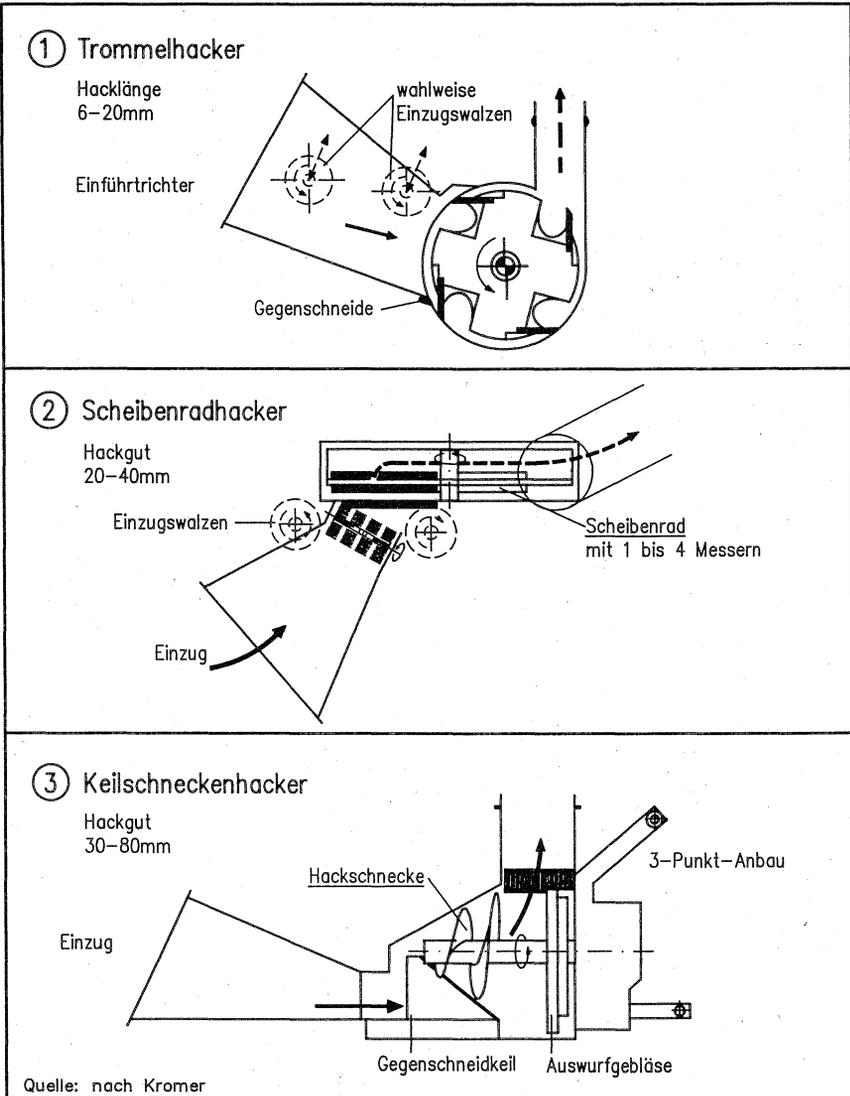
Je nach Feuerungssystem wird Holz als Rundling oder Scheit in Längen von 30 cm bis 1 m aufbereitet. Für die automatische Beschickung von Feuerungsanlagen ist rieselfähiges Material erforderlich. Holz aus der Durchforstung, sonstiges Schwachholz und Sägeabfälle werden mit verschiedenen Häckslerbauarten aufbereitet. Neben Keilschneckenhackern und Scheibenhackern dominieren Trommelhacker. Abbildung 2 zeigt den schematischen Aufbau der Hackersysteme. Die Leistungsangebote schwanken bei den in der Landwirtschaft gebräuchlichen Anlagen zwischen 1-10 t/h, dies entspricht 6 - 60 m<sup>3</sup>/h. Der spezifische Kraftbedarf schwankt zwischen 6 und 15 kWh/t.

Im allgemeinen werden Holzhacker überbetrieblich eingesetzt. Sie werden zunehmend mit Kranbeschickung ausgerüstet, um mit wenig Arbeitsaufwand hohe Durchsatzleistungen zu erzielen. Kranausleger haben Reichweiten von 6 - 12 m und schlagen mit ca. 20.000 - 30.000 DM zu Buche.

Die Hackkosten liegen bei 8 - 20 DM/m<sup>3</sup>, je nach Hackerschlagkraft, Lohnanspruch und Standorteinfluß. Für Energieplantagen (Reihenkulturen) gibt es bereits selbstfahrende Geräte, die mit einer Kombination von Schneiden und Häckseln kontinuierlich arbeiten [2].

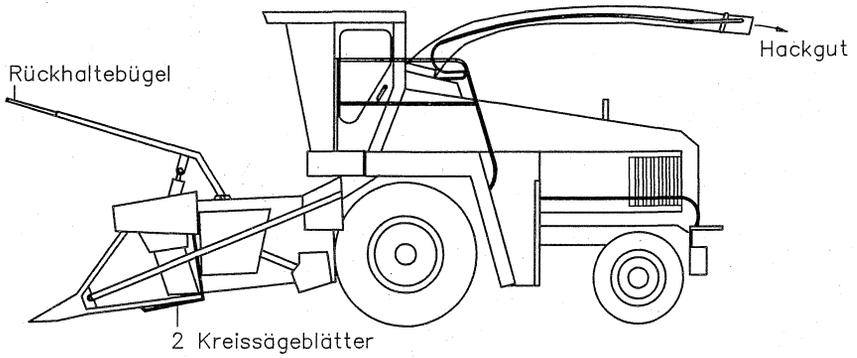
Aufgrund von Heizölpreisen, die in Deutschland bei unter 0,50 DM/l liegen, lohnen Kurzumtriebsplantagen im allgemeinen noch nicht. Anders ist die Situation in Österreich, Dänemark und Schweden mit Heizölpreisen von 0,80 bzw. 1,10 DM/l. Dennoch wird die Technik auch in Deutschland weiterentwickelt, im Bereich der Selbstfahrer bei großen Herstellern von selbstfahrenden Maishäckslern. Leistungsstarke Maschinen erreichen bereits technische Durchsatzleistungen über 50 t Frischmasse pro Stunde. Abbildung 3 zeigt einen Selbstfahrhäcksler.

Für kleinere Leistungen wurden Häcksler für den Frontanbau am Schlepper entwickelt. Mit Hilfe eines Kreissägeblatts werden die in Reihen stehenden bis zu 8 cm starken Bäume abgesägt und direkt zu Hackgut zerkleinert. Vorentwicklungen zu dieser Maschine liefen an der Landtechnik Weihenstephan; die in Abbildung 4 dargestellte Prototypmaschine entstammt der Entwicklung der Landtechnik Göttingen in Zusammenarbeit mit Herrn Döhrer vom Hessischen Forstamt Diemelstadt.



Quelle: nach Kromer

Abb. 2.: Hackerbauarten - schematische Darstellung



Erntevorsatz mit  
Schneidwerk und  
Einzugschwalzen

Selbstfahrmaishäcksler  
mit angepaßter Schneidtrommel

Abb. 3: Selbstfahrender Schneidhacker

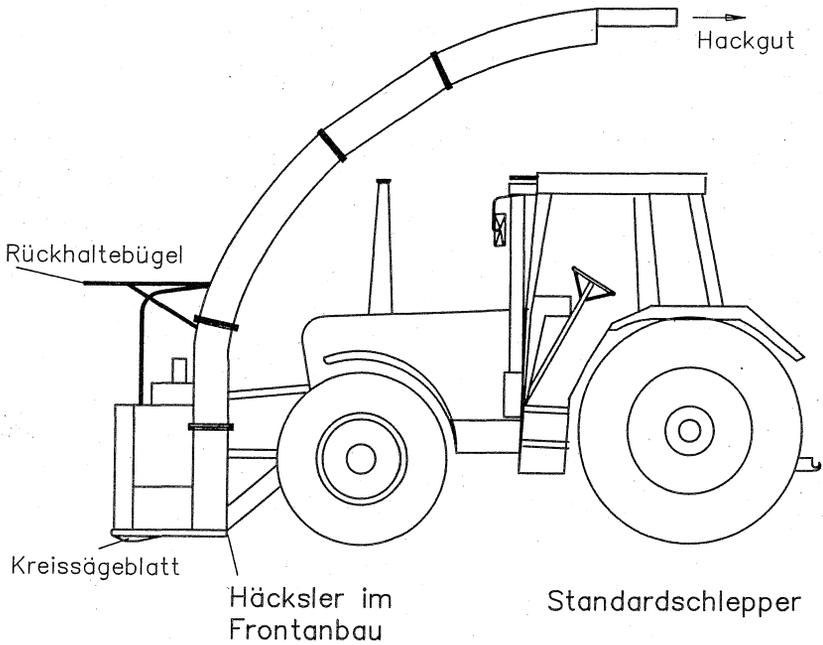


Abb. 4: Schneidhacker im Schlepperfrontanbau

Feucht geerntetes Holz bedarf einer Nachrocknung. Bei Grobhackgut kann bei luftdurchlässigem Behälterboden auch die Naturzugtrocknung ausreichen. Für Feinhackgut mit Wassergehalten über 25 % muß die technische Trocknung (Gebläse + Luftverteilung) verwendet werden. Meistens arbeitet man mit kalter oder vorgewärmter Luft im Rahmen der sogenannten Belüftungstrocknung. Die Warmlufttrocknung wird nur sehr selten verwendet, allenfalls in Verbindung mit einer Wagentrocknung, die es zuläßt, daß der Häcksler den Trocknungswagen im Wald direkt beschickt. Bei der Belüftungstrocknung mit Außenluft werden Luftraten von 0,05 - 0,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x s verwendet. Das ergibt 1800 m<sup>3</sup>/h bis 3600 m<sup>3</sup>/h je 10 m<sup>2</sup> Lagergrundfläche. Der Abstand der Belüftungskanäle entspricht der Schütthöhe. Am Rand der Schüttung werden die Abstände der Kanäle zur Seitenwand auf die halbe Schütthöhe ausgerichtet. Bei Schichthöhen über 3 m muß die Belüftungsrate entsprechend erhöht werden. Stark vorgetrocknetes Material erlaubt geringere Luftraten.

Die Hackgutlagerung erfolgt am besten ebenerdig, die Entnahme kann dann mit Frontlader oder Radlader erfolgen. Die Dosiergeräte der Feuerungsanlagen werden entweder direkt mit dem Schaufellader oder aber mittels Kipper und eventuell durch Einbeziehung von Förderbändern beschickt.

Für Stroh sind die Bergeverfahren hinreichend bekannt, von Langgut, Häckselgut, Hochdruckballen, Großrundballen, kubischen Großballen bis hin zu Pellets. Ähnliche Aufbereitungsformen werden bei sonstigem Halmgut wie bei Massengetreide (Korn + Stroh) und Miscanthus eingesetzt. Die Kosten für die Bereitstellung von Getreide-Ganzpflanzen werden in Abbildung 5 veranschaulicht [3; 4].

Zur Bergung von Getreide-Ganzpflanzen und sonstigen halmgutartigen Energiepflanzen wurden in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen, Maschinen zur Hochdruckverdichtung weiter zu entwickeln. Viel Geld wurde in die Entwicklung einer selbstfahrenden Pelletiermaschine gesteckt, die nach dem Prinzip der Zahnradverdichtung arbeitet. Daneben ist auch die Pelletierung mit der sogenannten Kollergangpresse möglich, mit welcher eine jahrzehntelange Erfahrung vorliegt. Derartige Pressen wurden bislang meistens in stationären Anlagen verwendet, z.B. bei Anlagen zur Grünfütterheiβlufttrocknung. Die Kenndaten von Preßlingen, die mit solchen Geräten erzielt werden, sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Der spezifische Energiebedarf zur Herstellung bewegt sich im Bereich von 50 - 70 kWh/t. Beim derzeitigen Stand der Technik kostet die Bereitstellung von Pellets 40 - 80 DM/t mehr als die Ballenlinie.

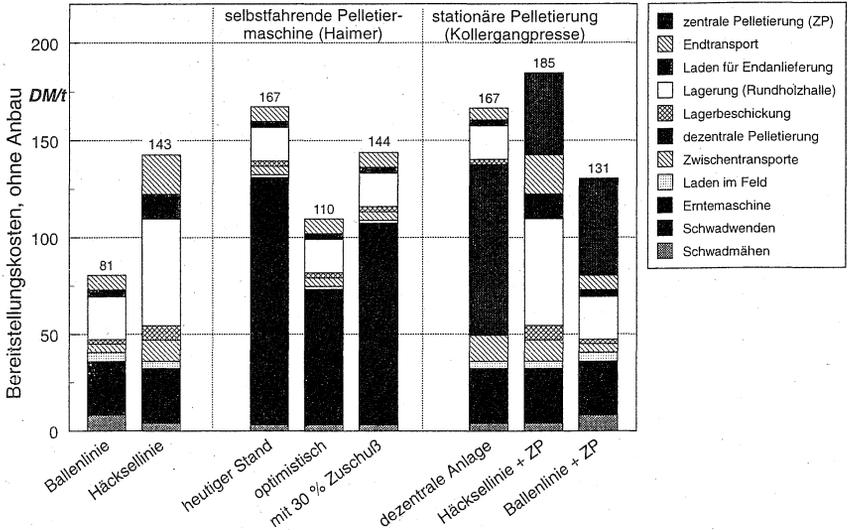


Abb. 5: Kosten für die Bereitstellung von Getreide-Ganzpflanzen (ohne Anbau) in verschiedenen Aufbereitungsformen [3, 4]

Tab. 2: Kenndaten von schüttfähigen Halmgutpreßlingen

	Verfahren "Haimer"	Kollergangpresse
Preßling		
Preßlingsform	Platte, gewellt	Zylinder
Länge, l [mm]	30 - 150	5 - 50
Einzeldichte [kg/m <sup>3</sup> ]	900 - 1100	> 1000
Schüttdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	350 - 550	350 - 700

Bei Massengetreide kann man sich die Mährescherernte vorstellen, wobei Stroh am Feld nachgetrocknet werden kann und als Preßgut geborgen wird. Das Getreide wird als rieselfähiges Schüttgut in einfachen Trocknungs-, Lager- und Dosiereinheiten aufbereitet und kann auch in Kleinanlagen mit billiger Technik automatisch verfeuert

werden. Für die Körnerernte lassen sich Kosten von 20 - 30 DM/t ansetzen (Mähdruschkosten minus Mäh- und Schwadkosten für Halmgut). Durch den Verfall der Getreidepreise entstand die kuriose Situation, daß das ethisch und physisch wertvolle Getreide als preiswerter Brennstoff dienen kann.

Ein weiterer Pfad der Energiepflanzennutzung besteht in der Pflanzenölschiene, wobei Stroh und Preßkuchen als Festbrennstoff und das Öl als Treibstoff Verwendung finden. Die Wirtschaftlichkeit wird stark durch die Flächenbeihilfe zum Rapsanbau beeinflusst (1200 DM/ha entspricht 1 DM/l). Die Rapsstrohbergung erfolgt wie bei Getreidestroh. Es muß aber länger am Feld getrocknet werden, da Rapsstroh beim Drusch üblicherweise wesentlich feuchter ist als Getreidestroh.

Für eine zukünftige Treibstoffsicherung für Ottomotoren sollte die Ethanoltschiene nicht übersehen werden. Für die europäische Produktion ist Zuckerhirse die richtige Ausgangsfrucht. Im tropischen Bereich weist Zuckerrohr als Basispflanze für Ethanol das höchste Ertragspotential auf.

#### **4. Grundlagen zur Organisation und Energiebereitstellung**

Bei Holz, Stroh und Energiepflanzen könnte anstelle des produzierenden Landwirts auch der Maschinenring oder ein Lohnunternehmer Bergung, Zwischenlagerung und den Transport zum Verbraucher übernehmen. Es gibt auch gute Beispiele dafür, daß der Landwirt nicht die Energieträger, sondern die Wärme verkauft. Dazu muß er alleine oder mit Betreibergesellschaften in Fernheizwerken oder gar in Anlagen mit Wärmekraftkopplung (Heizkraftwerke) investieren. Skandinavische Länder weisen hierfür bereits viele gute Beispiele auf. Der Vorsprung begründet sich in den dort höheren Preisen für fossile Energieträger. Nach Österreich und der Schweiz gibt es auch in Bayern Ansätze für diese Entwicklung. Vorerst liegt jedoch das größte Brennholzverbrauchspotential im Bereich der Holzfeuerungsanlagen unter 100 kW.

In einer Studie der Landtechnik Weihenstephan [5] wurden die Verkaufszahlen verschiedener Holzfeuerungsanlagen der Jahre 1992 bis 1994 erfaßt. Daraus wird klar, daß Scheitholz nach wie vor die größte Bedeutung hat. Abbildung 6 zeigt die Anzahl und die installierte Leistung für Holzfeuerungsanlagen, Zentralheizkessel und Anlagen für automatische Brennstoffnachführung, also Holzhackgutfeuerungsanlagen.

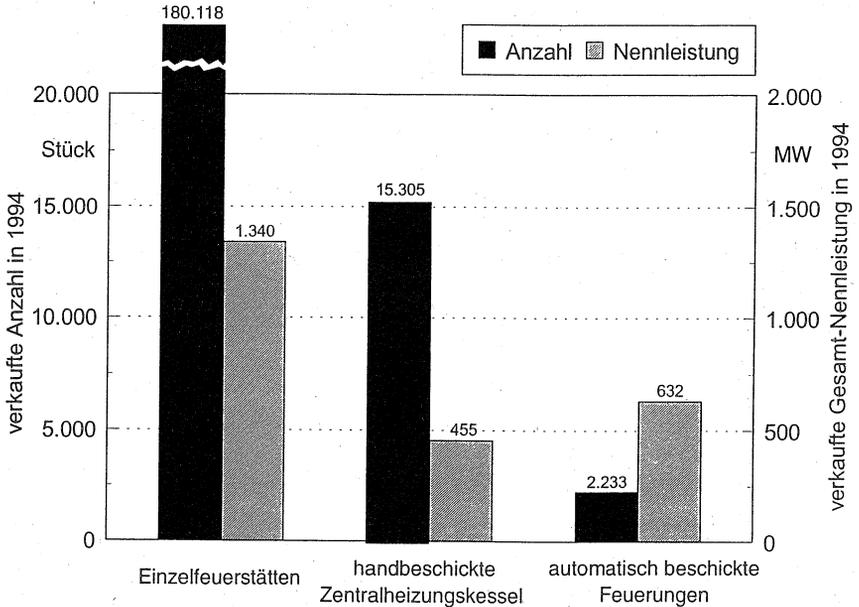


Abb. 6: Anzahl und installierte Leistung von Holzfeuerungsanlagen in Deutschland 1994

Schlußfolgerungen auf den Holzverbrauch kann man aus diesen Daten nicht ziehen. Man muß Altanlagen berücksichtigen, wobei deren Nutzungsgrad stark von den Preisen für Öl und Holz abhängt. Seit der Markt für Industrieholz für deutsche Holzproduzenten zusammengebrochen ist, wird ein erhöhter Absatz im Energiebereich gesucht. Diese Erscheinung ist auch an der verstärkten Anfrage nach Holzfeuerungsanlagen abzulesen. Der installierten Anlagentechnik zufolge sind Scheitholz und Hackgut gefragt.

Das bedeutet für die Land- und Forstwirtschaft als potentielle Dienstleister, daß Holz in beiden Aufbereitungsformen gelagert, getrocknet und geliefert werden muß. Erste Anstrengungen zum Aufbau einer Holz Börse machte der Bayerische Waldbesitzerverband mit dem Verein "Energie aus Holz" durch Veröffentlichung der bayerischen Brennholzdepots. Dabei wurden Adressen von Holzlieferanten nach Landkreisen aufgeschlüsselt angegeben [6]. Im Angebot liegt der Schwerpunkt bei 1 - 2 m langen Rundlingen zur dezentralen Aufbereitung zu Scheitholz. Seltener wird fertig aufbereitetes Scheitholz angeboten.

Überbetrieblich eingesetzte Schneidspalter erlauben hohe Aufbereitungsleistungen bis zu 5 m/AKh. Will man Scheitholz bedienerfreundlich anbieten, so muß es gebündelt und mit Draht oder Blechband dicht gebunden werden. Dabei ergeben sich Bündelgewichte um 10 kg. Weniger Arbeit bereitet die Einbringung in stapelbare Behälter mit wenigstens 1 m<sup>3</sup> Volumen. Da die Scheitholzaufbereitung viel Arbeit und damit hohe Kosten verursacht, geht der Trend zu leistungsfähigen Hackgutsystemen. Holzhäcksler werden in sehr verschiedenen Leistungsklassen und Ausführungsformen angeboten. Handbesockte Häcksler werden meist nur noch zur Eigenbedarfsdeckung eingesetzt. Bei höherem Lohnanspruch ist eine Kranbesockung unumgänglich. Für Lohnunternehmer und Maschinenringe sind nur Anlagen höherer Leistung sinnvoll. Das Hackgut wird in Containern oder großvolumigen Kippfahrzeugen transportiert.

Für Großballen werden Hubstapler zur Ein- und Auslagerung eingesetzt, aufgrund der höheren Stapeldichte werden kubische Großballen bei Großenergieverbrauchern bevorzugt. So arbeiten dänische Großfeuerungsanlagen nur noch mit kubischen Großballen.

Die wichtigsten Verfahren zur Ernte, Bergung und Lagerung sind in Abbildung 7 zusammengefaßt.

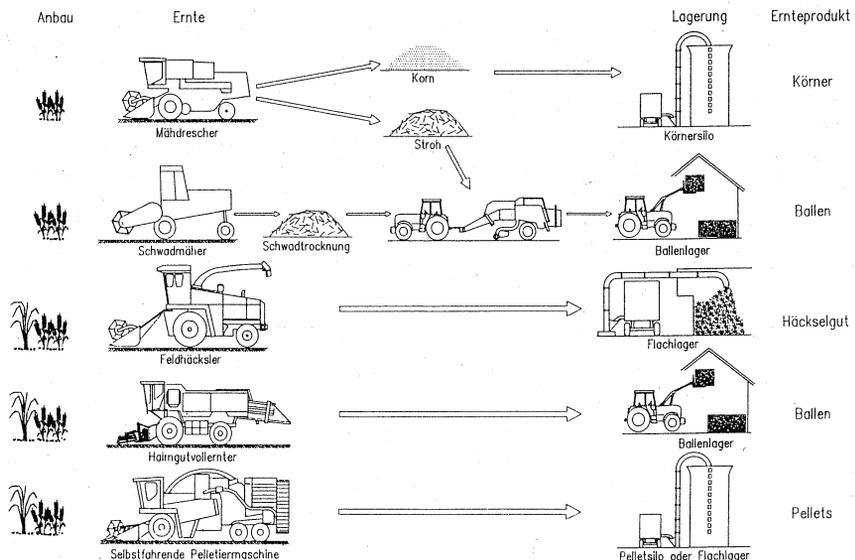


Abb. 7: Ernte und Lagerung von halmgutartigen Energieträgern

## 5. Energetische Umsetzung - Stand der Technik

Die Wärmegewinnung aus Biomasse, vor allem aus Holz, ist weit verbreitet und mittlerweile technisch sehr gut ausgereift. Die Kraftgewinnung aus Festbrennstoffen hingegen ist schwieriger; bei Großanlagen über 5 MW liegen perfekte Lösungen mit Dampfkesseln und Dampfturbinen vor, sowohl zur reinen Kraftgewinnung als auch zur Wärmekraftkopplung. Holzvergasungsanlagen zum Antrieb von Verbrennungsmotoren stehen bei vielen Fachfirmen in Entwicklung. Erste Prototypen werden in Versuchs- und Demonstrationsanlagen getestet. Die Anschaffungspreise mit 5.000 bis 6.000 DM/kW<sub>e</sub> belasten die Wirtschaftlichkeit jedoch sehr ungünstig gegenüber stationär mit Heizöl betriebenen Dieselaggregaten. Somit kommt vorerst der Wärmegewinnung im Rahmen der Dienstleistung durch die Landwirtschaft mehr Bedeutung zu.

In den letzten Jahren wurde die Feuerungstechnik auch in Kleinanlagen wesentlich verbessert. Einfache Kochherde, Kaminöfen, Kamineinsätze, Kachelöfen und Scheitholzkessel wurden bezüglich ihrer Schadstoffemission mit Erfolg weiterentwickelt, wozu die Grundlagenarbeiten der Landtechnik Weihenstephan wesentlich beigetragen haben (Entwicklung des Unterbrandsystems für Holz und Stroh, Schaffung ausreichend dimensionierter Nachbrennkammern, Anlagenregelung nach dem Abgaszustand, Emissionsmessungen, Entwicklung von Wärmespeichern). Für Zentralheizungszwecke bieten mittlerweile die meisten Hersteller Unterbrandkessel mit heißer Nachbrennkammer an. Dabei ist die Nachbrennkammer entweder senkrecht unter dem Primärbrennraum (Sturzbrand) oder unten seitlich zugeordnet. Der Füllraum sollte ein Volumen von 6 l/kW aufweisen, um Nachheizintervalle von über 5 Stunden bei Nennlast sicherzustellen. Der Nachbrennraum (Gasbrennraum) bedarf einer Mindestgröße von 1,3 l/kW, damit bei Temperaturen zwischen 800 und 1000°C eine Gasverweilzeit von 0,5 sec zum vollständigen Ausbrand erreicht wird. Da Scheitholzkessel im Leistungsbereich unter 50 % Schwierigkeiten mit der Funktion und Feuerungsqualität mit sich bringen, wird empfohlen, Wärmespeicher mit den Kesseln zu verbinden, um den Schwachlastbereich abzudecken. In Verbindung mit einem ausreichend dimensionierten Wärmespeicher (wenigstens 100 l/kW Heizleistung) kann der Scheitholzkessel im optimalen Lastbereich betrieben werden, Überschußwärme wird im Wärmespeicher abgefangen. Sobald der Speicher gefüllt ist, wird das Nachheizen unterbrochen, wenn der Speicher weitgehend entleert ist, wird die Feuerungsanlage erneut in Betrieb gesetzt.

Abbildung 8 zeigt den schematischen Aufbau eines Unterbrandkessels mit Nachbrennraum und Saugzuggebläse.

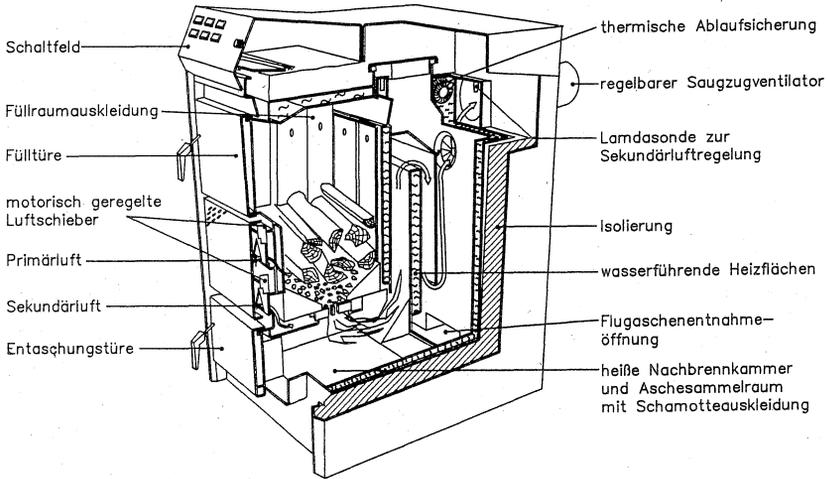


Abb. 8: Unterbrandkessel mit Saugzuggebläse

Zur besseren Leistungsregelung und zur Vermeidung von Rauchaustritt beim Nachheizen werden fast alle Kessel mit Saugzuggebläsen ausgerüstet.

Eine bewährte Möglichkeit der Zuordnung eines Wärmespeichers zum Scheitholzessel zeigt Abbildung 9. Dieses in der Praxis bewährte Schaltschema erlaubt auch die Anbindung von Solaranlagen.

Scheitholzessel werden im Leistungsbereich von 10 - 150 kW gebaut. Höhere Leistungsanforderungen werden mit Hackgutfeuerungen bedient. Allerdings werden Hackgutfeuerungen bereits ab 20 kW hergestellt und betrieben. Auch bei den Hackgutfeuerungen gibt es ein großes Spektrum von Anlagenbauarten. So wird für Biomassepellets ein Einzelofen mit 8 kW Heizleistung angeboten, der durch vollautomatische stufenlose Brennstoffzuführung und einen schnell reagierenden feinkörnigen Brennstoff hervorragende Feuerungsqualitäten erzielt. Das weniger rieselfähige Hackgut verlangt teure Austrage- und Dosiereinrichtungen. Zwei wesentliche Systeme lassen sich im Hausbrandbereich unterscheiden: Vorofenfeuerung und in den Kessel integrierte Feuerung. Abbildung 10 veranschaulicht eine Vorofenfeuerung, die entweder mit dem Ölkessel oder aber mit einem Scheitholzessel kombiniert werden kann.

**Schaltschema für Feststofffeuerung**  
(günstig für Scheitholz, Grobhackschnitzel und Strohbricketts in der Landwirtschaft)

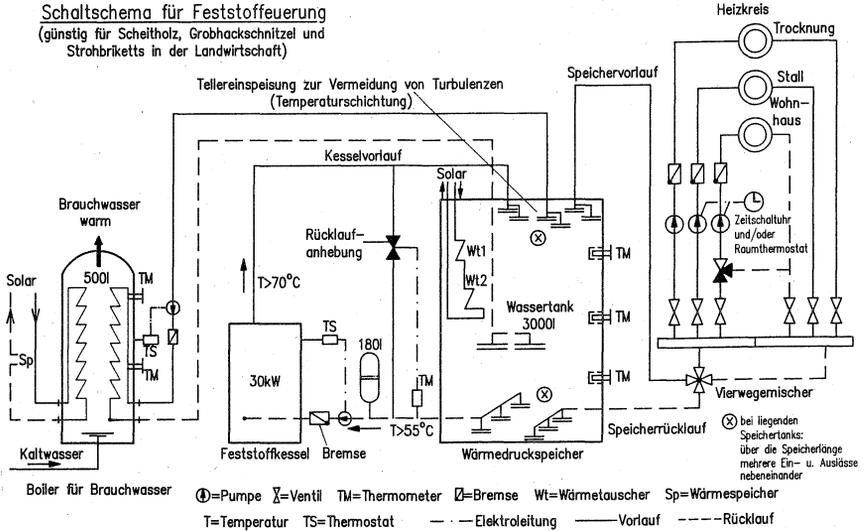


Abb. 9: Schema eines Wärmespeichers

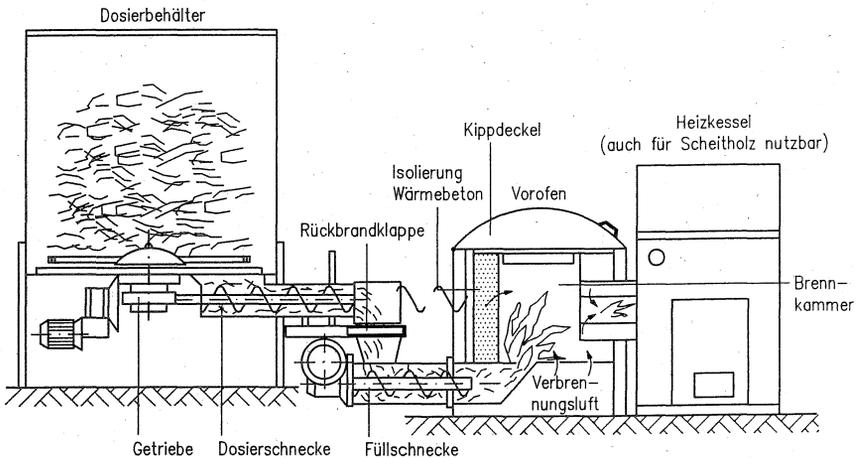


Abb. 10: Vorofen für Hackgutfeuerung

Wenn kein vorhandener Kessel als Wärmetauscher genutzt werden kann, werden meistens in den Kessel integrierte Hackgutfeuerungen installiert. Moderne Anlagen verfügen über eine automatische Zündung (Elektroheizwendeln oder Heißgasgebläse), die den Aus-Ein-Betrieb wie Ölkessel ermöglichen. Damit wird der im unteren Last-

bereich nachteilige Gluterhaltungsbetrieb mit seinen erhöhten Emissionen vermieden. In Abhängigkeit des Dosier- und Feuerungssystems sind die Hackgutfeuerungen für verschiedene Hackgutfraktionen geeignet. Diese schwanken von 5 - 50 mm Teilchengröße. Für Grobhackgut haben sich Kolbenbeschickungssysteme bewährt, bei leicht rieselfähigem Feinhackgut werden im allgemeinen Schnecken als Förderer eingesetzt.

Größere Hackgutfeuerungen sind im spezifischen Anschaffungspreis wesentlich günstiger als Kleinanlagen, da jeweils die gleiche Technik zum Einsatz kommt. Diesen Vorteil können jedoch nur Großwärmeverbraucher nutzen. Kleinwärmeverbraucher werden dann zwangsläufig mit einem teuren Wärmeverteilnetz belastet. Nah- und Fernwärmenetze sind jedoch die einzige Möglichkeit, im städtischen Bereich Biomasse als Energieträger arbeitssparend und umweltfreundlich für Zentralheizanlagen bereitzustellen.

Von vielen möglichen werden nachfolgend zwei wichtige Feuerungssysteme veranschaulicht. Bei der Unterschubfeuerung wird das Holzhackgut durch Schnecken- oder Kolbensysteme von unten in den Brennraum gedrückt. An der Oberfläche der sich ergebenden Schüttung findet die Vergasung und Gasverbrennung statt. Die Asche wird über den Rand der Brennmulde geworfen und einem Entschlackungssystem zugeführt. Abbildung 11 veranschaulicht dieses Feuerungssystem mit ausgemauertem Brennraum.

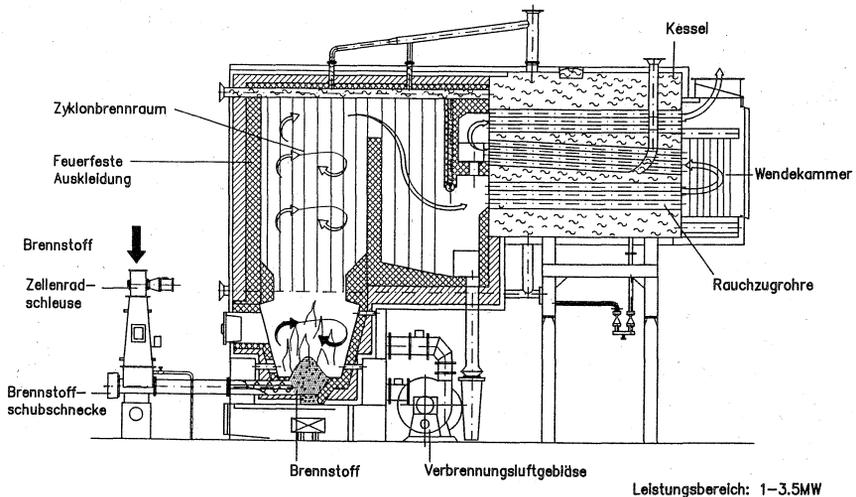


Abb. 11: Unterschubfeuerung für Holzhackgut

und nachgeschaltetem Wärmetauscher. Dieser kann als Warmwasser- oder aber als Dampfkessel ausgeführt sein.

Unterschubfeuerungen sind an eine bestimmte Brennstoffart und Teilchengrößenfraktion gebunden. Da jedoch bei Biomasse sehr viele Brennstoffformen zur Verfeuerung vorliegen können, werden auch Feuerungssysteme mit größerer Brennstofftoleranzbreite benötigt. Hierzu zählen die Schubrostanlagen, die sich in Brennstoffschichthöhe, Durchlaufgeschwindigkeit und Verbrennungsluftzuführung den Besonderheiten des Brennstoffes gut anpassen lassen. Abbildung 12 veranschaulicht ein System mit Schrägschubrostfeuerung und einem Schubstangenanzuführsystem.

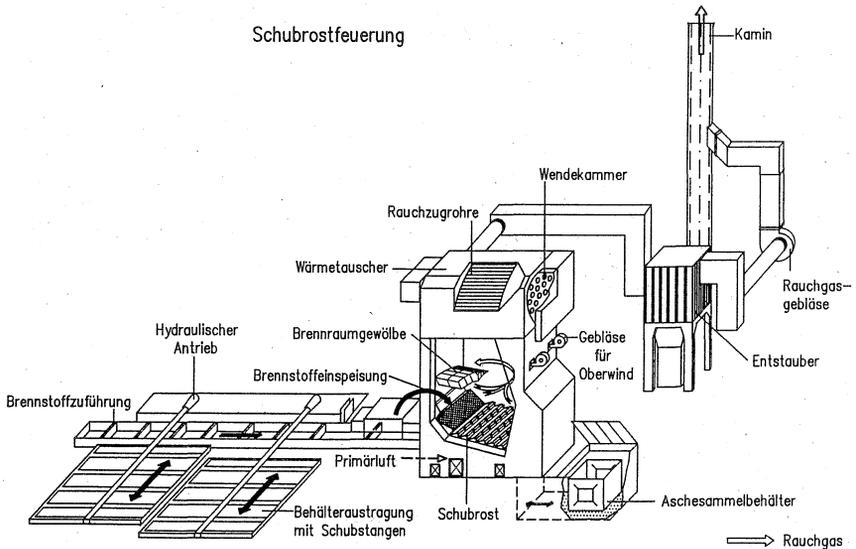


Abb. 12: Schubrostfeuerung mit Schubstangenbeschickung

Die gezeigten größeren Hackgutfeuerungsanlagen sind neben anderen Systemen die Basis dafür, daß Hackgut auch im höheren Leistungsbereich umweltfreundlich genutzt werden kann. Im Fall von Großabnehmern für Wärme und/oder Kraft bieten sich die zwei eingangs genannten Möglichkeiten, entweder der Brennstoffanlieferung nach Bedarf mit Lieferkontrakten oder aber der Verkauf von Wärme als Dienstleistung aus der Land- und Forstwirtschaft an.

Der größte Hinderungsgrund zur weiteren Verbreitung der Biomassefeuerungstechnik liegt in der mangelnden Akzeptanz der Bevölkerung im städtischen Raum, in den teils

überzogenen Auflagen von Behörden und in der damit verbundenen Schwierigkeit, die Betriebserlaubnis zu erlangen. Lobbyisten aus dem Gas-Ölbereich entwickeln große Fantasie, Biomasseprojekte zu verhindern. Ernüchternde Beispiele sind aus den neuen Bundesländern bekannt, wo man vielerorts Braunkohleanlagen ohne großen Aufwand in Biomassefeuerungsanlagen hätte umwandeln können. Der wesentlichste Hinderungsgrund ist jedoch die nur knapp oder nicht gegebene Wirtschaftlichkeit von Biomassefeuerungsanlagen und Anlagen zur Kraftgewinnung aus Biomasse gegenüber Anlagen zur Nutzung fossiler Energieträger, die gerade in Deutschland extrem preisgünstig angeboten werden. Die sogenannten externen Kosten von Energieträgern aus dem fossilen Bereich werden von der Allgemeinheit getragen, sie spiegeln sich nicht im Preis der fossilen Energieträger wieder. In dieser Tatsache kann man eine sehr einseitige Subvention fossiler Energien sehen. Die negativen Umweltfolgen (Treibhauseffekt - Klimaveränderungen) werden großzügig übersehen.

## **6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen**

Im Vergleich zu anderen Systemen der Nutzung regenerativer Energie liegt die Wärmeabgewinnung aus Holzhackgut und halmgutartigen Festbrennstoffen am ehesten im Bereich der Wirtschaftlichkeit. Dabei sind es jedoch die Biomassereststoffe oder Beiprodukte, die zuerst mit anderen Energiesystemen konkurrieren können. Auf der Basis von Energiepflanzen ist das Rentabilitätsdefizit größer. Mehrere Autoren versuchten die Rentabilitätsschwelle der Nutzung von Biomasse zu erfassen.

In Tabelle 3 sind die Öläquivalentspreise für verschiedene Festbrennstoffe aus Biomasse als Rentabilitätsschwelle zu Heizöl erfasst. Restholz und Stroh liegen bei günstigen Voraussetzungen schon heute im Bereich der Wirtschaftlichkeit. Energiepflanzen verlangen ein deutlich höheres Energiepreisniveau. Der Heizölpreis müsste auf 0,60 - 1,10 DM/l ansteigen, damit die energetische Nutzung von Energiepflanzen aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht konkurrieren könnte [10].

Tab. 3: Bewertung der Biomasse zur thermischen Nutzung (Anhaltswerte bei hoher Auslastung)

Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Reststoffe als Energieträger			
Reststoffe	Energiebilanz	Erdöläquivalent (OE)	
		l/(ha·a) OE	DM/l OE (ohne Förderung)
ohne Trocknung	(1 : 100)		
Holz- Trockn. mit Biomasse schnittzel	1 : 60	200 - 400	0,25 - 0,80
Trocknung mit fossiler Energie	(1 : 6)		
Stroh (1 MW - 10 MW Leistung)	1 : 40	ca. 2 000	0,30 - 0,70
Energiepflanzen zur Wärmeerzeugung			
Energiepflanzen	Energiebilanz	Erdöläquivalent (OE)	
		l OE/(ha·a)	DM/l OE*
ohne techn. Trocknung	1 : 12 - 16	bis 6 000	
Holz mit techn. Trocknung	1 : 2 - 6	bis 4 000	0,70 - 1,00
Energie-Getreide	1 : 10 - 14	ca. 5 000	0,60 - 1,10
ohne Trocknung	1 : 15 - 20	bis 8 000	0,60 -- 0,90
Miscanthus mit Trocknung	1 : 7 - 10	bis 6 500	0,80 - 1,10

\*) ohne staatliche Stützung

Der Subventionsbedarf von Biomasseenergieträgern wurde in einer Arbeit eines Stromversorgungsunternehmens ermittelt [7]. Das Ergebnis wird in Abbildung 13 veranschaulicht.

Zum Verständnis sei erwähnt, daß in einem Liter Öl 10 Kilowattstunden Wärme enthalten sind. Die Erhöhung des Heizölpreises um 10 Pfg/l ergibt eine Verteuerung der Wärme um 1 Pfg/kWh. Wenn also der Subventionsbedarf eines Verfahrens bei 5 Pfg/kWh liegt, müßte der Heizölpreis um etwa 50 Pfg/l (Feuerungswirkungsgrad nicht berücksichtigt) erhöht werden, um Kostengleichheit zu erreichen.

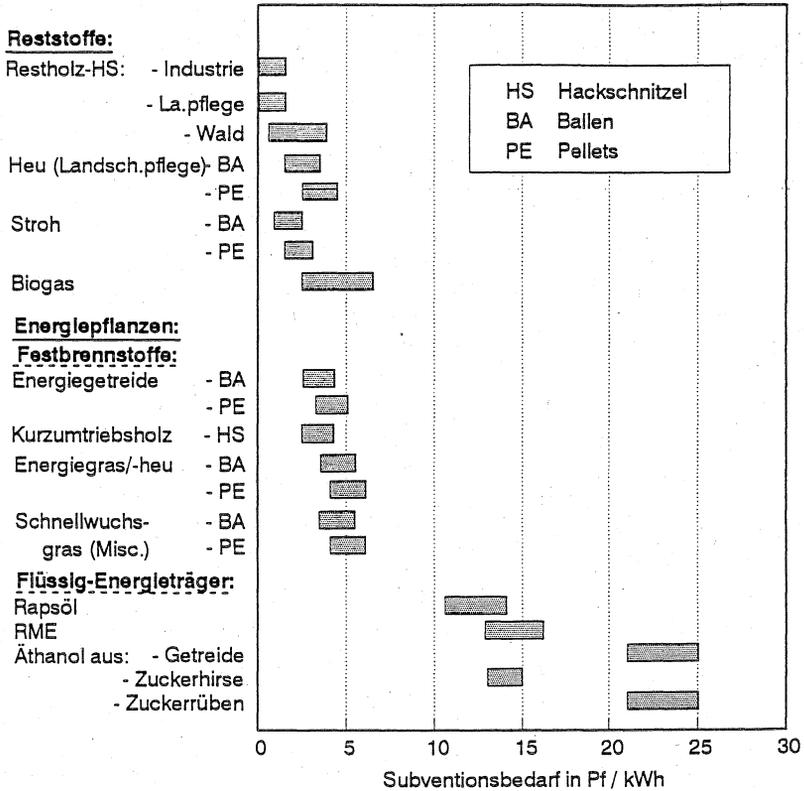


Abb. 13: Subventionsbedarf von Biomasseenergieträgern im Vergleich [7]

Eigene Berechnungen führten zu einer ähnlichen Abschätzung der Rentabilitätsdifferenz zu Heizöl beziehungsweise Benzin und Dieselöl. In Tabelle 4 sind die Beispiele aufgeführt [11].

Tab. 4: Stand der Wirtschaftlichkeit ausgewählter Systeme

Regenerative Energiequelle	Kosten bei regenerativer Energie		Vergleichskosten bei fossiler Energie	
	DM/l OE	DM/kWh Strom	DM/l OE	DM/kWh Strom
Biomassebeiprodukte (Holz, Stroh)	0,20 - 0,60	0,25 - 0,40	0,35 - 0,45	0,20 - 0,40
Energiepflanzen-Festbrennstoffe	0,60 - 1,00	0,40 - 0,70	0,35 - 0,45	0,20 - 0,40
Pflanzenöl aus Raps	0,80 - 1,20	0,31	Tr 1,0-1,10 W 0,35-0,45	0,25 Dieselöl 0,11 Heizöl
Ethanol	1,40 - 1,80	(0,55)	Tr 1,40-1,60	-
Windenergie	-	0,11 - 0,30	-	0,20 - 0,40 Netz
Sonnenenergie - Wärme - Brauchwasser	0,60 - 1,60	-	W 0,35-0,45	-
Sonnenenergie - Kraft	-	1,30 - 3,30	-	0,20 - 0,40
Sonnenenergie - Wasserstoff	Tr 5,00-10	-	Tr 1,40-1,60	-

Tr = Treibstoff, W = Wärme (Vergleich mit Heizöl)

Vergleicht man lediglich die Brennstoffpreise nach ihrem nutzbaren Energieinhalt, dann ist dies nur ein erster Schritt in der Gesamtbetrachtung der Verfahrensrentabilität. In Tabelle 5 weist die Spalte 5 den Energieäquivalentspreis zu 1 kg Heizöl auf. Der Vergleich wird über die nutzbare Energie geführt, somit ist also der Wirkungsgrad der energetischen Nutzung berücksichtigt. Die Auswirkung der Änderung des Heizölpreises läßt sich aus dieser Tabelle hervorragend ablesen. Wie bereits in den Tabellen 3 und 4 sowie in Abbildung 13 gezeigt, müssen die Mehrkosten bei der Verfeuerung und Handhabung von Festbrennstoffen berücksichtigt werden. Geht man von Mehrkosten von 0,03 DM/kWh Wärme beziehungsweise von 0,30 DM/kg OE aus, dann muß dieser Wert zu den in Spalte 5 genannten Zahlen für Biomassefestbrennstoffe aufaddiert werden, um den endgültigen Vergleich zur Heizölfeuerung zu erhalten. Es ist nicht auszuschließen, daß in wenigen Jahren ein steigender Heizölpreis diese Differenz in den Kapitalkosten ausgleicht.

Die Kapitalkosten verschiedener Feuerungssysteme sind in Abbildung 14 neben den spezifischen Anschaffungspreisen verschiedener Stroh- und Holzfeuerungsanlagen einschließlich Koppelungsvarianten mit Nahwärmenetzen dargestellt.

Tab. 5: Vergleich wichtiger Energieträger für die Landwirtschaft bezüglich Heizwert, Kaufpreis und Preis der nutzbaren Energie

Spalte 1	2	3	4	5
Heizstoff, Energiequelle	Heizwert $H_u$ kJ/kg	Preis DM/kg (am Ort des Verbrauchs) (einschließlich MWSt)	Wirkungs- grad bei Nutzung (Kessel) %	Preis von 37 800 kJ (9 000 kcal=10,3 kWh) Nutzenergie (entspr. 1 kg Heizöl) DM ohne MWSt
Steinkohle	32 000	0,59 lose (- 2 % bei Großabnahme)	80	0,87
Koks	30 000	0,65 lose	80	1,02
Braunkohle	20 000	0,50 Bündel	75	1,26
Rohbraunkohle (40%)	15 000	0,03 Großabn.Thüringen,Sachsen	75	0,10
Steinkohle Import	26 500	0,10 Großabnehmer	80	0,18
Steinkohle BRD	30 000	0,37 Großabnehmer o. Subvention	80	0,58
Steinkohle BRD	30 000	0,27 z. Verstromung subventioniert	80	0,42
Heizöl	42 000	0,48 Tank bei 1 000 l	90	0,48
leicht		0,38 Tank bei 5 000 l	90	0,38
(0,86 kg/l)		0,36 Tank bei 10 000 l	90	0,36
Flüssiggas (Propan)	46 000	1,20 2,1 t Tank m. Miete + Wartung	92	1,07
Erdgas	36 000	1,26 1,2 t Tank 0,48 Erdgas ab 2 000 kg/a	92	1,13
Brennholz	16 000	0,11 Meterstück 40 DM/rm 0,16 Meterstück 60 DM/rm 0,20 Scheitholz 25 cm 0,40 Bündelholz vom Händler	80 80 80 80	0,32 0,47 0,59 1,18
Holz hackschnitzel (Restholz)	16 000	0,06 10 DM/m <sup>3</sup> Sägewerksabfall 0,09 (15 DM/m <sup>3</sup> ) Landwirtschaft 0,15 (25 DM/m <sup>3</sup> ) Landwirtschaft 0,22 (35 DM/m <sup>3</sup> ) Handel	82 82 82 82	0,17 0,26 0,43 0,63
Stroh	15 000	0,05 je nach örtlichem 0,10 Markt 0,15 Briketts oder 0,25 Pellets	78 78 78 78	0,16 0,32 0,48 0,81
Massengetreide (Korn + Stroh)	15 500	0,20 Großballen von Still- legungsflächen	80	0,61
Massengetreide (Pellets)	15 500	0,30 Pellets Korn + Stroh	80	0,91
Getreidekörner	15 500	0,25 Körner lose	80	0,76
Holz aus Schnell- wuchsplantage	16 000	0,25 Holzhackgut	82	0,72
Strom für Heizzwecke	3 600 kJ/kWh	0,24 Gesamtpreis DM/kWh 0,30 Gesamtpreis DM/kWh 0,15 Arbeitspreis DM/kWh	98 98 98	2,29 2,86 1,43

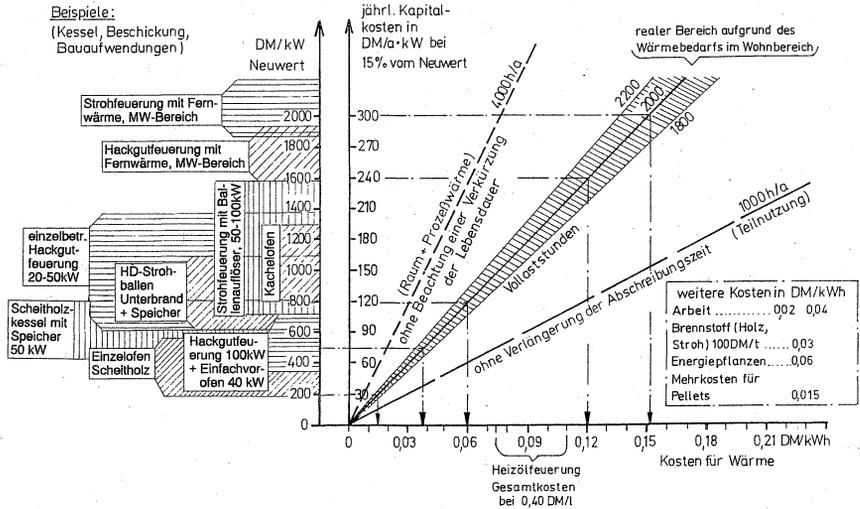


Abb. 14: Kapitalkostenabschätzung und Kosten für Brennstoff und Arbeit bei Biomasse-Feuerungsanlagen im Vergleich zu Öl

Die Arbeits- und Brennstoffkosten sind auf der rechten Seite der Abbildung 14 angegeben. Die Arbeitskosten liegen im allgemeinen zwischen 0,02 - 0,04 DM/kWh Wärme, wenn es sich nicht um Großanlagen mit Hackgutfeuerung handelt, bei denen die Arbeitskosten je Wärmeeinheit wesentlich darunterliegen. Die Brennstoffkosten wurden ebenfalls auf Wärme umgerechnet. Stroh und Restholz ergeben bei 100 DM/t, 0,03 DM/kWh, Energiepflanzen mit 200 DM/t führen zu 0,06 DM/kWh. Addiert man die Arbeits- und Brennstoffkosten zu den auf der Abszisse ermittelten Kapitalkosten, dann kann man mit einer Heizölfeuerung bei 0,40 DM/l Ölpreis einen groben Vergleich ziehen. Auch die Ölfeuerung ist mit einer Kostenspanne angegeben, hier mit 0,075 - 0,11 DM/kWh Gesamtkosten.

Die Abbildung 14 zeigt, daß bei spezifischen Anschaffungspreisen über 800 DM/kW auch bei moderaten Brennstoffpreisen und geringen Arbeitskosten höhere Gesamtkosten auftreten, als bei einer Ölfeuerungsanlage, solange das Heizöl billig angeboten wird. Es gilt zu bedenken, daß eine Ölpreisverteuerung von 0,10 DM/l die Gesamtkosten der Ölfeuerung um 0,01 DM/kWh anhebt. Daraus folgt, daß schon bei relativ geringer Ölpreissteigerung die Wirtschaftlichkeit der Holzfeuerung deutlich zunimmt.

Die Abbildung 14 zeigt aber auch, daß bei Einbeziehung von Nah- und Fernwärmesystemen die Gesamtkosten erheblich ansteigen, soweit nicht durch Großverbraucher und eine höhere Vollaststundenzahl pro Jahr eine Kostenreduzierung erreicht werden kann. Eine derartige Situation läßt sich aus der Abbildung 14 zwischen der strichlierten Linie mit 4 000 Stunden/Jahr und der Linie mit 2000 h/a ablesen.

Ein Versuch zur vereinfachten Erfassung der Rentabilität der Energiepflanzenproduktion für unterschiedliche Einflußparameter wie Ertrag und Energiepreinsniveau wird mit der Grafik in Abbildung 15 versucht.

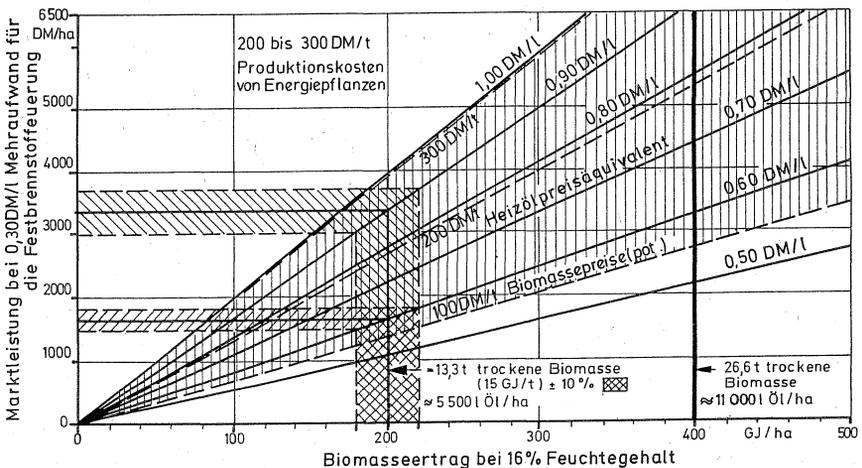


Abb. 15: Marktleistung von Energiepflanzen in DM/ha bei unterschiedlichen Heizölpreisen

Auf der Ordinate ist die Marktleistung in DM/ha angegeben. Sie errechnet sich aus dem Ertrag an Energie je Hektar und dem Heizölpreinsniveau (Parameter - schräge Linien vom Nullpunkt ausgehend) abzüglich der unterstellten Mehrkosten (Kapitalkostendifferenz) der Verfeuerung von Festbrennstoffen gegenüber einer Ölfeuerung. Dieser Wert wurde mit 0,30 DM/l OE angesetzt, ist allerdings von den örtlichen Voraussetzungen abhängig und kann zwischen 0,10 und 0,50 DM/l schwanken. Das eingezeichnete Beispiel beweist, daß erst bei einem Heizölpreis von 0,90 DM/l die notwendige Marktleistung zur Deckung der Gesamtkosten einschließlich eines bescheidenen Gewinns

erzielt wird. Dieser Wert wurde hier mit 3.300 DM/ha Marktleistung angenommen, wobei ein durchschnittlicher Ertrag von 13,3 t Biomasse je Hektar beziehungsweise 5 500 l Öläquivalent unterstellt wurden. Nun ist die Erkenntnis von Bedeutung, daß ab diesem Punkt des Ölpreisniveaus jede weitere Ölpreiserhöhung sehr starken Einfluß auf die Marktleistung beziehungsweise den Gewinn nimmt. Steigt Öl lediglich um 0,10 DM/l an, dann ergibt sich eine Gewinnsteigerung von 550 DM/ha. Bei einem theoretischen Ertragspotential von 400 GJ/ha, das leicht utopisch erscheint, würde sich die Gewinnsituation schon bei geringerem Energiepreisniveau ergeben (siehe Abbildung 15, senkrechte Linie über 400 GJ/ha).

## **7. Fazit**

Für den Landwirt als potentiellen Lieferanten von Biomassebrennstoffen oder gar von Energie für den Endverbraucher, ergibt sich bei dem heutigen Energiepreisniveau in Deutschland, daß nur Restholz, Durchforstungsholz, Sägewerksabfälle und billiges Stroh rentabel angeboten werden können. Zur Restholzlieferung muß in Holzhackmaschinen und Lagerplätze mit Trocknungseinrichtungen investiert werden. Die Neupreise von Hackern mit einer Leistung ab 5 t/h beginnen bei 50.000 DM. Durch den Bau von Heizzentralen bei Wärmegroßverbrauchern oder mit Nahwärmenetzen für Kleinverbraucher ließe sich Wärmeenergie direkt vermarkten. Die Investitionskosten bewegen sich zwischen 800 und 2.500 DM/kW Heizleistung, je nachdem ob es sich um einen Wärmegroßverbraucher oder aber um viele Kleinverbraucher mit einem Nahwärmenetz handelt.

Die Nutzung der zwangsläufig deutlich teureren Energiepflanzen setzt eine erhebliche Preissteigerung für fossile Energieträger voraus. Diese wäre zwar aus ökologischen Gründen dringend nötig, ist aber durch den Mangel politischer Konsensfähigkeit derzeit in Deutschland nicht zu erwarten. Damit hat die Landwirtschaft heute eine sehr bescheidene Möglichkeit Energie zu liefern.

## **8. Ausblick**

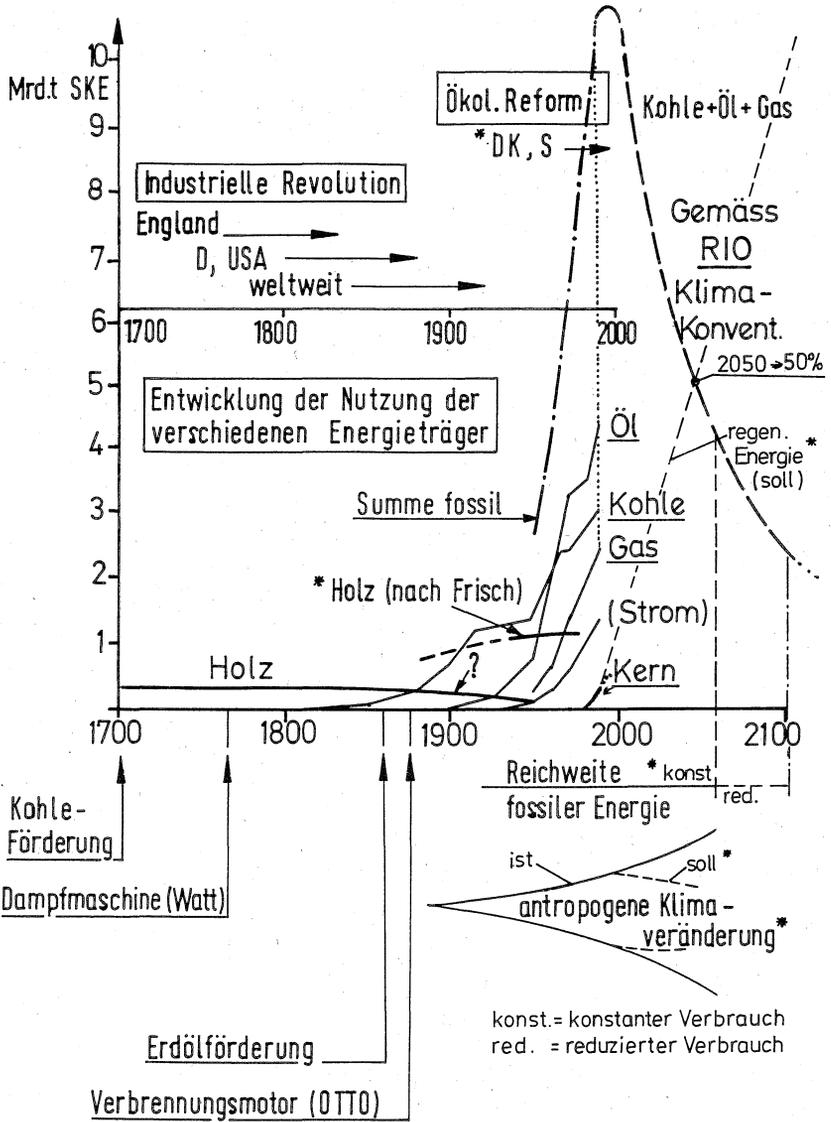
Solange bei Heizöl und Erdgas eine Energiepreispolitik betrieben wird, welche die tatsächlichen Kosten des Energieträgereinsatzes außer Acht läßt, die externen Kosten also nicht berücksichtigt, kann das Einsparpotential beim stationären Wärmeverbrauch nicht genutzt werden und Systeme regenerativer Energie bleiben außerhalb einer

Rentabilität, soweit man sich auf die betriebswirtschaftliche Betrachtung beschränkt. Größere Potentiale regenerativer Energiesysteme erreichen die Konkurrenzfähigkeit zu den umweltschädigenden fossilen Billigenergieträgern heute nicht, hier müßte eine Umwelt- oder CO<sub>2</sub>-Steuer Ausgleich schaffen. Die über den Treibhauseffekt durch Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre verursachten Schäden treffen zuerst die Land- und Forstwirtschaft durch den extremen Witterungsverlauf, wobei Sommertrockenschäden und Sturmkalamitäten wie schon in den letzten Jahren weiterhin verstärkt auftreten werden. Die heutige Energiepreispolitik schädigt die Land- und Forstwirtschaft und letztlich die gesamte Volkswirtschaft mehrfach: Keine Rentabilität der Energieträgerproduktion, damit keine Agrar-marktentlastung, aber ökologisch wirkende Schäden durch den extremen Witterungsverlauf. In dieser Situation ist die gelassene Ruhe oder auch die Resignation der Landwirte wenig hilfreich. Mit vornehmer Zurückhaltung wird sich kaum eine Änderung der ungunstigen Situation für die Land- und Forstwirtschaft, sowie für die gesamte Energiewirtschaft bewirken lassen. Neben den direkt Betroffenen sollten sich auch die Berufsvertreter, Fachbehörden und vor allem die Umweltschützer aktiver bemühen die heutigen Mißstände zu beseitigen, nicht zuletzt, um die gesamte Volkswirtschaft vor größeren Schäden zu bewahren.

Eigentlich liegen Beschlüsse vor, die CO<sub>2</sub>-Emission deutlich zu senken. Bei der Konvention in Rio ging man sogar soweit, zu beschließen, daß im Jahr 2050 weltweit die CO<sub>2</sub>-Emission halbiert werden sollte. Professor Heinloth, Physiker in Bonn, stellte diese Zusammenhänge in einer Fachtagung im September 1994 in Regensburg vor (Abbildung 16 basiert auf diesen Aussagen).

Demzufolge müßte nach der Zusammenstellung in Abbildung 16 eine sehr große Anstrengung unternommen werden, den reduzierten Verbrauch fossiler Energieträger durch regenerative Energiesysteme auszugleichen. Der Grad des notwendigen Anstieges ist in der Linie regenerative Energie (Soll) dokumentiert.

Betrachtet man einerseits die Notwendigkeit, sehr schnell fossile Energieträger zu ersetzen und andererseits den Mangel an politischen Akzenten zur Schaffung der notwendigen Rahmenbedingungen, dann kann man daraus eine unglaubliche Gleichgültigkeit gegenüber der Umwelt ablesen. Dadurch wird auch den Landwirten die Chance genommen in größerem Stil Energieträger zu produzieren und zu vermarkten. Damit wird der Landwirtschaft auch ein wesentliches Standbein zur Sicherung ihres Einkommens vorenthalten, stattdessen mutet man diesem Berufszweig weitere Schäden durch die ungünstige Klimaentwicklung zu.



\*Ergänzung durch Strehler

nach Prof. Heinloth

Abb. 16: Primärenergieverbrauch der Welt, Notwendigkeit der Reduzierung fossiler Energie zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emission

## 9. Zusammenfassung

Wegen knapper Vorräte an fossilen Energieträgern und wegen deren Einfluß auf die Klimaveränderung müssen Systeme der regenerativen Energie schnell weiterentwickelt und eingesetzt werden. Dabei hat Biomasse als gespeicherte Sonnenenergie wegen ihres hohen wirtschaftlichen Potentials und ihrer besonderen Nebenwirkungen die größte Bedeutung. Im Gegensatz zur weltweiten Situation liegt das Angebot an Biomasseenergieträgern zum notwendigen Ersatz fossiler Energieträger in Deutschland relativ ungünstig. Das hohe Potential der Einsparung an fossilen Energien läßt sich nur durch eine Verteuerung erschließen, wobei die regenerativen Energiesysteme an Wirtschaftlichkeit gewinnen. Die Technik der Biomasseernte und der notwendigen Aufbereitung bishin zur Verfeuerung ist größtenteils technisch gut gelöst. Das geringe Energiepreisniveau in Deutschland läßt heute nur die Wärmegewinnung aus billigem Restholz und allenfalls aus Stroh zu. Die Energiepflanzenproduktion, die große Chance für die deutsche Landwirtschaft, weiteres Einkommen zu erschließen, kann mit der Bereitstellung von billigem Heizöl und Gas nicht konkurrieren. Erst bei Heizölpreisen über 0,80 DM/l dürfte die Energiepflanzenproduktion unter günstigen Voraussetzungen rentabel werden. Somit eröffnet sich für die Landwirtschaft vorerst nur eine Chance auf dem Restholzsektor. Entweder übernimmt der Landwirt nur die Holzbereitstellung, von der Ernte über die Aufbereitung bis zur Anlieferung an die Feuerstätte, oder er übernimmt auch den Betrieb der Feuerungsanlagen in eigener Regie und verkauft Wärme. Heute bietet sich vor allen Dingen für Forstbetriebsgemeinschaften und für Maschinenringe die Option, mit größeren Energieverbrauchern Lieferverträge abzuschließen, um die sichere Anlieferung der Brennstoffe zu gewährleisten.

## 10. Literatur

- [1] *Strehler, A.:*  
Wärmegewinnung aus Biomasse, Potentiale in der Bundesrepublik Deutschland und Stand der Technik. Tagungsband Drittes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Heizanlagen, Regensburg 27.-28.9.1994, OTTI Technologie-Kolleg, S. 23-36
- [2] *Hartmann, H. und Thuncke, K.:*  
Ernteverfahren für Kurzumtriebsplantagen. Landtechnik 3/96, 51. Auflage, S. 154-155

- [3] *Hartmann, H.:*  
Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung von Halmgut. Abschlußbericht Landtechnik Weihestephan für das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Eigenverlag, 65 Seiten, September 1996
- [4] *Hartmann, H.:*  
Selbstfahrende Pelletiermaschine, ein neues Verfahren für Halmgut. Landtechnik 5/96, 51. Jahrgang, S. 256-257
- [5] *Hartmann, H. e.al.:*  
Untersuchungen zu Struktur und Umfang des Absatzes von Biomassefeuerungsanlagen in Deutschland. Abschlußbericht Landtechnik Weihestephan, August 1995
- [6] *Bayer. Waldbesitzerverband:*  
Bayerisch heizen, Anschriften bayerischer Brennholzdepots. München 1996
- [7] *Hauke, W.:*  
Nutzung von Biomasse aus der Sicht eines Energieversorgungsunternehmens in Deutschland. RWE Essen, April 1995
- [8] *Hartmann, H. und Strehler, A.:*  
Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern aus ökologischer und technischer Sicht. Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe" Band 3, Landwirtschaftsverlag Münster (1995), 424 Seiten, ISBN 3-7843-2717-6
- [9] *Kaltschmitt, M. und Wiese, A.:*  
Erneuerbare Energieträger in Deutschland - Potentiale und Kosten. Springer Verlag, Berlin 1993
- [10] *Schön, H. et.al.:*  
Lehrbuch: Die Landwirtschaft, Landtechnik und Bauwesen. Noch nicht veröffentlichte Ausgabe 1997, BLV München
- [11] *Strehler, A.:*  
Beratungsblätter Energie aus Biomasse. Landtechnik Weihestephan 1995
- [12] *Strehler, A.:*  
Potential und Stand der Anwendung zur Energiegewinnung aus Biomasse. Tagungsband, Umsicht-Tage 1996, 28./29.8.1996, Technologiezentrum Oberhausen
- [13] *Heinloth, R.:*  
Energie aus Biomasse, ein Beitrag zur Minderung des Treibhaus-effekts. Tagungsband Drittes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Heizanlagen. OTTI-Technologiezentrum Regensburg, 1994, S. 15-22

# Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen

Bernhard A. Widmann

## 1. Einleitung und Rahmenbedingungen für die dezentrale Ölgewinnung

### 1.1 Konventionelles Ölgewinnungsverfahren in zentralen Anlagen

Die Gewinnung von Pflanzenölen erfolgt üblicherweise in **zentralen Großanlagen** mit Verarbeitungskapazitäten von bis zu 3.000 t Ölsaaten pro Tag. Der klassische Verfahrensablauf gliedert sich dabei in folgende Verfahrensschritte (s. Abbildung 1).

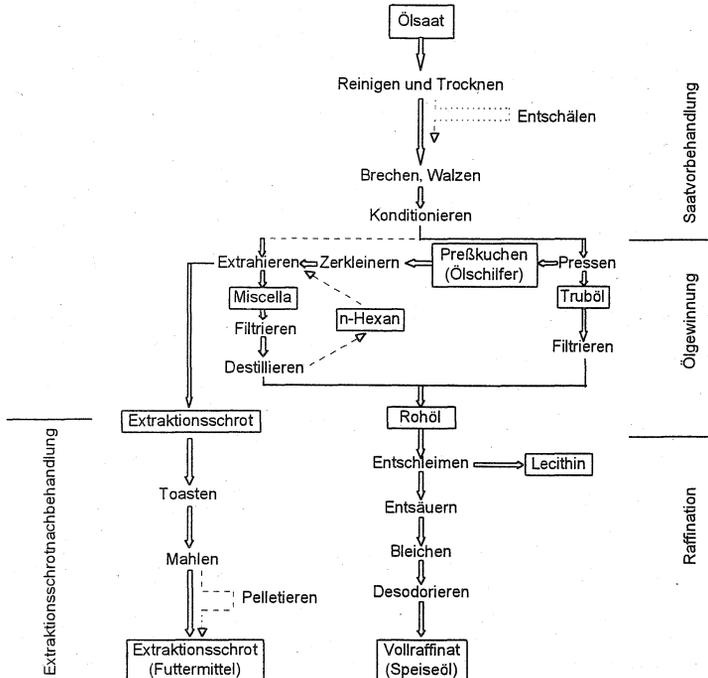


Abb. 1: Verfahrensablauf bei der Pflanzenölgewinnung und -raffination in zentralen Anlagen

### **Vorbehandlung der Ölsaat:**

Vor der Entölung wird die Ölsaat gereinigt, getrocknet, eventuell entschält sowie zerkleinert und konditioniert. Bei der Konditionierung wird die zerkleinerte Ölsaat mit Dampf thermisch behandelt und klimatisiert, um unter anderem die Ölzellen zu brechen und die Ölabtrennung zu verbessern. Gleichzeitig werden Phosphatide koaguliert, gefällt und in größerer Menge bei der Ölgewinnung in das Öl übergeführt (z.B. 0,5 bis 2,0 Gew.-% in rohem Rapsöl).

### **Ölgewinnung (Vorpressung, Lösungsmittlextraktion):**

Ein großer Teil des in der Saat enthaltenen Öles wird bei öltreichen Saaten (Ölgehalt > 20 %) durch eine Vorpressung in einer Schneckenpresse abgetrennt. Der Rückstand aus dieser Verarbeitungsstufe wird Preßkuchen oder Ölschilfer genannt und weist einen Restölgehalt von 11 bis 25 Gew.-% auf. Die weitere Entölung erfolgt durch Lösungsmittlextraktion mit technischem Hexan. Dabei werden Restölgehalte im Extraktionsschrot von bis zu 0,5 Gew.-% erreicht, was einer Entölung von über 98 % (bezogen auf den Ölgehalt der Saat) entspricht. Das Lösungsmittel wird nach einer Filtration durch Destillation aus dem Öl entfernt und zurückgewonnen. Das so gewonnene Öl ergibt zusammen mit dem Öl aus der Vorpressung nach dessen Filtration rohes, unraffiniertes Pflanzenöl.

### **Nachbehandlung des Extraktionsschrots:**

Die Nachbehandlung dient in erster Linie der Entfernung und Rückgewinnung des Lösungsmittels, bei Sojaschrot auch der Inaktivierung von Trypsininhibitoren (z.B. Urease) zur Verbesserung der Futterqualität.

### **Raffination:**

Durch die intensive Vorbehandlung und Entölung enthält das gewonnene Rohöl unerwünschte Begleitstoffe, wie Schmutz, Phosphatide, Kohlenhydrate, Eiweiße, Fettsäuren und deren Oxidationsprodukte, Farbstoffe, Metallspuren etc., die Geschmack, Haltbarkeit, aber auch die technische Verwendbarkeit beeinträchtigen können. Ziel der Raffination ist es also, alle für die vorgesehene Verwendung störenden Stoffe weitgehend zu entfernen.

Die **Entschleimung** dient zur Entfernung von etwa 0,03 bis 0,3 Gew.-% sogenannter Schleimstoffe, in erster Linie Phospholipide, die sich negativ auf die Haltbarkeit und die Verwendbarkeit der Pflanzenöle in technischen Prozessen auswirken (z.B. Filterverstopfung). Bei der **Entsäuerung** werden freie Fettsäuren (0,5 bis 3 Gew.-%) bis auf etwa 0,1 Gew.-% durch Neutralisation oder Destillation entfernt. Mit Hilfe der **Bleichung** werden Farbstoffe und deren Abbauprodukte (ca. 0,1 Gew.-%) sowie Reste

von Seifen, Spurenmetallen und Schwefelverbindungen abgetrennt. Oxidationsprodukte, die für unangenehmen Geschmack verantwortlich sind, und andere, arteigene Geschmacks- und Geruchsstoffe werden durch die **Desodorierung** (Wasserdampfdestillation unter Vakuum) eliminiert. Bei Pflanzenölen mit hohen Gehalten an Wachsen (z.B. Sonnenblumenöl) kann der Raffinationsschritt der **Winterisierung** folgen, bei dem durch langsame Abkühlung auf unter 10 °C die genannten Substanzen auskristallisiert und anschließend abgetrennt werden können.

Nach der Raffination wird das Öl als Vollraffinat bezeichnet und weist Speiseölqualität auf. Die Raffination ist bei diesem Verfahren für nahezu alle Verwendungsrichtungen notwendig, da durch die intensive Entölung eine Vielzahl unerwünschter Begleitstoffe in das Öl übergeführt werden. Der Energiebedarf für die Ölsaatenverarbeitung in zentralen Anlagen beträgt etwa 1,7 GJ/t Ölsaate; davon entfallen rund 0,7 GJ auf die Raffination. Am gesamten Energieverbrauch hat die Dampferzeugung einen Anteil von etwa 66 %.

## 1.2 Rahmenbedingungen für die Ölgewinnung in dezentralen Anlagen

Ebenso ist es auch möglich, Pflanzenöl in **dezentralen Anlagen** in der Hand landwirtschaftlicher Genossenschaften zu produzieren. Diese Organisationsform ist auch bei der Verarbeitung stärkehaltiger Rohstoffe zu Alkohol in Brennereien weit verbreitet, wobei die Rohstoffe von den Mitgliedern angeliefert, und die Koppelprodukte abgenommen werden.

Dezentrale Anlagen haben Vorteile hinsichtlich der Logistik sowie der Transportkosten und begünstigen das Wirtschaften in Stoffkreisläufen. Die Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Marktstruktur für die Anlieferung des Rohstoffs auf der einen und die Abnahme der Produkte (Pflanzenöl und Preßkuchen) auf der anderen Seite. Die Organisationsform eignet sich besonders für die Produktion innerhalb überschaubarer bzw. mengenmäßig begrenzter Märkte, wie die der diätetischen Speiseöle und vor allem der Grundöle für Schmierstoffe und Hydrauliköl sowie der Rohstoffe für die chemische Industrie. Ferner besteht die Möglichkeit, Treibstoff für pflanzenölaugliche Spezialmotoren oder - nach Umesterung - Pflanzenölmethylester als Kraftstoff für konventionelle Dieselmotoren herzustellen (Selbstversorgung der landwirtschaftlichen Genossenschaft mit Treibstoff).

Dezentrale Anlagen bieten außerdem für die Verarbeitung spezieller Ölpflanzen, wie Leindotter, *Euphorbia latyris* (kreuzblättrige Wolfsmilch), Koriander etc., die als nachwachsende Rohstoffe diskutiert werden, günstigere Voraussetzungen als industrielle

Ölmühlen. Da die genannten Ölsaaten nur in geringen Mengen anfallen, verursacht bei zentralen Ölmühlen der häufige Ölsaatenwechsel zu hohe Kosten; außerdem schließen die Anlagen, die in der Regel für die Speiseölerzeugung ausgelegt sind, eine Verarbeitung von Ölsaaten mit gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffen (z.B. *Euphorbia lathyris*) aus.

Bei der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen stehen zwei Hauptziele im Vordergrund:

- **Schonung der Umwelt**
- **Steigerung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft.**

Diese beiden Ziele und die dafür notwendigen Voraussetzungen sind in Abbildung 2 dargestellt. Es wird deutlich, daß sich beide Ziele durch ähnliche Forderungen gut miteinander vereinbaren lassen.

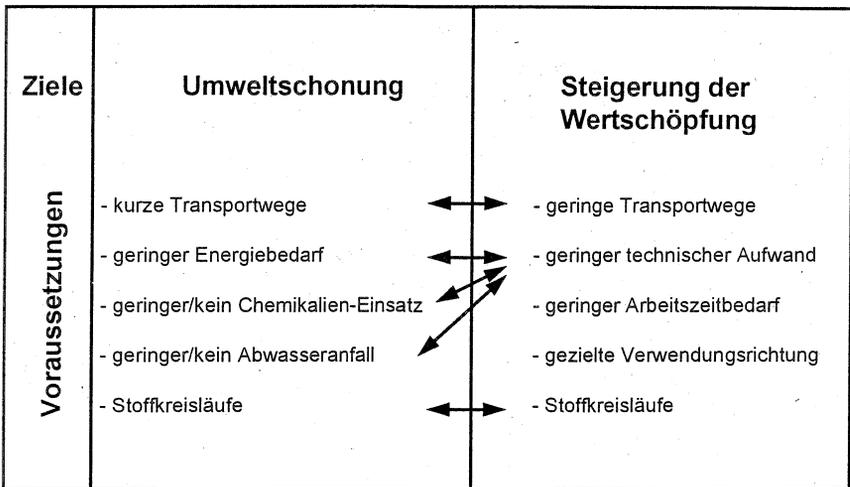


Abb. 2: Ziele und Voraussetzungen für die Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen

Im Ölsaatenanbau bestehen hinsichtlich der Vermarktung grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Verkauf der Ölsaat an einen Abnehmer zum konventionellen Preis
- Verarbeitung der Ölsaat und Vermarktung der Produkte in der Hand der Landwirtschaft.

Nur durch die Eigenverarbeitung kann die Wertschöpfung entscheidend beeinflusst und unter Umständen gesteigert werden. Erste Voraussetzung dafür sind möglichst geringe Transportwege und -kosten. Unter der Prämisse, daß die Produkte Öl und Preßkuchen in der Region der Ölsaatenherzeugung Verwendung bzw. Absatz finden - und nur dann ist der Betrieb einer dezentralen Anlage sinnvoll -, entstehen bei entfernter Verarbeitung Transportkosten von etwa DM 4,90 je 100 km Entfernung, bezogen auf 1 dt Raps inkl. anteiligem Rücktransport von Öl und Preßkuchen. Bei dezentralen Anlagen, die Ölsaaten aus der direkten Umgebung verarbeiten und deren Produkte weitgehend in der Region verwendet werden, können diese Transportkosten zum großen Teil eingespart werden, was die Gesamtkosten senkt und gleichzeitig zur Umweltschonung beiträgt.

Damit dezentrale Anlagen wirtschaftlich und umweltschonend arbeiten können, müssen die technische Ausstattung und der Verfahrensablauf so einfach wie möglich sein, verbunden mit einem entsprechend niedrigen Energiebedarf. Im Vergleich zur großtechnischen Ölgewinnung sind Einsparungen möglich:

- bei der Ölsaatvorbehandlung,
- beim Ölgewinnungsprozeß,
- bei der Ölnachbehandlung.

Die Aufbereitung der Ölsaat und des Öls sollte auf wenige Prozeßstufen begrenzt sein; auf den Einsatz von Lösungsmitteln zur Extraktion und von Chemikalien sollte verzichtet werden, um hohe Investitions- und Betriebskosten für den Explosions- und Umweltschutz zu vermeiden. Ebenso ist zu fordern, daß bei dem Verfahren keine oder nur sehr geringe Mengen an Abwässern anfallen.

Da die Lohnkosten die Wirtschaftlichkeit stark beeinflussen, muß es neben einer einfachen Verfahrenstechnik das Ziel sein, den Arbeitszeitbedarf auf ein Minimum zu senken. Dies kann durch die Automatisierung des Verfahrens mit einem Arbeitszeitbedarf von täglich etwa einer Stunde für Kontrollen und Wartungsarbeiten erreicht werden (Verwaltungsaufgaben nicht mit inbegriffen).

Das wichtigste Kriterium für eine Steigerung der Wertschöpfung ist die richtige Verwendungs- bzw. Vermarktungsrichtung für die Produkte. Grundsätzliche Voraussetzung ist, wie schon erwähnt, daß die entstehenden Produkte Öl und vor allem der Preßkuchen in der Region verwendet oder abgesetzt werden können. Der Verkauf des Preßkuchens z.B. an ein 300 km entferntes Futtermittelwerk wäre also weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll. Dabei ist zu beachten, daß der Preßkuchen etwa zwei

Drittel der entstehenden Produktmenge ausmacht und das Öl, meist das eigentliche Zielprodukt, mengenmäßig eher ein Koppelprodukt darstellt.

Die Verwendungsmöglichkeiten sind vielfältig, sie reichen beim Öl vom kaltgepressten Speiseöl mit hohem Markterlös bis zum Treibstoff und Chemierohstoff mit relativ niedrigem Marktpreis, beim Preßkuchen vom Futtermittel bis zum Brennstoff. Der wirtschaftlich denkende Betreiber wird für beide Produkte, je nach Marktlage, diejenige Verwendungsrichtung wählen, die den größten Gewinn, also den höchsten Beitrag zur Steigerung der Wertschöpfung liefert.

Ein weiterer Aspekt zur Schonung der Umwelt und zur Verbesserung der Einkommenssituation ist das Wirtschaften in Stoffkreisläufen, also die Rückführung von Rückständen oder gebrauchten Produkten in den Produktionskreislauf, z.B. als Düngemittel oder als Energieträger.

Diese Zusammenhänge zeigen, daß es **vor der Planung** einer solchen Anlage unbedingt notwendig ist, eine **genaue Standort- und Marktanalyse** durchzuführen, um festzustellen, ob für die Produkte Preßkuchen (ca. 65 % der Menge) und Pflanzenöl (ca. 35 % der Menge) geeignete Absatzmöglichkeiten vorhanden sind oder erschlossen werden können und welche Verwendungsrichtung den höchsten Gewinn bringt. Die momentan zu beobachtende Ausrichtung auf die Verarbeitung von Ölsaaten von Stilllegungsflächen sollte bei den Überlegungen nicht im Vordergrund stehen, da die agrarpolitischen Rahmenbedingungen raschen Änderungen unterworfen sind, die Anlageninvestition jedoch eine langfristige Sicherheit braucht. Billige Ölsaaten von Stilllegungsflächen sind nur bei oberflächlicher Betrachtung günstig, denn die derzeit niedrigen Erzeugerpreise z.B. für Stilllegungsrapss sind an der Rentabilitätsgrenze für den Anbau.

Da die **zentralen Großanlagen** in ihrer Verarbeitungskapazität derzeit nicht ausgelastet sind, heißt das Ziel der Wertschöpfungssteigerung gleichzeitig, daß außerhalb der Konkurrenz zu den "Massenprodukten" *Vollraffinat aus der Ölmühle* oder *Rapsölmethylester* vorwiegend spezielle Ölqualitäten erzeugt werden sollten. Wo der Markt es zuläßt, sollte also vermieden werden, ein wertvolles kaltgepresstes Rapsöl, das sich hervorragend als Speiseöl eignet, durch Umesterung mit entsprechenden Mehrkosten zu einem billigen Treibstoff umzuwandeln. Trotzdem kann es kurz- bis mittelfristig eine sinnvolle Lösung sein, auf diese Weise größere Ölmengen auf dem regionalen Markt, eventuell im Angebotsmix mit hochpreisigen Produkten, abzusetzen.

Dezentrale Pflanzenölgewinnungsanlagen haben also vor allem dort ihre Berechtigung, wo Märkte für spezielle Ölqualitäten oder auch für Öle aus bestimmten Ölsaaten bestehen oder erschlossen werden können. Dabei steht natürlich die Frage der Ölqualität und der Qualitätssicherung im Vordergrund. Insgesamt befindet sich das Verfahren mit den eingangs genannten Zielen in einem Spannungsfeld zwischen den Elementen *Minimierung der Technik*, *Optimierung der Qualität* und *Anpassung der Verwendungsrichtung* mit den entsprechenden Wechselbeziehungen (siehe Abbildung 3).

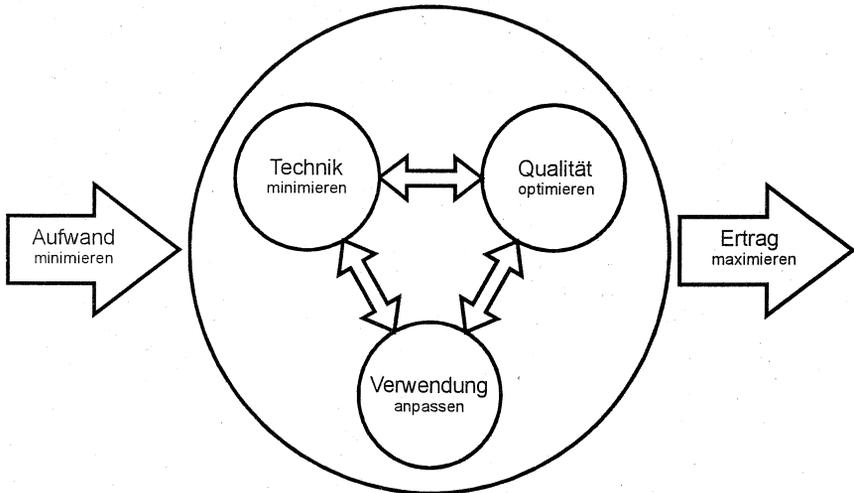


Abb. 3: Elemente und deren Wechselbeziehungen im System "Wertschöpfung durch dezentrale Ölgewinnung"

Aufgabe des Betreibers ist es also, mit möglichst einfacher Technik hohe, gesicherte und gleichbleibende Qualität der Produkte zu erreichen in Abstimmung mit der angestrebten Verwendungsrichtung. Dies heißt aber andererseits auch, bei Qualitätsabweichungen flexibel die Verwendungsrichtung der Produkte anzupassen bzw. die Prozeßbedingungen bei der Ölgewinnung und -reinigung zu optimieren. Für den Betreiber ist daher das Wissen um die Prozeßzusammenhänge erforderlich. Grundlagenuntersuchungen wurden in der Vergangenheit unter anderem von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weißenstephan durchgeführt und werden in naher Zukunft mit dem Schwerpunkt der Qualitätssicherung fortgeführt.

## 2. Verfügbare Technik

Der Verarbeitungsprozeß in dezentralen Anlagen läßt sich wie auf die in Abbildung 4 dargestellten Schritte reduzieren.

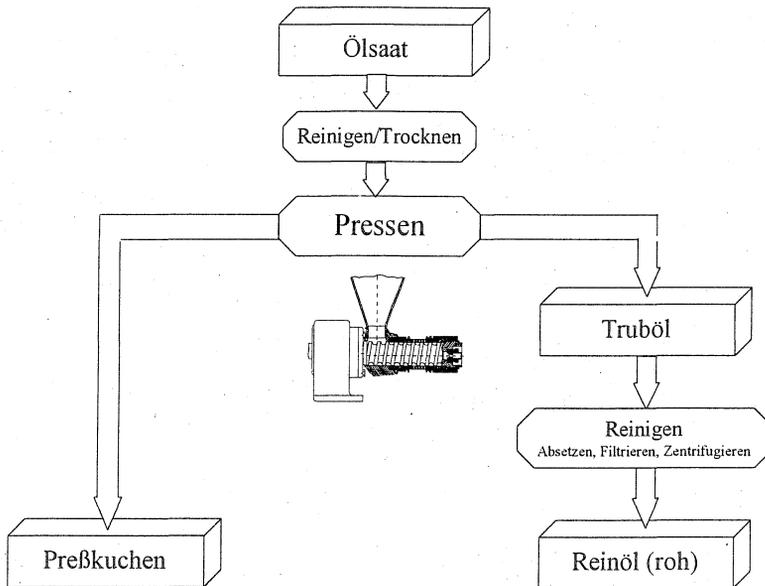


Abb. 4: Verfahrensablauf bei der Pflanzenölgewinnung in dezentralen Anlagen

### Vorbehandlung der Ölsaart:

Auch beim Verfahren in dezentralen Anlagen ist die gründliche Reinigung der Ölsaart von Fremdbesatz und Fremdkörpern (z.B. Steine, Metallteile) die Grundvoraussetzung für eine gesicherte Ölqualität und die Schonung der Preßwerkzeuge. Außerdem ist eine ausreichende Trocknung auf einen Wassergehalt von etwa 7 Gew.-% Wasser für hohe Ausbeute und Ölqualität, nicht zuletzt aber auch für eine ausreichende Lagerstabilität der Ölsaart wichtig. Weitere Vorbehandlungsmaßnahmen, wie die Konditionierung, sind nicht erforderlich, sie würden sogar die Ölqualität (Phospholipide!) verschlechtern. Eine Saatvorwärmung bis zu etwa 40 °C hat sich bislang nicht als schädlich erwiesen. Manche Ölpressenhersteller schlagen für ihre Produkte einen Walzenstuhl zur Vorzerkleinerung der Ölsaart vor. Die Notwendigkeit dieses Verarbeitungsschrittes ist im Einzelfall zu prüfen (Energiebedarf, Ölausbeute, Feststoffgehalt im Öl etc.).

### Ölgewinnung:

Mit Ausnahme von bestimmten Ölsaaten bzw. Ölfrüchten, wie Kürbiskernen oder Oliven, deren Verarbeitung in ihren Hauptanbaugebieten (z.B. Steiermark bzw. Italien) aus langer Tradition meist mit hydraulischen Stempelpressen erfolgt, werden zur Ölgewinnung in dezentralen Anlagen nahezu ausschließlich Schneckenpressen verwendet. Nach Jahrtausenden primitiver Ölgewinnungstechnik (einfache Keil-, Sack-, Wring-, Balken-, Stempelpressen) wurde erst 1876 von V.D. Anderson die Schneckenpresse erfunden und um die Jahrhundertwende erstmals eingesetzt. Damit war gleichzeitig der Schritt von der diskontinuierlichen zur kontinuierlichen Arbeitsweise vollzogen. Kernstück der Maschine ist eine Preßschnecke, meist mit geringer werdender Steigung der Windungen und steigendem Wellendurchmesser (sinkendes Schneckengangvolumen). Angetrieben durch einen Elektromotor dreht sie sich in einem Preßzylinder, der aus eng aneinanderliegenden Stäben besteht (siehe Abbildung 5).

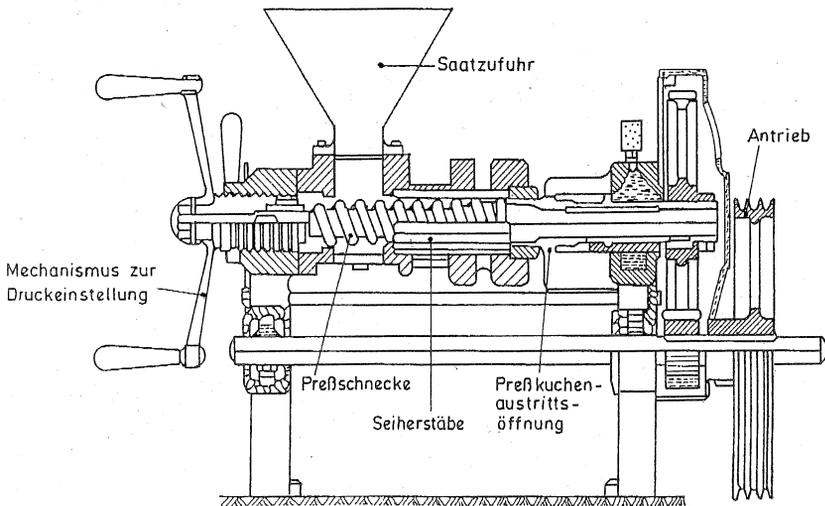


Abb. 5: Schnitzzeichnung einer Seiherschneckenpresse (CeCoCo type 52, nach SIVAKUMARAN et al. 1987)

Diese im Querschnitt rechteckigen Stäbe sind in ihrem Abstand zueinander durch Distanzstücke variierbar. Aus diesen Schlitzten tritt das Öl aus, während grobe Saatkornpartikel zurückgehalten werden. Am Ende des Preßzylinders wird der Preßkuchen in Form kleiner Platten aus einer Öffnung gedrückt, die häufig in ihrer Größe eingestellt werden kann. Dabei ändern sich die Kuchendicke und gleichzeitig der Preßdruck. Einzelne Bauteile, wie z.B. die Schneckenwelle, können zum Abführen der entstehenden Wärme mit einer Wasserkühlung ausgestattet sein.

Bei einer anderen Bauform besteht der Preßzylinder nicht aus einzelnen Stäben, sondern ist perforiert. Die Preßschnecke transportiert darin die Ölsaat zu einem Preßkopf. Dort kann durch den Einsatz verschiedener Düsen der Durchmesser der Preßkuchenaustrittsöffnung variiert werden (siehe Abbildung 6). Der Preßkuchen tritt dabei in Form von Pellets aus.

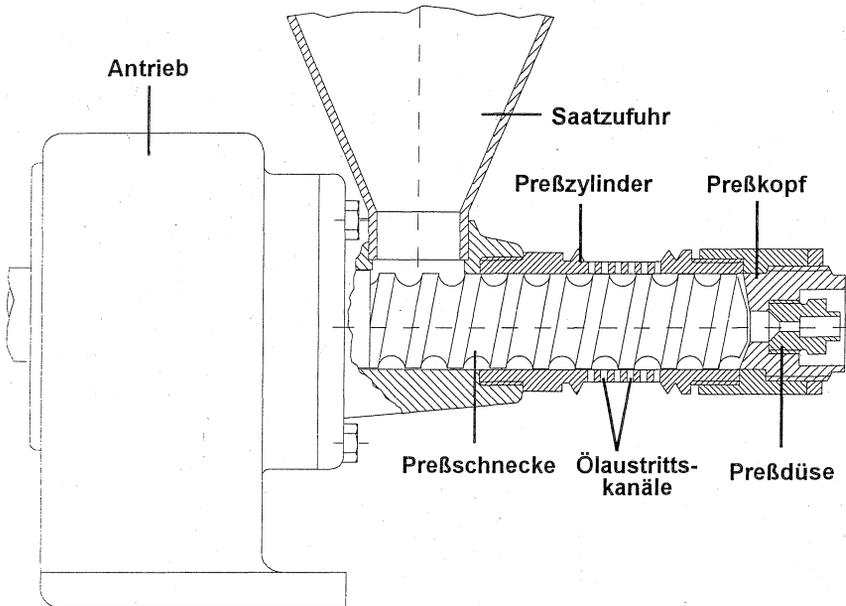


Abb. 6: Schnittzeichnung einer Schneckenpresse (IBG Monforts "Komet DD85", nach BERNESON 1990)

Als kaltgepreßt ("kaltgeschlagen") wird ein Pflanzenöl gemäß den Leitsätzen für Speisefette und Speiseöle bezeichnet, wenn es ohne äußere Hitzezufuhr gepreßt wird, wobei im auslaufenden Öl nur Temperaturen von bis zu 40 °C erreicht werden dürfen.

Kleine Schneckenpressen, die für dezentrale Anlagen geeignet sind, weisen Verarbeitungskapazitäten (Saatsdurchsätze) von 5 kg/h (Laborpresse) bis etwa 160 kg/h, in Einzelfällen bis 1000 kg/h auf. So können zum Beispiel mit einer Presse mit 100 kg/h Verarbeitungskapazität an 300 Verarbeitungstagen mit je 23 Stunden pro Jahr 690 t Raps von 230 ha zu etwa 230 t Rapsöl verarbeitet werden.

Die Ausbeute an Öl, bezogen auf den ursprünglichen Ölgehalt (Abpreßgrad), liegt zwischen 75 und 88 %. Im Vergleich zur industriellen Lösungsmittel-extraktion mit Ausbeuten um 98 bis 99 % erhöht sich entsprechend der Restölgehalt im Preßkuchen von etwa 0.5 bis 1 Gew.-% auf 7 bis 20 Gew.-%, im Durchschnitt auf 14 bis 15 Gew.-%. Dadurch wird aber auch z.B. bei Raps der Energiegehalt des Preßkuchens und damit der Futterwert erhöht.

### Ölreinigung:

Das gewonnene Pflanzenöl enthält etwa 1 bis 12 Gew.-% an Feststoffen, die aus festen Bestandteilen des Ölsamens bestehen. Der Feststoffgehalt ist unter anderem abhängig von der Durchsatzleistung, aber auch beispielsweise von der Preßgutfeuchte. Er ist als Qualitätsmerkmal von zentraler Bedeutung. Nicht nur der Gesamtgehalt an Feststoffen, sondern auch die Korngrößenverteilung der Partikel im Öl sind für die verschiedenen Verwendungsbereiche der Pflanzenöle von Wichtigkeit. Über die Einflußfaktoren und Wechselwirkungen bei der Pflanzenölgewinnung und der Pflanzenölreinigung auf den Feststoffgehalt und die Korngrößenverteilung ist bisher wenig bekannt. Die Abstimmung des Reinigungsverfahrens auf das Ölgewinnungsverfahren hat also nicht nur aus ökonomischen Gesichtspunkten, sondern auch aus Gründen der Qualitätssicherung entscheidende Bedeutung. Die Landtechnik Weihenstephan wird sich in Zukunft in einem Forschungsvorhaben verstärkt mit der Reinigung von Pflanzenölen beschäftigen.

Die verfügbaren Reinigungsverfahren für Pflanzenöle nutzen entweder die Partikelgröße oder die unterschiedliche Dichte von Öl und Partikeln für die Fest-Flüssig-Trennung (siehe Abbildung 7). Als geeignete Geräte, für deren Trennverfahren die

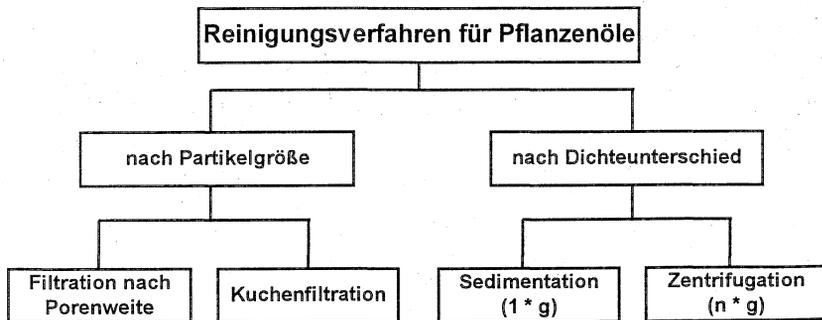


Abb. 7: Übersicht über die Verfahren der Pflanzenölreinigung

Partikelgröße entscheidend ist, bieten sich vor allem **Filterpressen** (Kammer- oder Membranfilterpressen) und **Vertikaldruckfilter** an, die in der Regel mit Hilfe der Kuchenfiltration arbeiten. Dabei wirkt nicht das Filtergewebe sondern der sich aus den Feststoffpartikeln aufbauende Filterkuchen als Trennmedium. In der Regel wird zur Sicherheit ein Beutelfilter mit definierter Porenweite nachgeschaltet. Ein in der Praxis weit verbreitetes Beispiel für einen Vertikalfilter, in diesem Fall einen Cricket-Filter, zeigt Abbildung 8.

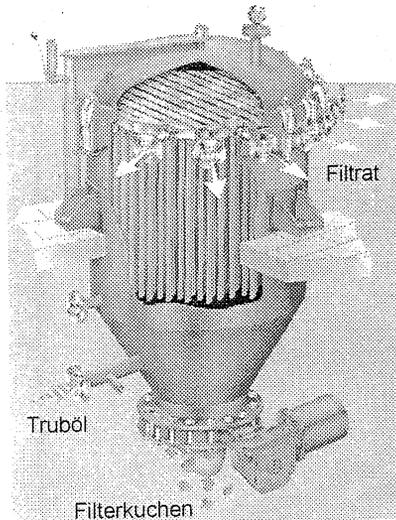


Abb. 8: Cricketfilter (Quelle Amafilter 1996)

Unter Ausnutzung des Dichteunterschieds zwischen Öl und Feststoffen arbeiten die Verfahren der **Sedimentation und der Zentrifugation**. Für kleinere Anlagen ist die Ölreinigung durch **Sedimentation** möglich. Hierzu wurde von der Landtechnik Weihenstephan ein kontinuierliches System entwickelt, das schematisch in Abbildung 9 dargestellt ist. Dabei durchläuft das ungereinigte Öl vier Absetztanks jeweils von unten nach oben, wobei die Feststoffe jeweils in einem Abscheidebehälter gesammelt und von dort entnommen werden können. Das System ist bei kontinuierlichem Betrieb auf eine Ölverweilzeit von 3 bis 4 Tagen ausgelegt. Das weitgehend gereinigte Öl durchläuft nach der Sedimentation einen Sicherheitsfilter.

Wenig verbreitet ist die Pflanzenölreinigung mit Hilfe der **Zentrifugation**. In der Regel steht der hohe Anschaffungspreis dem Praxiseinsatz entgegen. Mögliche Reinigungssysteme sind unter anderem Klärseparatoren und Klärdekanter.

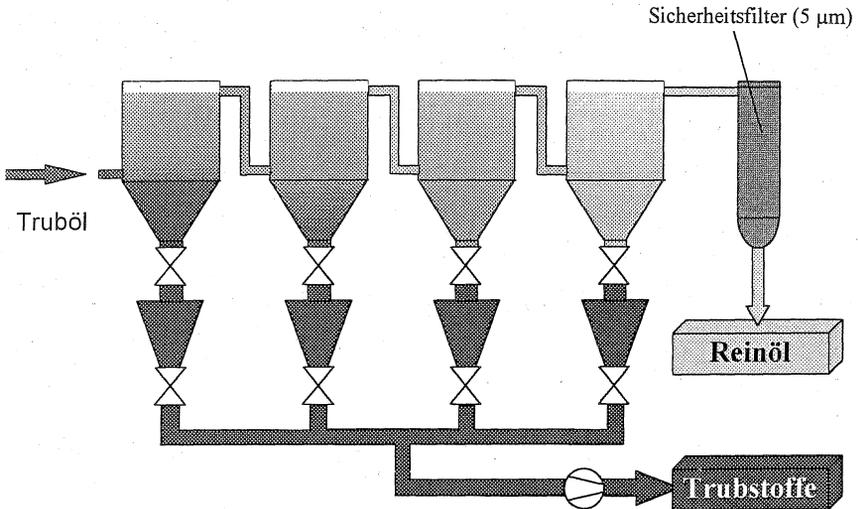


Abb. 9: Pflanzenölrreinigung durch Sedimentation. System Weihenstephan

### 3. Fragen der Qualitätssicherung

Eine der wesentlichen Anforderungen an die Ölgewinnung in dezentralen Anlagen ist die Erzielung hoher und gesicherter Qualität der Produkte für die jeweilige Verwendungsrichtung. Einige qualitätsbestimmende Eigenschaften, wie zum Beispiel Fettsäuremuster, Dichte, Heizwert, Viskosität, Zündwilligkeit, sind nicht durch verfahrenstechnische Maßnahmen zu beeinflussen, sondern sorten-, standort- oder klimabedingt. Andere Merkmale sind durchaus abhängig von den Systemparametern beim Ölgewinnungs- und Reinigungsprozeß und damit in gewissem Umfang beeinflussbar.

Voraussetzung für eine hohe Ölqualität (hohe Oxidationsstabilität, geringer Gehalt an freien Fettsäuren, niedriger Phosphorgehalt, keinerlei Verunreinigungen mit artfremden Substanzen) ist die Verwendung ausgezeichneter Rohware. In diesem Zusammenhang ist auf hohen Reifegrad, geringen Gehalt an Verunreinigungen und Fremdbesatz sowie trockene, kühle Lagerung zur Vermeidung der Bildung von Aflatoxinen und Mykotoxinen zu achten.

Für jede Verwendungsrichtung läßt sich eine spezifische Liste an Qualitätseigenschaften aufstellen. Einige Kenngrößen sind jedoch in allen Fällen von großer Wichtigkeit. Für alle Nutzungsrichtungen muß eine ausreichende Reinheit des Öls sichergestellt sein. Dies stellt hohe Anforderungen an das Reinigungsverfahren. Der Feststoffgehalt im ungereinigten Öl ist zudem stark abhängig vom Zustand des Preßguts

(Feuchte, Temperatur etc.) und den Anlageneinstellungen, sodaß das Reinigungsverfahren auf den Gewinnungsprozeß abgestimmt sein muß.

Eine weitere wichtige Kenngröße für nahezu alle Verwendungsarten ist der Gehalt an Phospholipiden, die in Gegenwart von Wasser (Luftfeuchte, Kondenswasser etc.) hydratisieren, quellen und damit Störungen und Ablagerungen in technischen Anlagen verursachen und zur Minderung der Haltbarkeit beitragen. Der Übergang von Phospholipiden bei der Ölgewinnung in das Öl kann durch niedrige Verarbeitungstemperaturen minimiert werden. Dabei sollte die Preßguttemperatur etwa 30 °C und die Temperatur an Pressenbauteilen nach Möglichkeit 70 bis 80 °C nicht überschreiten. In kaltgepreßtem Rapsöl sind Phosphorgehalte von unter 10 mg/kg möglich (Angabe als elementarer Phosphor).

Um sichere Absatzmöglichkeiten für die Öle aus dezentralen Anlagen zu schaffen, ist es notwendig, für alle Nutzungsrichtungen eine Standardisierung der Produkte vorzunehmen. Für die Verwendung von Rapsöl als Kraftstoff hat der LTV-Arbeitskreis "Dezentrale Ölgewinnung", Weihenstephan in Zusammenarbeit mit den Anlagenbetreibern, Motorenherstellern und Analyseinstitutionen am 22.08.1996 einen *vorläufigen Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard)* verabschiedet, der zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch von den Motorenherstellern ratifiziert werden muß (Tab. 1). Der derzeitige Stand ist im folgenden wiedergegeben. Wichtige Grundlagenuntersuchungen zur Auswirkung verfahrenstechnischer Parameter auf einige qualitätsbestimmende Eigenschaften sind in der Vergangenheit durchgeführt worden. In einem bayernweit angelegten Ringversuch der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik soll nun die Bandbreite verfahrenstechnischer qualitätsbestimmender Kenngrößen an Praxisanlagen ermittelt und Maßnahmen zur Qualitätssicherung erarbeitet werden. Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziert.

Tab. 1: Vorläufiger Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff

		LTV-Arbeitskreis Dezentrale Pflanzenölgewinnung Weihenstephan			
		<u>Vorläufiger Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard)</u>			
Grundlage: 3. Arbeitskreis „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“ am 29.04.1996, Sitzungen vom 13.06. und 22.08.1996, Weihenstephan; Quellen: Maurer 1995; Bailer et al. 1994; Widmann et al. 1992; DIN EN 590; DIN V 51 606; Bearbeitung: C. Kern, Arbeitsgruppe Pflanzenöle, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan					
Eigenschaften	Einheiten	Grenzwerte min. max.	Prüfverfahren	Bemerkungen	
Dichte (15 °C)	g/ml	0,90 - 0,93	ISO 3675		
Kinematische Viskosität (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	38	ISO 3104	Grenzwert geändert, vorher ≤ 80 bei 20 °C	
Flammpunkt im geschlossenen Tiegel nach Pensky-Martens	°C	300	ISO 2719		
Heizwert	kJ/g	35	DIN 51 900 T3		
Zündwilligkeit (Cetanzahl)	-	38	ISO 5165	vorläufiger Grenzwert, Prüfverfahren ist anzupassen	
Koksrückstand (nach Conradson)	Masse-%	0,03	ISO 10370		
Kälteverhalten	°C	noch festzulegen	DIN V 51 608	Prüfverfahren ist anzupassen	
Gesamtverschmutzung	mg/kg	25	DIN 51 419	Grenzwert geändert, vorher ≤ 1000	
Partikelgröße	mg/kg	noch festzulegen	nach DIN 51 419	Gesamtverschmutzung, mit 5µm-Filter	
Asche	Masse-%	0,02	ISO 6245		
Wassergehalt	mg/kg	1000	ASTM D 1744		
Phosphorgehalt	mg/kg	25	DIN 51 363 T1	Grenzwert geändert, vorher ≤ 30 bzw. ≤ 15	
Schwefelgehalt	Masse-%	0,03	ASTM D 5453	Grenzwert geändert, vorher ≤ 0,02	
Neutralisationszahl	mg KOH/g	1,5	DIN 51 558 T1		
Iodzahl	g/100g	120	DIN 53 241		



- unter den mehrfach gesättigten Fettsäuren Vorkommen von  $\Omega$ -3 Fettsäuren (z.B.  $\alpha$ -Linolensäure)
- ausreichender Gehalt an Tocopherol (Vitamin E) mit hoher Vitamin E-Aktivität.

Nach den modernen Erkenntnissen der Ernährungsphysiologie stellt Rapsöl mit dem geringsten Anteil gesättigter Fettsäuren, einem hohen Gehalt an einfach gesättigten Fettsäuren und mittlerem Gehalt an mehrfach gesättigten Fettsäuren (daran nehmen wiederum den größten Teil die essentielle Linolsäure und die  $\alpha$ -Linolensäure ein) sowie einem mittleren Vitamin E-Gehalt das wertvollste Speiseöl dar. Rapsöl ist somit hervorragend als Speiseöl, zum Beispiel als Salatöl, aber auch zum Kochen und Braten geeignet.

Hinsichtlich der Qualität von **kaltgepressten Speiseölen aus dezentralen Anlagen** im Vergleich zu Ölen aus der Lösungsmittelextraktion und Raffination lassen sich folgende Aussagen machen:

- Für die Qualität kaltgepresster Speiseöle sind die Qualität der Rohware, deren Lagerung, die Verfahrenstechnik und die Öllagerung verantwortlich.
- Vitamine (Vitamin E und Vitamin A) bleiben bei der schonenden Verarbeitung erhalten.
- Der Erhalt der Vitamine (vor allem Vitamin E) im Öl kann durch dessen kühle und dunkle Lagerung erzielt werden.
- Schadstoffe aus der Umwelt, wie Pflanzenschutzmittel, Schwermetalle, polycyclische Aromaten oder Mykotoxine, können bei Vorhandensein im Öl nicht, wie beim Verfahren der zentralen Ölgewinnungsanlagen, durch die Raffination entfernt werden. Deshalb ist besonders auf einwandfreie und unter optimalen Bedingungen gelagerte Rohware zu achten. Genaue Angaben hinsichtlich des Übergangs der genannten Inhaltsstoffe von der Ölsaart in das Öl bei diesem Verfahren sind noch nicht vorhanden. In einem von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik durchgeführten Vorversuch zu dieser Thematik konnten die Wirkstoffe von ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln nicht im Öl nachgewiesen werden.
- Bei sorgfältiger Auswahl der Rohware und Verarbeitung kann durch die Kaltpressung ein besonders hochwertiges Speiseöl erzeugt werden.

### **Verlustschmierstoffe:**

Bei der Verlustschmierung arbeitet das Schmiermittel nicht in einem geschlossenen Kreislauf über bestimmte Betriebszeiten, sondern übt seine Funktion nur sehr kurz, oft nur wenige Sekundenbruchteile lang aus und wird dann bestimmungsgemäß nahezu vollständig an die Umwelt abgegeben. In diesem Bereich ist es besonders wichtig, biologisch schnell abbaubare und ökotoxikologisch wenig bedenkliche Stoffe einzusetzen. Pflanzenöle mit ihrer hohen biologischen Abbaubarkeit und niedrigen Ökotoxizität können dazu einen wichtigen Beitrag leisten.

Ein wichtiger Einsatzbereich für solche Öle ist die Schmierung von Kettensägen. **Sägekettenöle** auf Pflanzenölbasis werden üblicherweise additiviert angeboten; es sind unter anderem Haftverbesserer sowie Stockpunktniedriger zur Verbesserung des Kälteverhaltens enthalten. Es kann jedoch für diesen Zweck auch naturbelassenes kaltgepresstes Rapsöl verwendet werden. Die Verschleißschutzeigenschaften sind mit denen von Produkten auf Mineralölbasis oder von additivierten Pflanzenölprodukten in etwa zu vergleichen. Allerdings ist dabei zu beachten, daß bei niedrigen Temperaturen unter  $-10\text{ °C}$  unadditiviertes Rapsöl nach einer bestimmten Zeit fest wird. Bei  $-10\text{ °C}$  bleibt kaltgepresstes Rapsöl etwa drei Tage lang flüssig.

Generell können bei unadditivierten Ölen an Oberflächen, die Sauerstoff ausgesetzt sind, vor allem bei längeren Stillstandszeiten der betreffenden Maschinenteile Verharzungen auftreten. Entsprechende Untersuchungen dazu und zum Praxiseinsatz im Winter sind noch erforderlich.

### **Betontrennmittel:**

Betontrennmittel erleichtern die Trennung der Schalung von fertigen Betonformteilen oder von Ortbeton. Dabei soll eine möglichst hohe Oberflächenqualität des Betons erreicht werden. Besondere Anforderungen werden an Sichtbeton oder solche Betonflächen gestellt, die beschichtet oder mit Farbe versehen werden sollen. Als Betontrennmittel dienen heute in erster Linie Produkte auf Mineralölbasis, die mittels Streichen, Sprühen oder Spritzen mit je nach Applikationstechnik unterschiedlichen Drücken auf das Schalmaterial gebracht werden. Bestimmungsgemäß gelangen diese Schalöle, wie auch die Verlustschmierstoffe, fast vollständig in die Umwelt. In diesem Zusammenhang sind inzwischen einige Produkte auf Pflanzenölbasis auf dem Markt.

Kaltgepresste Pflanzenöle aus dezentralen Anlagen können hierbei als Grundöl für additivierete Produkte fungieren. Bei wenig anspruchsvollen Anwendungsfällen ist die Verwendung von unadditivierten kaltgepressten Pflanzenölen denkbar. Entsprechende wissenschaftlich fundierte Untersuchungen zu diesem Thema laufen Anfang 1997 an.

Ungeklärt ist auch, inwieweit Gefahr von mikrobiellem Befall im wässrigen Milieu besteht (z.B. Kanalisation, Wasserbehälter etc.). Der Bereich der Betontrennmittel könnte jedoch ein interessanter Absatzmarkt für die Öle aus dezentralen Anlagen sein.

#### **Grundöl für Hydraulikflüssigkeiten:**

An Hydraulikanlagen, vor allem in mobilen Aggregaten, treten immer wieder vermeidbare, aber auch unvermeidbare Leckagen auf. Dazu zählen unkontrollierbare Ölverluste durch Undichtigkeiten im System, betriebsbedingte Leckagen an Schnellkupplungen zwischen Zugmaschinen und Anbaugeräten ebenso wie Schlauchplatzer, bei denen oft mehrere hundert Liter Hydrauliköl austreten. Die biologische Abbaubarkeit und die Ökotoxizität der herkömmlichen Produkte auf Mineralölbasis ist deutlich ungünstiger zu beurteilen als die von biologisch schnell abbaubaren Hydraulikflüssigkeiten, zu denen auch Produkte auf Pflanzenölbasis zählen.

Aufgrund der hohen Anforderungen an thermische Belastbarkeit und Oxidationsstabilität kann beim Einsatz von Pflanzenölen auf eine ausreichende Additivierung nicht verzichtet werden. Die Absatzmöglichkeiten für Öle aus dezentralen Ölsaatenverarbeitungsanlagen beschränken sich daher auf die Lieferung von Grundölen an die weiterverarbeitende Industrie.

#### **Kraftstoffe auf Pflanzenölbasis:**

Die Kraftstoffeigenschaften von Pflanzenölen weichen in einigen Punkten von der gültigen Norm für Dieselmotoren ab. Vor allem die um den Faktor 10 höhere Viskosität ist dafür verantwortlich, daß in herkömmlichen, vor allem direkt einspritzenden Dieselmotoren beim Betrieb mit Pflanzenöl Ablagerungen im Bereich der Zylinderbuchsen, Kolben, Ventile und Einspritzdüsen auftreten. Deshalb ist naturbelassenes Pflanzenöl nicht als Kraftstoff für **konventionelle Dieselmotoren** geeignet. Um trotzdem eine Verwendung als Kraftstoff zu ermöglichen, bieten sich zwei Lösungsansätze an:

- **Anpassung des Kraftstoffs an den Motor**
  - Umesterung zu Rapsölmethylester ("Biodiesel")
  - Veba-Verfahren (Mineralölraffinerie)
  - Beimischung von Benzin und Alkohol (Tessol Nadi)
  
- **Anpassung des Motors an den Kraftstoff (pflanzenöлтаuglicher Motor)**
  - pflanzenöлтаugliche Motoren
  - Umrüst-Systeme für Serienmotoren

Bei der **Umesterung** wird das Pflanzenöl unter Zugabe eines einwertigen Alkohols (in der Regel Methanol) und eines Katalysators zu Pflanzenölmethylester umgewandelt; dieser Treibstoff erfüllt im wesentlichen die Anforderungen an Dieselmotoren und ist daher für herkömmliche Dieselmotoren geeignet. In der DIN Vornorm 51 606 sind die Kriterien für Pflanzenölmethylester festgelegt.

Ein ebenfalls dieselähnlicher Kraftstoff wird durch Beimischung (z.B. 10 %) von Rapsöl zu mineralischem Rohöl und die Prozessschritte *Hydrotreating* und *Hydrocracking* erzielt (**Veba-Verfahren**).

Unter dem Handelsnamen **Tessol-Nadi** wird eine Mischung aus Rapsöl, Spezialbenzin und Alkohol vertrieben, die als geeignet für konventionelle Dieselmotoren gilt. In Praxisversuchen in Baden-Württemberg zeigten sich jedoch zum Teil technische Probleme mit diesem Treibstoff.

Etwa fünf Hersteller bzw. Konstruktionsfirmen bieten **derzeit pflanzenöлтаugliche Motoren** bzw. **Umrüst-Systeme für Serienmotoren** für den Betrieb mit 100 % Pflanzenöl an. Dabei sind Vor- bzw. Wirbelkammermotoren und direkt einspritzende Motoren zu unterscheiden. Auf genauere technische Aspekte soll hier nicht näher eingegangen werden.

Tabelle 2 zeigt einen Überblick über die Vor- und Nachteile der Verfahren.

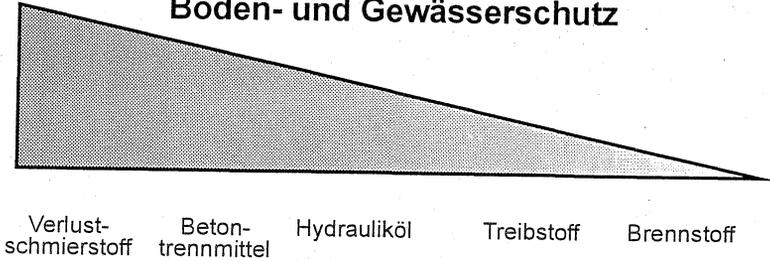
Tab. 2: Vor und Nachteile der Nutzungsmöglichkeiten von Pflanzenölkraftstoffen

	Kraftstoffanpassung	Motoranpassung
Systematik	<p><b>Kraftstoff</b>                      <b>Motor</b></p> <pre> graph LR     subgraph Kraftstoff         A[Umesterung]         B[VEBA-Verfahren]         C[Tessel NADI]     end     subgraph Motor         D[konventioneller Dieselmotor]     end     A --&gt; D     B --&gt; D     C --&gt; D             </pre>	<p><b>Kraftstoff</b>                      <b>Motor</b></p> <pre> graph LR     subgraph Kraftstoff         E[naturbelassenes Pflanzenöl]     end     subgraph Motor         F[Spezialmotor: Vor-/Wirbelkammer]         G[Spezialmotor: Direkteinspritzer]         H[Motorenumrüstung]     end     E --&gt; F     E --&gt; G     E --&gt; H             </pre>
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verwendung in konventionellen Dieselmotoren möglich</li> <li>➤ schnelle Umsetzung in die Praxis</li> <li>➤ CO<sub>2</sub>-Entlastung</li> <li>➤ Kraftstoff nahezu schwefelfrei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ kein zusätzlicher Energieaufwand</li> <li>➤ keine zusätzlichen Konversionskosten</li> <li>➤ volle Ausnutzung der Umweltverträglichkeit bei der Handhabung (Wassergefährdungsklasse 0)</li> <li>➤ CO<sub>2</sub>-Entlastung</li> <li>➤ Kraftstoff nahezu schwefelfrei</li> <li>➤ hoher Flammpunkt</li> </ul>
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ zusätzlicher Energieaufwand daher geringerer Gesamtwirkungsgrad</li> <li>➤ Kosten von 0,10 bis 0,40 DM/l, abhängig vom Verfahren</li> <li>➤ zum Teil auftretende Motorenölverdünnung</li> <li>➤ höhere Wassergefährdungsklasse als naturbelassenes Pflanzenöl (z.B. RME: WGK 1)</li> <li>➤ zum Teil lange Transportwege (RME, VEBA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Motorenentwicklung noch nicht vollständig abgeschlossen</li> <li>➤ wegen geringer Stückzahlen derzeit höherer Preis als konventioneller Dieselmotor</li> <li>➤ zum Teil Startvorgang mit Dieselmotorkraftstoff erforderlich</li> <li>➤ nachträgliche Umrüstung teuer</li> </ul>
Energiebilanz (incl. Stroh- und Preßkuchen)	etwa 1 : 5,0	etwa 1 : 5,7
Zuordnung:	<p>kurzfristige Möglichkeit, Pflanzenöle als Kraftstoffe zu verwenden.</p> <p>Anbau auf stillgelegten Flächen erfordert schnelle Praxisumsetzung</p>	<p>mittel- bis langfristig naturbelassenes Pflanzenöl in Spezialmotoren sinnvoll, v.a. in umweltsensiblen Bereichen (Wasserschutzgebiete, Binnenschifffahrt u.ä.) Bei dezentraler Ölgewinnung und -verwendung höchste Ausnutzung der Umweltvorteile</p>

## 5. Beitrag zu Umweltschutz und Wertschöpfung

Die beiden eigentlichen Ziele der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen sind, wie bereits ausgeführt, *Beitrag zum Umweltschutz* und *Beitrag zur Steigerung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft*. Unter diesem Aspekt ist es notwendig, im Einzelfall die Umweltvorteile und die Wirtschaftlichkeit der möglichen Verwendungsrichtungen zu überprüfen. Abbildung 11 zeigt dazu eine grobe Einteilung.

## Ausschöpfung der Umweltvorteile Boden- und Gewässerschutz



## Wertschöpfung

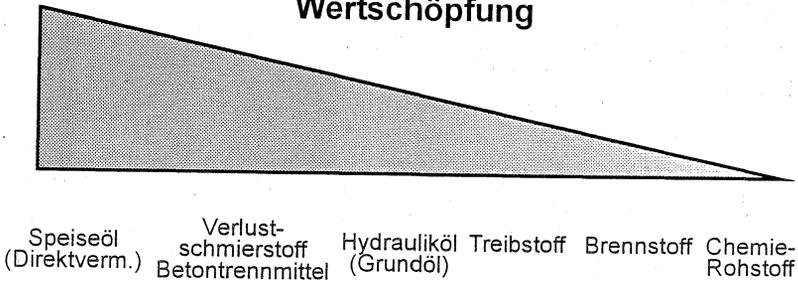


Abb. 11: Beitrag verschiedener Verwendungsrichtungen von Pflanzenöl zum Umweltschutz und zur Wertschöpfung in der Landwirtschaft

Allgemein gilt, daß Schmier- und Verfahrensstoffe auf Pflanzenölbasis, die verfahrensbedingt direkt in die Umwelt gelangen, große Umweltvorteile haben, während die Vorteile des Boden- und Gewässerschutzes bei der Nutzung als Treib- oder Brennstoff nur in begrenztem Umfang zum Tragen kommen, wobei die Senkung der Abgasemissionen im Vergleich zu Dieselkraftstoff unter Einbeziehung aller Schadstoffkomponenten nicht gravierend ist. Da für hochwertige Nischenprodukte, wie zum Beispiel kaltgepresste Speiseöle oder naturbelassene unadditivierte Sägekettenöle, hohe Preise erzielt werden können, ist in diesen Bereichen eine besonders hohe Rentabilität zu erwarten. Dem steht allerdings nur das geringe mögliche Absatzvolumen gegenüber. Das nahezu unerschöpfliche Marktpotential für Energieträger hingegen läßt zwar den Absatz großer Produktmengen, jedoch nur zu niedrigen Preisen zu. Wichtige unternehmerische Aufgabe des Anlagenbetreibers ist es also, mit einem entsprechenden Angebotsmix flexibel auf die Marktgegebenheiten zu reagieren, damit das Gesamtverfahren wirtschaftlich bleibt. Dabei spielt der Erlös bzw. der Substitutionswert für den Preßkuchen eine entscheidende Rolle, da dieser ja einen großen Anteil an der Gesamtproduktmenge hat.

Eine weitere Verbesserung des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit kann durch Stoffkreisläufe erreicht werden (siehe Abbildung 10). Beipielsweise kann durch die Aufbereitung von gebrauchten Speisefetten (z.B. Fritieröle) und deren Verwendung im technischen bzw. energetischen Bereich billiger Rohstoff mit verarbeitet oder sogar im Kreislauf geführt werden (Beispiel: "Verlängerung der Nutzungskaskade" durch Weiterverarbeitung gebrauchter Hydrauliköle auf Pflanzenölbasis). Allerdings ist dazu im Vorfeld die eindeutige Klärung der jeweiligen Rechtslage für die Verarbeitung von Gebrauchtfetten notwendig.

## 7. Wirtschaftliche Aspekte

Die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Ölsaatenverarbeitung wird bestimmt durch die beiden Größen **Kosten** und **Erlös**. Die Kosten auf der einen Seite lassen sich in Gebäude- und Maschinenkosten, Kosten für den entgangenen Nutzen (Verkauf der Ölsaaten an das Lagerhaus), Lohnkosten und Transportkosten untergliedern. Der Erlös steht diesen Kosten gegenüber. In Abbildung 12 sind die möglichen Einzelpositionen bzw. Einflußfaktoren dargestellt.

In einem einfachen Fallbeispiel wird deutlich, welche die eigentlichen Einflußfaktoren auf die Rentabilität der dezentralen Ölsaatenverarbeitung sind (Abbildung 13). Bei einem konventionell erzielbaren Rapspreis von 40 DM/dt muß über die aus der dezentralen Ölgewinnung abgesetzten Produkte bei einer Ölsaatenfläche von 180 ha ein Betrag von mindestens 282.000 DM erwirtschaftet werden, um im Vergleich zum konventionellen Verkauf der Ölsaaten an das Lagerhaus rentabel produzieren zu können. Die Kosten für den entgangenen Nutzen (35 dt/ha \* 40 DM) betragen davon allein 252.000 DM (linke Säule). Rund zwei Drittel der Produktmenge sind Preßkuchen, der im Beispiel für 23 DM/dt abgesetzt werden soll. Werden 2 % der Ölmenge zu 5 DM/kg als Speiseöl, 23 % zu 2 DM/kg als Sägekettenöl und 75 % zu 0,80 DM verkauft (mittlere Säule), so ergibt sich ein Erlös von rund 335.000 DM, also ein Gewinn von 52.500 DM (rechte Säule).

Dabei wird deutlich, daß sogar geringe Mengen an Produkten mit hohem Preisniveau deutliche Verbesserungen im Erlös bewirken (z.B. Speiseöl und Sägekettenöl). Die Rentabilität der dezentralen Ölgewinnungsanlage kann also vorwiegend dadurch verbessert werden, qualitativ möglichst hochwertige Produkte in Bereichen mit hohem Preisniveau abzusetzen. Gleichzeitig ist der Erlös stark abhängig vom Preis der mengenmäßig stärksten Produkte, zum Beispiel dem des Preßkuchens.

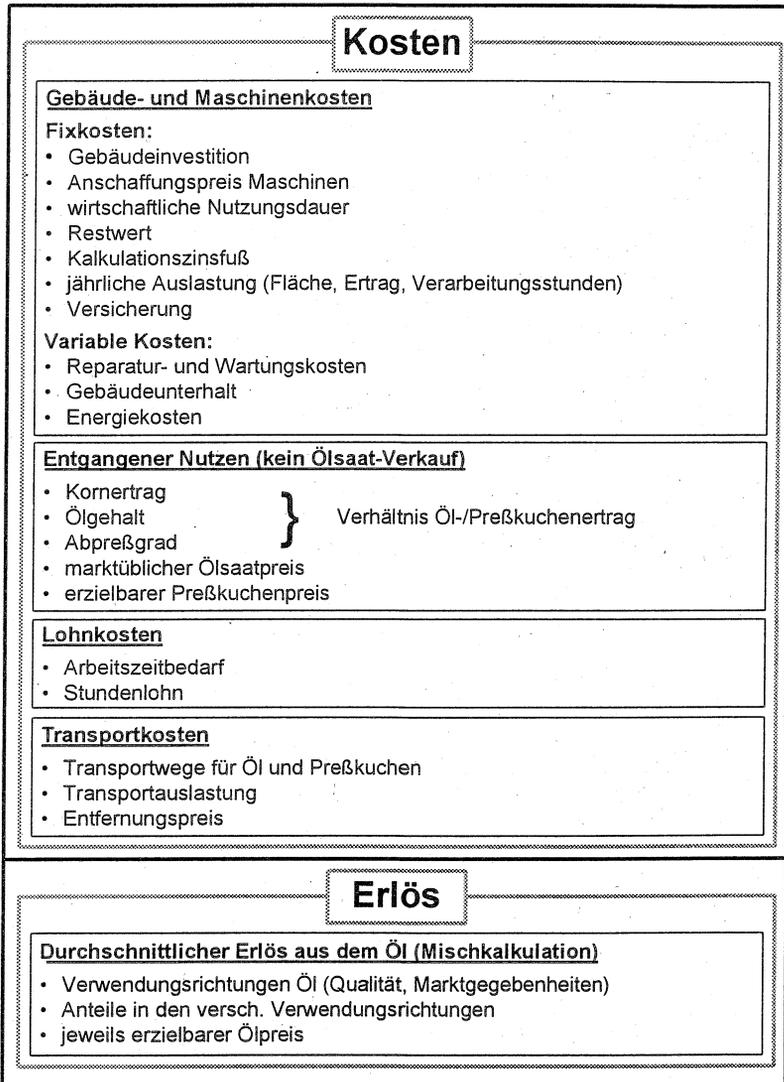


Abb. 12: Kriterien für die Wirtschaftlichkeit dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen

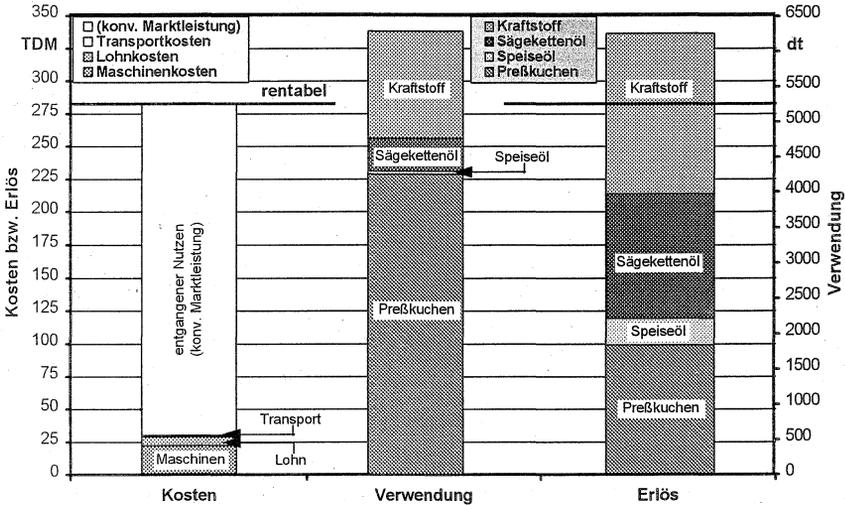


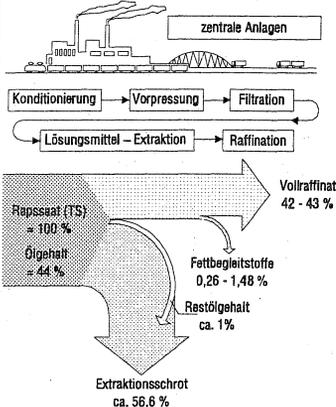
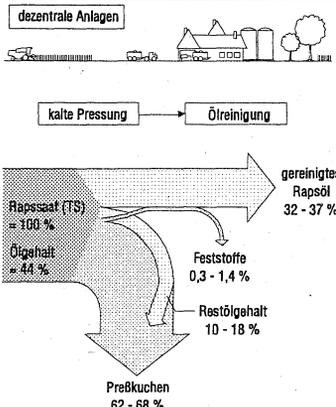
Abb. 13: Rentabilität der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen  
Beispiel für 180 ha Ölsaatenfläche

## 6. Zusammenfassende Gegenüberstellung der Verfahren

Werden die beiden Ölgewinnungsverfahren vergleichend gegenübergestellt, so ergeben sich jeweils spezifische Vor- und Nachteile (siehe Tabelle 3).

Das Verfahren der **zentralen Anlagen** ist ausgereift und etabliert. Bei hoher Verarbeitungskapazität und bis zu 99 %iger Ausbeute können mit Hilfe der Raffination Öle gleichbleibender Qualität erzeugt werden. Dadurch ergeben sich ein geringer spezifischer Aufwand für die Qualitätsüberwachung und eine größere Unabhängigkeit von der Saatqualität. Die hohe Kapazität macht andererseits die Verarbeitung kleinerer Saatenmengen unmöglich; die Umstellung zwischen verschiedenen Ölsaaten ist aufwendig. Zur Erzielung ausreichender Produktqualitäten ist die Raffination notwendig. Das Gesamtverfahren ist mit hohen Investitionskosten und Anforderungen an die Sicherheit verbunden. Der Energieverbrauch beträgt etwa 1,7 GJ/t Saat; bei der Raffination fallen pro Liter Öl etwa 50 l Abwasser an. Durch die zentrale Lage der Ölmühlen und die hohe Verarbeitungskapazität ist der Transport der Ölsaaten und der Produkte mit relativ hohen Kosten belastet.

Tab. 3: Vergleich zwischen den Verfahrenen der Pflanzenölgewinnung

	zentrale Großanlagen	dezentrale Anlagen
<b>Verfahrensschritte und Stofffluß</b>	 <p>zentrale Anlagen</p> <p>Konditionierung → Vorpressung → Filtration</p> <p>Lösungsmittel – Extraktion → Refination</p> <p>Rapsesaat (TS) = 100 % Ölgehalt = 44 %</p> <p>Fettbegleitstoffe 0,26 - 1,48 % Restölgehalt ca. 1 %</p> <p>Extraktionsschrot ca. 56,6 %</p> <p>Vollraffinat 42 - 43 %</p>	 <p>dezentrale Anlagen</p> <p>kalte Pressung → Ölreinigung</p> <p>Rapsesaat (TS) = 100 % Ölgehalt = 44 %</p> <p>Feststoffe 0,3 - 1,4 % Restölgehalt 10 - 18 %</p> <p>Preßkuchen 62 - 68 %</p> <p>gereinigtes Rapsöl 32 - 37 %</p>
<b>Kennwerte</b> Tagesleistung Ölausbeute Energiebedarf	bis 3.000 t Saat bis 99 % ca. 1,7 GJ/t Saat	etwa 0,5 bis 5 t Saat bis 85 % 0,1 bis 0,5 GJ/t Saat
<b>Vorteile</b>	ausgereiftes Gesamtsystem hohe Verarbeitungskapazität hohe Ausbeute hohe und gleichbleibende Qualität geringer spezifischer Aufwand für Qualitätssicherung weitgehend unabhängig von der Saatqualität	technisch einfaches Verfahren auch kleine Saattmengen verarbeitbar (z.B. Sondersaaten) Restölgehalt erhöht den Futterwert des Preßkuchens hohe Qualität möglich keine Refination notwendig niedriger Investitionsbedarf geringere Anforderungen an Sicherheit niedriger Energiebedarf kein Abwasseranfall geringer Personalaufwand geringe Transportwege höhere Wertschöpfung in der Landwirtschaft möglich
<b>Nachteile</b>	ungeeignet für kleine Saattmengen Refination notwendig hoher Investitionsbedarf hohe Anforderungen an Sicherheit hoher Energiebedarf Anfall von Abwasser bei der Refination je nach Entfernung hoher Aufwand für Transport	niedrige Verarbeitungskapazität niedrigere Ausbeute Gefahr von Qualitätsschwankungen hoher spezifischer Aufwand für Qualitätssicherung hohe Ansprüche an die Qualität der Rohware

Dezentrale Anlagen zur Ölgewinnung sind besonders geeignet, auch kleinere Saattmengen und Sondersaaten (z.B. Koriander, Traubenkerne, Johannisbeersamen) zu verarbeiten; die Umstellung auf andere Ölsaaten ist schnell und einfach möglich.

Demgegenüber steht der Nachteil einer geringeren Verarbeitungskapazität. Das technisch einfache Verfahren ermöglicht nur Ölausbeuten von ca. 80 bis 85 %. Der dadurch erhöhte Restölgehalt im Preßkuchen verbessert andererseits dessen Futterwert. Durch die schonende Ölgewinnung ohne Anwendung von Erhitzung und Lösungsmitteln ist die Erzeugung hochwertiger Öle (auch diätetischer Speiseöle) möglich.

Nach dem heutigen Kenntnisstand ist eine Raffination des gewonnenen Öls nicht notwendig. Dadurch ergibt sich jedoch unter Umständen die Gefahr von Qualitätsschwankungen, unter anderem durch die noch nicht ganz ausgereiften Maßnahmen zur Qualitätssicherung, die, bezogen auf die verarbeitete Saatmenge im Vergleich zu Anlagen mit hohen Verarbeitungskapazitäten relativ hohen Aufwand bedeuten. Der Wegfall der Raffination läßt überdies lediglich die Verarbeitung qualitativ einwandfreier Ölsaaten zu. Ein relativ hoher spezifischer Verschleiß bei der ausschließlich mechanischen Ölgewinnung ist nicht auszuschließen; hier fehlen jedoch bislang zuverlässige Daten.

Von Vorteil sind der niedrige Investitionsbedarf bei der Errichtung dezentraler Anlagen, wobei unter Umständen vorhandene Gebäude genutzt werden können, und die geringen Anforderungen an die Sicherheit, da keine Lösungsmittel zum Einsatz kommen. Durch den Wegfall der Konditionierung und der Raffination ergibt sich ein niedriger Energieverbrauch von 0,1 bis 0,5 GJ/t Saat, und es entstehen keine Abwässer. Da dezentrale Anlagen weitgehend automatisierbar sind, kann der Personalaufwand gering gehalten werden.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich aus der Einsparung von Transportkosten, wenn die Ölsaaten in der Region der Verarbeitungsanlage produziert und die Produkte in der Umgebung verwendet werden. Je Dezitonne Raps können somit bis zu DM 4,90 eingespart werden, was die Wertschöpfung der Ölsaatenproduktion für den Betreiber der Anlage erhöht. Außerdem ist die Abstimmung von Produktion und Verbrauch des Haupt- und Koppelproduktes leichter möglich.

In speziellen Anwendungsfällen, wie der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe oder der Produktion hochwertiger Speiseöle, kann also die Ölgewinnung in dezentralen Anlagen sinnvoll sein. Die wichtigsten Voraussetzungen dabei sind jedoch einerseits eine genaue Marktanalyse und Markterschließung vor der Planung einer solchen Anlage und andererseits die Sicherstellung der ausreichenden Ölqualität für die entsprechende Verwendungsrichtung mit geringen Schwankungen der Produktzusammensetzung.

Als verarbeitender Betriebszweig kann die dezentrale Ölsaatenverarbeitung wertvolle **Dienstleistungen in der Landwirtschaft** erbringen. Neben einer genossenschaftlichen Organisationsform ist auch ein reines Dienstleistungsunternehmen denkbar, das für die Region die Ölsaatenverarbeitung, oder aber die zusätzliche Verarbeitung von Gebrauchttölen übernimmt. Es gilt allerdings zu berücksichtigen, daß der Anteil der Landwirtschaft an der zusätzlichen Wertschöpfung jedoch dann geringer sein wird, wenn das Unternehmen nicht in der Hand der Landwirtschaft arbeitet.

## **7. Offene Fragen und Handlungsbedarf**

Die Ausführungen zeigen, daß die Erzielung möglichst hoher und gesicherter Qualität und die Wahl der Verwendungsrichtungen mit dem höchstmöglichen Preisniveau die wichtigsten Faktoren für die Wirtschaftlichkeit dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen sind.

Offene Fragen bestehen vor allem hinsichtlich der notwendigen und möglichen Maßnahmen zur Qualitätssicherung und zur Erschließung hochwertiger Nutzungsrichtungen. Entsprechende Arbeiten zur Qualitätssicherung, der Standardisierung, der Überprüfung der Tauglichkeit pflanzlicher Öle aus dezentralen Anlagen in verschiedenen Verwendungsbereichen sowie die weitere Untersuchung und Bewertung der wirtschaftlichen und logistischen Zusammenhänge dieses Ölgewinnungsverfahrens werden derzeit an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik durchgeführt bzw. sind für die nahe Zukunft geplant.

## 8. Literatur

- ERBERSDOBLER, H.F. und E.A. TRAUTWEIN: Qualität und Einsatzmöglichkeiten von Rapsöl in der Ernährung des Menschen. In: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): 2. Jenaer Rapstag. Tagungsband 23.09.1994. Jena 1994. S. 102-110
- JURISCH C. und R. MEYER-PITTRUFF: Pflanzenölgeeignete Dieselmotoren deutscher Hersteller. In: VDI-Gesellschaft Energietechnik (Hrsg.): Pflanzenöle als Kraftstoffe für Fahrzeugmotoren und Blockheizkraftwerke - Nutzen, Kosten, Perspektiven. Tagungsband VDI (GET)-Tagung, Würzburg 04.-05.07.1994. VDI Verlag Düsseldorf 1994. S. 89-105
- KERN, C. und E. REMMELE: Qualitätsanforderungen an naturbelassene Pflanzenöle für die Verwendung als Kraftstoff. Protokoll zur 2. Nachbesprechung des 3. Arbeitskreises "Dezentrale Pflanzenölgewinnung" zur Verabschiedung eines vorläufigen Qualitätsstandards für Rapsöl als Kraftstoff. Freising-Weihenstephan 1996, 19 Seiten
- REITBERGER, F.: Die Gewinnung von kaltgepressten Speiseölen in dezentralen Anlagen - Qualitätsmerkmale, lebensmittelrechtliche Anforderungen, Marktanalyse sowie alternative Verwendung im Bereich "Nachwachsende Rohstoffe". Diplomarbeit. Institut für Landtechnik. Freising-Weihenstephan 1994. 78 Seiten
- RICHTER, P. und E. REMMELE: Technologie-Übersicht Ölgewinnung, Ölreinigung, Anlagenbau. Protokoll zur 2. Sitzung des LTV-Arbeitskreises "Dezentrale Pflanzenölgewinnung" am 06.03.1996. Freising 1996. 19 Seiten.
- WIDMANN, B.A., R. APFELBECK, B.H. GESSNER, P. PONTIUS: Verwendung von Rapsöl zu Motorentreibstoff und als Heizölersatz in technischer und umweltbezogener Hinsicht. "Gelbes Heft" Nr. 40. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München 1992, 650 Seiten
- WIDMANN, B.A.: Gewinnung und Reinigung von Pflanzenölen in dezentralen Anlagen - Einflußfaktoren auf die Produktqualität und den Produktionsprozeß. Forschungsbericht. "Gelbes Heft" Nr. 51. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1994, 310 Seiten
- WIDMANN, B.A. et al.: Technische Eignung von naturbelassenem, nicht additiviertem Rapsöl für den Einsatz als Sägekettenöl. Abschlußbericht für das gleichnamige Forschungsvorhaben. Förderung: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Freising-Weihenstephan 1994, 61 Seiten
- WIDMANN, B.A.: Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Minderung des Phosphorgehaltes von Rapsöl bei der Gewinnung in dezentralen Anlagen. Dissertation: Institut für Landtechnik Weihenstephan. Forschungsbericht Agrartechnik MEG 262. Freising-Weihenstephan 1994 (157 Seiten)



## **Praktische Erfahrungen bei der Biodieselproduktion und -vermarktung**

Heinrich Siegl

### **1. Entstehung der Erzeugergemeinschaft**

Der VIF Landshut besuchte 1992 die bäuerliche Veresterungsanlage in Mureck in der Südsteiermark. Dieser Besuch und die bevorstehende Stilllegungsverpflichtung im Rahmen der EU-Agrarreform veranlaßte den Maschinenring Landshut zu einer Informationsversammlung einzuladen. Bei dieser Versammlung am 3.09.1992 wurde das "Bäuerliche Rapsprojekt Essenbach-Altheim" gegründet und Herr Hans-Karl Groll aus Essenbach zum Vorsitzenden dieses zunächst losen Zusammenschlusses gewählt.

Nach österreichischem Vorbild wollten wir eine dezentrale Veresterungsanlage errichten. Die Ökodieselanlagen in Mureck unter Obmann Herrn Karl Totter und in Neulengbach unter Dr. Franz Parrer waren unsere Vorbilder. Die beiden Herren standen uns auch stets mit Rat und Tat zur Seite.

Unsere damaligen Bemühungen um eine staatliche Förderung einer dezentralen Umesterungsanlage waren leider oder, im Rückblick gesehen glücklicherweise, nicht von Erfolg gekrönt.

Am 03. Juni 1993 gründeten die sieben Vorstandsmitglieder des Bäuerlichen Rapsprojekts die Erzeugergemeinschaft (EG) für pflanzliche Erzeugnisse zur technischen Verwendung oder Energiegewinnung Landshut und Umgebung w.V.. Die Anerkennung unserer Erzeugergemeinschaft durch das Bayer. Landwirtschaftsministerium brachte unseren Aktivitäten die erforderliche rechtliche Grundlage.

Unsere Erzeugergemeinschaft hat derzeit 296 Mitglieder mit einer gezeichneten Fläche von 1.210 ha. Pro ha Zeichnungsfläche haben die Mitglieder eine zinslose Einlage von 1.000 DM in die EG geleistet. Die Mitglieder kommen aus den Regierungsbezirken Oberpfalz, Niederbayern und Oberbayern. Der Schwerpunkt liegt in den Landkreisen Landshut, Kelheim, Straubing und Cham.

Als Erzeugergemeinschaft schließen wir mit unseren Mitgliedern Anbau- und Abnahmeverträge für Nawaro-Raps und -Sonnenblumen, die auf stillgelegten Flächen angebaut werden. 1994 wurden 364 ha geerntet, 1995 1.222 ha und 1996 787 ha.

Den erzeugten Nawaro-Raps bzw. die Nawaro-Sonnenblumen liefern unsere Mitglieder nach der Ernte an die Lagerhäuser in der Region, die unsere Partner bei der Annahme und Lagerung sind, bzw. seit heuer erstmals auch direkt an das Lagerhaus Postau.

## **2. Errichtung einer Ölpresse**

Eine dezentrale Umesterungsanlage war ohne staatliche Förderung aus eigener Kraft nicht zu finanzieren. Wir wollten aber die Verarbeitung unserer nachwachsenden Rohstoffe in eigener Hand behalten. Deshalb mieteten wir im Herbst 1994 Räume im Raiffeisenlagerhaus in Postau an, um dort eine Ölpresse mit Filtertechnik zu installieren. Dabei handelt es sich um eine Reinartz Schneckenpresse Typ AP 15 mit vorgeschaltetem Walzenstuhl. Die Pressenleistung liegt bei 800 kg pro Stunde. Die anschließende Reinigung des kaltgepressten Öls erfolgt durch einen Cricketfilter der holländischen Firma Ama.

In Postau erfolgt der erste Verarbeitungsschritt, die Gewinnung von Pflanzenöl. Unsere Ölmühle ging im Frühjahr 1995 in Betrieb und wurde aus den Einlagen der Mitglieder selbst finanziert.

## **3. Weiterverarbeitung zu Biodiesel**

Wir haben stets auf die Verarbeitung unserer nachwachsenden Rohstoffe zu Biodiesel gesetzt. Um unser Pflanzenöl zu Biodiesel weiterverarbeiten zu lassen, nahmen wir Kontakte mit Umesterungsanlagen in Österreich auf.

Im Januar 1995 machte uns Herr Landwirtschaftsrat Stefan Auer, Leiter der Landmaschinenschule in Schönbrunn, auf die Firma Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV) in Mainburg aufmerksam. Herr Auer hat uns als technischer Berater von Anfang an mit seinem Fachwissen unterstützt. In den Tiefpunkten, die nicht ausbleiben, wenn man etwas Neues anpackt, gab er uns stets neuen Auftrieb.

Die Verantwortlichen der HHV, Geschäftsführer Simon Ertlmaier, Laborleiter Dr. Martin Biendl und Produktionsleiter Martin Eberle zeigten sich sehr aufgeschlossen. Nachdem auch die Laborversuche und ein Probelauf bewiesen hatten, daß die HHV den

Umesterungsprozeß beherrscht, stand einer Zusammenarbeit nichts mehr im Wege. Bereits wenige Monate nach den ersten Gesprächen begann die HHV im Frühjahr 1995 mit der Lohnveresterung für uns bzw. für unsere Tochterfirma AGRANA GmbH & Co. Pflanzenölhandels KG.

Die HHV kann ihre technischen Anlagen, die sie für ihr eigentliches Geschäftsfeld, die Hopfenextraktion, benötigt, durch die Umesterung von Pflanzenöl zu Biodiesel zusätzlich auslasten. Gemeinsam sind wir, HHV und AGRANA, damit derzeit der einzige bayerische Hersteller von Biodiesel.

Die bereits genannte Tochterfirma der EG, die AGRANA GmbH & Co. Pflanzenölhandels KG, wurde am 10. Mai 1996 in das Handelsregister eingetragen. Die AGRANA betreibt die Ölmühle in Postau und übernimmt die Vermarktung des in Mainburg produzierten Biodiesels.

#### **4. Biodieselabsatz**

Noch ehe wir selber produzierten, haben wir versucht, einen Markt für Rapsmethylester (RME), sprich Biodiesel, aufzubauen. Wir hatten dabei das Glück als Subvertragspartner der Firma Forsthofer KG, Altheim, am Programm EURO-Biodiesel der Europäischen Gemeinschaft teilnehmen zu können. Mit Hilfe dieses EU-Programms und durch die Co-Förderung durch das Bayerische Landwirtschaftsministerium konnten wir 1994 an den Zuckerfabriken in Regensburg und Plattling Biodieseltankstellen errichten.

Hier gilt mein Dank den bäuerlichen Zuckerrübentransportgemeinschaften für die Bereitschaft, Biodiesel in ihren LKW's zu fahren. So konnten wir 1994 und 1995 jeweils rund 800.000 l Biodiesel auf diesem Weg vermarkten. Die Zuckerrübengemeinschaften bilden damit das Rückgrat unseres Biodieselabsatzes. Sie geben somit ein Beispiel der Solidarität innerhalb der Landwirtschaft, das ich sehr hoch bewerte und für das ich mich bei den Verantwortlichen ganz besonders bedanke. Danken möchte ich auch Herrn Dr. Heinrich Hold, Gebietsdirektor der Südzucker AG, der die Aufstellung der Biodieseltankstellen auf Südzuckergelände möglich gemacht hat.

Mittlerweile beziehen auch Kompostierungsanlagen und Kommunen Biodiesel von uns. Ferner haben wir neben unserer Tankstelle in Altheim bei Thomas Bachhuber in Neufahrn und bei der Familie Reitmeier in Axenhofen bei Mainburg Biodieseltankstellen eingerichtet. Beide Landwirte verbinden den Biodieselverkauf mit ihrem Hofladen. Auch die Landhandelsfirma Hohenester verkauft unser "Original Bayerischer Biodiesel".

## 5. Projekt P.O.S.I.T.I.V

Um die Produktionsabläufe im Lagerhaus Postau, das die Erzeugergemeinschaft inzwischen gekauft hat, und bei der HHV in Mainburg zu verbessern, sind weitere Investitionen, vor allem in Lagertanks nötig. Deshalb haben wir im Herbst 1995 wieder einen Vorstoß beim Landwirtschaftsministerium unternommen. Unserem Förderantrag haben wir den Namen P.O.S.I.T.I.V. gegeben, was für „Pflanzliche Öle durch synergetisch integrierte Technologien innovativ veredeln“ steht.

Ende April dieses Jahres erhielten wir den Förderungsbescheid. Das Bayerische Landwirtschaftsministerium fördert unser Projekt mit insgesamt rund 1,14 Mio DM aus dem Innovationsprogramm „Offensive Zukunft Bayern“.

Für die finanzielle und ideelle Unterstützung durch den Freistaat Bayern möchte ich mich bei dieser Gelegenheit auch öffentlich bei Staatsminister Reinhold Bocklet bedanken.

Durch unser Projekt P.O.S.I.T.I.V. werden die Erfahrungen der Industrie und der Landwirtschaft gebündelt und der Einsatz nachwachsender Rohstoffe als biogene Treibstoffe gefördert.

Zum einen sollen die theoretischen Grundlagen sowie die Produktionstechniken und praktischen Verfahren zur Umesterung verschiedener Pflanzenöle aus bayerischen Ölsaaten zu Pflanzenölmethylester (PME) erarbeitet werden. Zum anderen wollen wir die Umwandlung von gebrauchtem Speisefett pflanzlicher Herkunft zu Altspisefettmethylester (AME) untersuchen.

Unser Ziel ist es, von der unsicheren Flächenstilllegung als Rohstoffbasis unabhängiger zu werden. Die Verarbeitung von gebrauchten Pflanzenölen zu Biodiesel bringt den Einstieg in ökonomisch und ökologisch sinnvolle Mehrfachkreisläufe. Hier stehen wir jedoch erst ganz am Anfang.

## **Dienstleistung und Umfeld**

### **- Dienstleistung für den Markt -**

Julius Tischler

Auf der Suche nach Alternativen und Nischen für den Landwirt ist es naheliegend, das Potential an Wissen und Können sowie vorhandene Gebäude und Kapital als Dienstleistung einzusetzen.

#### **Was ist vorhanden, was kann der Landwirt einbringen?**

- Der Landwirt als Unternehmer

Die Alltagsarbeit darf nicht die unternehmerische Arbeit verdrängen.

- Der Landwirt als Fachmann in Sachen Ernährung

Der Landwirt als Erzeuger kann glaubwürdiger über seine Produkte reden als irgendein Händler oder Makler.

- Der hohe und vielseitige Ausbildungsstand

In der Gemeinschaftsarbeit können diese Fähigkeiten, in Nebenerwerb und Teilzeitarbeit, zu einer großen Schlagkraft gebündelt werden.

- Vorhandene Maschinen, Gebäude- und Hofflächen

Auf den viehlosen Ackerbaubetrieben kann, preiswert und in eigener Verantwortung, eingelagert werden.

- Das Kapital der Landwirte

Wenn eigenes Kapital und die "erlebte Mitarbeit" in einer Sache vereint sind, kann am Markt ein besseres Ergebnis erzielt werden. Der Weg von der "Abkippmentalität" hin zum qualitätsorientierten Marktdenken ist gefordert.

### **Welche Dienstleistung fordert der Markt?**

- Die Bereitstellung großer, einheitlicher und vor allem problemloser Partien
- Die Beratung und Werbung vom Fachmann

Der Verbraucher muß von uns so beraten werden, daß er unser Erzeugnis bevorzugt und es im Geschäft verlangt.

- Der Nachweis über die Herkunft und über die kontrollierte Erzeugung der Nahrungsmittel
- Die Logistik

Der Rohstoff für große Verarbeiter, Abpacker und für den Einzelhandel muß vom Dienstleister zu jeder Tages- und Nachtzeit bereitgestellt werden. Die Belieferung der Zuckerfabriken durch die Landwirte ist hier ein vorbildliches Beispiel.

### **Was wurde bei Agro-Dienst schon umgesetzt?**

Von 25 Landwirten wurde eine Gesellschaft (GmbH & Co.KG) gegründet, mit dem Ziel, Zwiebel, Kartoffel und andere Produkte nach gemeinsamen Richtlinien zu produzieren, einzeln zu lagern, gemeinsam aufzubereiten und als Einheit zu vermarkten. Dafür war in einem gemieteten Gebäude eine Investition von ca 850.000,- DM notwendig. Mit der Sortier- und Abpackanlage können 10 - 15.000 Tonnen Zwiebel und Kartoffel umgesetzt werden.

Ein erster Erfolg unserer gemeinsamen Arbeit war, daß wir doch über eine längere Zeit die Anforderungen für eine besondere Qualität erfüllt haben und so einen um 25 % höheren Preis erzielen konnten (z.B. bei Zwiebel).

Brauweizen im "kontrollierten Anbau" wurde ebenfalls mit Erfolg erzeugt.

### **Erfahrungen und Ziele**

Es war sehr schwer, aus verschiedenen Sorten, wechselnden Böden und unterschiedlicher Behandlung der Zwiebel eine über 3 Monate einheitliche Qualität zu liefern.

Für dieses Jahr haben wir zusammen mit der Fachhochschule Weihenstephan im Rahmen einer Diplomarbeit ein Erfassungsprogramm entwickelt. Mit einer Vorerhebung beim Landwirt auf dem Feld und im Lager werden alle Qualitätsmerkmale erfaßt und im Computer bereit gehalten. Partien, die der geforderten Qualität am ähnlichsten sind, können somit leichter zur Bearbeitung abgerufen werden. Dadurch verringert sich die Vorlaufzeit für eine gezielte Auslieferung. Tabelle 1 zeigt am Beispiel der Kartoffel die relevanten Daten, die für die Vermarktung erfaßt werden. Eine möglichst exakte Beschreibung der vorhandenen Erntemengen ist äußerst wichtig, um größere einheitliche Partien zusammenstellen zu können.

Ein weiteres Problem ist die zersplitterte Vermarktung. 1400 ha Zwiebeln in Niederbayern und der Oberpfalz werden durch etwa 15 Vermarkter angeboten.

Die gemeinsame Vermarktung mit einer zentraleren Verkaufsstelle ist ein großes Ziel unserer Dienstleistung für den Markt. Gemeinschaften, wie z. B. "Ziegelunion" oder "Bodenseeobst" haben das schon geschafft.

Ein bedeutender Nebeneffekt bei der ganzen Arbeit ist, daß alle Beteiligten sich mit den Erfordernissen des Marktes auseinandersetzen und durch diese erlebte Mitarbeit ein Gespür für diese Vorgänge erhalten. Diese Erfahrungen sind sicher ein gutes Rüstzeug zur Selbsthilfe für den landwirtschaftlichen Unternehmer.

Tab. 1: Erfaßte Daten für die Kartoffelvermarktung

		Tierische Beschädigungen (kg)	
Sortenzähler		Tierische Beschädigungen (%)	
Tag der Bonitur		Drahtwurm (kg)	
Größe der Partie (dt)		Drahtwurm (%)	
Tatsächliche Erntemenge (dt/ha)		Grüne Knollen (kg)	
Temperatur		Grüne Knollen (%)	
Selbstaufbereiter		Knollenform	
Stärkegehalt (%)		Knollenform (kg)	
Sortierung unter 40 mm (%)		Knollenform (%)	
Sortierung unter 40 mm (kg)		Mißgestaltete Knollen (kg)	
Sortierung 40 - 50 mm (%)		Mißgestaltete Knollen (%)	
Sortierung 40 - 50 mm (kg)		Hohlherzigkeit (kg)	
Sortierung 50 - 70 mm (%)		Hohlherzigkeit (%)	
Sortierung 50 - 70 (kg)		Glasigkeit (kg)	
Sortierung über 70 mm (%)		Glasigkeit (%)	
Sortierung über 70 mm (kg)		Eisenfleckigkeit (kg)	
Naßfäule (kg)		Eisenfleckigkeit (%)	
Naßfäule (%)		Schwarzfleckigkeit (kg)	
Trockenfäule (kg)		Schwarzfleckigkeit (%)	
Trockenfäule (%)		Oberflächenschorf (kg)	
Braunfäule (kg)		Oberflächenschorf (%)	
Braunfäule (%)		Tiefenschorf (kg)	
Frostschäden (kg)		Tiefenschorf (%)	
Frostschäden (%)		Silberschorf (kg)	
Hitzeschäden (kg)		Silberschorf (%)	
Hitzeschäden (%)		Waschbar	
Mechanische Beschädigungen (kg)		Geruch	
Mechanische Beschädigungen (%)		Feuchtigkeit	
Risse (kg)		Schalensfestigkeit	
Risse (%)		Sonstiges	

## **Steuerliche Belange des Dienstleisters**

Josef Denk

### **1. Allgemeine Grundsätze**

Von vielen Seiten wird den Landwirten nahegelegt, neue Einkommensquellen zu suchen. Dabei stellt sich sofort die Frage nach der steuerlichen Beurteilung, insbesondere ob es sich noch um Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft oder um Einkünfte aus einem Gewerbebetrieb handelt. Das Bundesfinanzministerium hat mit den obersten Finanzbehörden der Länder mit einem sehr umfangreichen Schreiben vom 31. Oktober 1995 die Abgrenzung der Land- und Forstwirtschaft vom Gewerbe konkretisiert und neu geregelt.

Die Abgrenzung zwischen Landwirtschaft und Gewerbe spielt im Steuerrecht eine ganz entscheidende Rolle. Eine Reihe von Vergünstigungen und Vereinfachungsregelungen sind mit der Zuordnung der Tätigkeit zu den Einkünften aus Land- und Forstwirtschaft verknüpft. Zu nennen sind hier vor allem die Befreiung von der Gewerbesteuerpflicht, die Möglichkeit der Gewinnermittlung nach Durchschnittssätzen für die Einkommensteuer, die Pauschalierung bei der Umsatzsteuer, die Lohnsteuer-Pauschalierung der Aushilfskräfte und in einigen Fällen auch die KFZ-Steuerbefreiung. Nicht vergessen werden darf die Bewertung für die Grundsteuer und die sonstigen Steuern wie Erbschaft- und Schenkungsteuer sowie Vermögensteuer. Die wichtigsten Regelungen für die Abgrenzung der Land- und Forstwirtschaft zum Gewerbe finden sich im Einkommensteuergesetz.

### **2. Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft**

Land- und Forstwirtschaft ist die planmäßige Nutzung der natürlichen Kräfte des Grund und Bodens zur Erzeugung und Verwertung von Pflanzen und Tieren.

Im einzelnen gehören zur Land- und Forstwirtschaft

- der Ackerbau einschließlich Saatzucht,
- die Tierzucht und Tierhaltung, wenn ein bestimmter Tierbestand (Vieheinheiten) im Verhältnis zur landwirtschaftlichen Nutzfläche nicht überschritten wird,

- die Pensionstierhaltung,
- die Forstwirtschaft und Jagd, wenn sie im Zusammenhang mit einer Land- und Forstwirtschaft steht,
- der Wein-, Garten-, Obst-, Gemüse- und Hopfenbau,
- der Baumschulbetrieb, Heilkräuteranbau und die Pilzzucht,
- die Binnenfischerei und Teichwirtschaft sowie die Fischzucht hierfür,
- die Imkerei und Wanderschäferei,
- die land- und forstwirtschaftlichen Nebenbetriebe (Nebenbetriebe sind Be- und Verarbeitungsbetriebe, die im Hauptbetrieb anfallende Erzeugnisse zu landwirtschaftlichen Produkten verarbeiten oder die von anderen Betrieben übernommene Rohstoffe zur Verwendung im land- und forstwirtschaftlichen Hauptbetrieb bearbeiten. Die Erzeugnisse müssen dabei grundsätzlich im Rahmen einer sogenannten 1. Stufe der Be- oder Verarbeitung hergestellt sein).
- sonstige selbständige Tätigkeiten,  
(Selbständige Tätigkeiten im Bereich der Land- und Forstwirtschaft sind Betätigungen z.B. in berufsständischen Einrichtungen wie Bauernverband, in Aufsichtsorganen von landwirtschaftlichen Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften oder als Hagelschätzer).
- Vermietungen und Verpachtungen,
  - \* Vermietung von Wohn- und Geschäftsgebäuden, die auf ehemals eigenbetrieblich genutzten Grundstücken errichtet und nicht aus dem Betriebsvermögen entnommen wurden,
  - \* Verpachtung einzelner unbebauter oder bebauter Grundstücke des land- und forstwirtschaftlichen Betriebsvermögens,
- Veräußerung oder Entnahmen von Wirtschaftsgütern des landwirtschaftlichen Betriebsvermögens.

### **3. Verwendung von Wirtschaftsgütern außerhalb des Betriebs**

Wenn ein Land- und Forstwirt Wirtschaftsgüter außerbetrieblich verwendet, die er eigens zu diesem Zweck angeschafft hat, liegt ohne weiteres von Anfang an ein Gewerbebetrieb vor. Verwendet ein Land- und Forstwirt Wirtschaftsgüter auch außerhalb seines Betriebes, indem er sie Dritten entgeltlich überläßt oder mit ihnen für Dritte Dienstleistungen verrichtet, so stellt diese Betätigung entweder eine land- und forstwirtschaftliche oder eine gewerbliche Tätigkeit dar. Die Frage, ob eine gewerbliche Tätigkeit vorliegt, ist aus Vereinfachungsgründen nicht zu prüfen, wenn die Wirtschaftsgüter neben der eigenbetrieblichen Nutzung ausschließlich für andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft verwendet werden und die Umsätze daraus nicht mehr als ein Drittel des Gesamtumsatzes und nicht mehr als 100.000,- DM im Wirtschaftsjahr betragen.

Diese Regelung gilt auch bei Nutzungsüberlassungen oder Dienstleistungen, die nicht für andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft erbracht werden, unter der zusätzlichen Voraussetzung, daß die Umsätze daraus insgesamt nicht mehr als 20.000,- DM im Wirtschaftsjahr betragen. Als andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft gelten auch Körperschaften, Vermögensmassen und Personenvereinigungen sowie deren Teilbetriebe, sofern sich deren Betätigung auf die Land- und Forstwirtschaft beschränkt. Die Vereinfachungsregelungen der Sätze 3 bis 5 finden bei Wirtschaftsgütern, die Nebenbetrieben zuzurechnen sind, und bei der Beherbergung von Fremden keine Anwendung.

Bei einem Land- und Forstwirt, der Maschinen und Geräte nur außerhalb seines Land- und Forstwirtschaftsbetriebes verwendet weil er sie eigens für diese außerbetriebliche Tätigkeit angeschafft hat, liegt von Anfang an ein eigener Gewerbebetrieb vor.

Verwendet ein Land- und Forstwirt dagegen Maschinen und Geräte neben der eigenbetrieblichen Nutzung auch außerhalb seines Betriebes, indem er sie z.B. vermietet oder mit ihnen für andere Betriebe Dienstleistungen verrichtet, sind folgende zwei Fallgruppen zu unterscheiden:

- Der Land- und Forstwirt führt Dienstleistungen für ausschließlich andere Land- und Forstwirte durch. In diesem Fall werden diese Leistungen noch seinem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb zugerechnet, wenn die Umsätze (die Einnahmen) hieraus ein Drittel des Gesamtumsatzes des Betriebes nicht übersteigen und (ab dem Wirtschaftsjahr 1996/97) nicht mehr als 100.000,- DM im Wirtschaftsjahr betragen.

Der Land- und Forstwirt führt Leistungen für Nichtlandwirte durch. Hier handelt es sich z.B. um Arbeiten für Kommunen (Schneeräum- und Holzrückearbeiten, Pflege von Biotopen, Landschafts- und Naturschutzgebieten, Böschungen und Feldrainen im ländlichen Bereich). In diesen Fällen liegt zwar grundsätzlich eine gewerbliche Tätigkeit vor. Wegen untergeordneter Bedeutung können sie jedoch der Land- und Forstwirtschaft zugerechnet werden, wenn die Umsätze (die Einnahmen) hieraus 20.000,- DM im Wirtschaftsjahr nicht übersteigen. Außerdem darf insgesamt die Drittelgrenze bzw. die 100.000,- DM-Grenze (d.h. Leistungen für Land- und Forstwirte und Nichtlandwirte zusammen) nicht überschritten werden.

**Beispiel:**

Ein land- und forstwirtschaftlicher Betrieb erzielt im Wirtschaftsjahr 1996/97 folgende Einnahmen:

-	eigene land- und forstwirtschaftliche Umsätze	200.000,- DM
-	Dienstleistungen gegenüber Landwirten	80.000,- DM
-	Dienstleistungen gegenüber Nichtlandwirten	20.000,- DM
<hr/>		
=	Gesamtumsatz	300.000,- DM
	Drittelgrenze: $1/3$ von 300.000,- DM	= 100.000,- DM
	Umsatz aus außerbetrieblicher Verwendung von Maschinen	= 100.000,- DM

Der Gesamtumsatz ist der Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen, da alle Grenzen eingehalten sind. Waren dagegen die Umsätze gegenüber Land- und Forstwirten bei 90.000,- DM, so wäre mit insgesamt 110.000,- DM Umsatz aus außerbetrieblicher Verwendung von Maschinen die 100.000,- DM-Grenze überschritten.

#### **4. Land- und forstwirtschaftliche Dienstleistungen ohne Verwendung von Wirtschaftsgütern**

Sofern ein Land- und Forstwirt Dienstleistungen ohne Verwendung von Wirtschaftsgütern seines Betriebes verrichtet, stellt diese Betätigung entweder eine land- und forstwirtschaftliche oder eine gewerbliche Tätigkeit dar. Die Frage, ob eine gewerbliche Tätigkeit vorliegt, ist aus Vereinfachungsgründen nicht zu prüfen, wenn

1. die Dienstleistungen für andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft erbracht werden und
2. es sich um land- und forstwirtschaftlich spezifische Tätigkeiten handelt, und
3. die Umsätze daraus nicht mehr als ein Drittel des Gesamtumsatzes und nicht mehr als 100.000,- DM im Wirtschaftsjahr betragen.

Diese Regelung gilt auch für land- und forstwirtschaftlich spezifische Tätigkeiten, die nicht für andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft erbracht werden, wenn die Umsätze nach Nummer 3 insgesamt nicht mehr als 20.000,- DM im Wirtschaftsjahr betragen. Als andere Betriebe der Land- und Forstwirtschaft im Sinne des Satzes 3 gelten auch Körperschaften, Vermögensmassen und Personenvereinigungen sowie deren Teilbetriebe, sofern sich deren Betätigung auf die Land- und Forstwirtschaft beschränkt. Die Vereinfachungsregelungen können nicht in Anspruch genommen werden, soweit die Betragsgrenzen 1/3 Umsatz und 100.000,- bzw. 20.000,- DM bereits ausgeschöpft wurden.

#### **5. Absatz eigener Erzeugnisse in Verbindung mit Dienstleistungen**

Bei Dienstleistungen (z.B. Grabpflege, Gartengestaltung) im Zusammenhang mit dem Absatz eigener land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse handelt es sich grundsätzlich um eine gewerbliche Tätigkeit. Soweit im Zusammenhang mit diesen Dienstleistungen überwiegend selbstgewonnene land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse abgesetzt werden und der Umsatz aus diesen Dienstleistungen 50 % des Gesamtumsatzes des Betriebes nicht übersteigt, können diese Dienstleistungen aus Vereinfachungsgründen der Land- und Forstwirtschaft zugerechnet werden. Liegt eine gewerbliche Tätigkeit vor, ist zu prüfen, ob Erzeugerbetrieb und Dienstleistungsbetrieb einen einheitlichen Betrieb oder zwei selbständige Betriebe darstellen. Von einem einheitlichen Gewerbebetrieb ist auszugehen, wenn der Umsatz aus Dienstleistungen mehr als 50 % des Gesamtumsatzes beträgt.

## **6. Verwertung organischer Abfälle**

Das Einsammeln, Abfahren und Sortieren organischer Abfälle - ohne weitere Be- und Verarbeitung - und die Ausbringung auf die Grundstücksflächen oder Verfütterung an Tierbestände des eigenen land- und forstwirtschaftlichen Betriebes zählen noch zur Land- und Forstwirtschaft.

Bei der Kompostierung von entgeltlich übernommenen Abfällen handelt es sich um einen landwirtschaftlichen Nebenbetrieb, wenn der gewonnene Kompost zumindest zu 90 % im eigenen land- und forstwirtschaftlichen Betrieb verwendet wird.

## **7. Energieerzeugung**

Die Erzeugung von Strom mittels Wind-, Solar- oder Wasserkraft ist grundsätzlich gewerblich. Eine Ausnahme besteht dann, wenn die erzeugte Energie überwiegend, d.h. zu mehr als 50 % im eigenen land- und forstwirtschaftlichen Betrieb verbraucht wird. In diesem Fall ist die gesamte Energieerzeugung dem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb zuzurechnen.

## **8. Vorsicht bei Personengesellschaften**

Wird der landwirtschaftliche Betrieb als Personengesellschaft (z.B. Gesellschaft des bürgerlichen Rechts, GbR) geführt, ist der landwirtschaftliche Betrieb gewerblich einzustufen, wenn sich die Personengesellschaft auch gewerblich betätigt, oder an einem Gewerbebetrieb beteiligt ist.

Landwirte, die einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) angehören, haben noch bis zum 30. Juni 1997 Zeit, einer drohenden Steuerfalle zu entgehen. Bis dahin müssen Beteiligungen der landwirtschaftlichen GbR an einer gewerblichen Personengesellschaft (GbR, KG) umgestaltet werden, da sonst auch die Landwirtschaft als gewerblich eingestuft wird.

In den letzten Jahren gründeten viele Landwirte eine Personengesellschaft in der Rechtsform der Gesellschaften des bürgerlichen Rechts (GbR) zur "gleitenden Hofübergabe" an den Sohn oder aus steuerlichen Gründen mit der Ehefrau oder zur Gründung einer Betriebsgemeinschaft mit anderen Landwirten.

Wenn eine solche landwirtschaftliche GbR auch an einer gewerblichen Personengesellschaft (zum Beispiel Maschinen-GbR, Molkerei-KG) beteiligt ist, drohen steuerliche

Gefahren. Bei einer solchen Beteiligung färbt nämlich die Gewerblichkeit auf die Landwirtschafts-GbR ab. Der Bundesfinanzhof hat im Dezember 1994 höchstrichterlich entschieden, daß eine Land- und Forstwirtschaft betreibende oder Vermögen verwaltende Personengesellschaft, die sich an einer gewerblichen Personengesellschaft beteiligt, in vollem Umfang gewerbliche Einkünfte erzielt.

Für betroffene Betriebe besteht jedoch kein Grund zur Panik. Das Bundesfinanzministerium hat erst kürzlich mitgeteilt, daß die neue Rechtslage erst ab Wirtschaftsjahre anzuwenden ist, die nach dem 31.12.1996 beginnen. Normale Landwirte haben also noch bis zum 30. Juni 1997 Zeit zu reagieren, weil erst danach das Wirtschaftsjahr 1997/98 beginnt. Betriebe mit abweichendem Wirtschaftsjahr (reine Futterbaubetriebe, Forstbetriebe etc.) müssen schon früher etwas unternehmen.

Das Bundesfinanzministerium hat dabei auch aufgezeigt, wie man das Problem vermeiden kann. Es gibt zwei Auswege:

1. Die Beteiligung an der gewerblichen Personengesellschaft erfolgt nicht durch die Landwirtschafts-GbR selbst, sondern durch einen, mehrere oder alle Gesellschafter persönlich. Bei der persönlichen Beteiligung einzelner Gesellschafter ist die sogen. Abfärberegelung nicht anzuwenden. Die Erträge aus der Beteiligung sind dann direkt bei der Einkommens- oder Körperschaftsteuer-Veranlagung des einzelnen Gesellschafters zu erfassen.
2. Die Beteiligung an der gewerblichen Personengesellschaft erfolgt durch eine Schwestergesellschaft. Die Beteiligten an der Landwirtschafts-GbR müßten dazu eine zweite GbR gründen, deren einziger Zweck es ist, die Beteiligung an der gewerblichen Personengesellschaft zu halten. Das Bundesfinanzministerium weist ausdrücklich darauf hin, daß bei dieser Konstruktion keine Abfärbung zu befürchten ist.

Die betroffenen Landwirte haben also noch genügend Zeit, ihre Beteiligungsverhältnisse zu überprüfen. Welche der beiden aufgezeigten Umwandlungsmöglichkeiten am besten ist, muß im Einzelfall entschieden werden.

Das Abfärb-Urteil ist kein Grund, bei unternehmerisch sinnvollen Beteiligungen zurückhaltend zu sein. Dieses Instrument sollte man auch künftig unbedingt nutzen. Es kommt nur darauf an, daß die richtige Beteiligungsform gewählt wird. Eine steuerliche Beratung ist deshalb dringend zu empfehlen.



**Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1995/1996  
(01.10.1995 - 30.09.1996)**

*Auernhammer, H.:*

Der Chip schleicht sich ein. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 168 (1996), H. 1, S. 20 - 21.

*Auernhammer, H.:*

Die Rolle von LISL in der Arbeitszeitkalkulation 2000. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 33 - 46.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.; Ostermeier, R.; Weigel, R.:*

Bus Configuration and Bus Load in a Tractor Fertilizer Spreader System (LBS by DIN 9684). AgEng'96 Madrid, 23./26.9.1996, Paper-No. 96A-100.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.; Ostermeier, R.; Weigel, R.:*

Bus Configuration and Bus Load in a Tractor Fertilizer Spreader System (LBS by DIN 9684). Proceedings of International Conference on Agricultural Engineering AgEng'96, Madrid, 23./26.9.1996, Vol. 1, pp 207-208.

*Auernhammer, H.; Wild, K.; Paul, C.:*

GPS als Grundlage zur automatisierten Arbeitszeiterfassung bei Feldarbeiten. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 155 - 165.

*Auernhammer, H.:*

Arbeitszeitbedarfsermittlung im Jahr 2000 - Status und Anforderungen. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 21 - 32.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.:*

Sonderschau LBS und GPS. - In: Fendt und Saaten-Union: Feldtage auf Gut Möschenfeld. Hannover/Marktobendorf 1996, S. 14 - 16.

*Auernhammer, H.:*

Von der Zugmaschine zum Managementcenter. - In: UFA-Revue 1996 Nr. 5, S. 13 - 16.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.; Pirro, P.J.M.:*

Lokale Ertragsermittlung mit dem Feldhäcksler. - In: Landtechnik 51 (1996) H. 3, S. 152 - 153.

*Auernhammer, H.:*

Landwirtschaftliche Betriebsführung mit GPS. DGON-Seminar SATNAV 95, Satellitennavigationssysteme - Grundlagen und Anwendungen. DGON Düsseldorf 1995, S. 91 - 100.

*Auernhammer, H.:*

Wann ist ein Bordcomputer sinnvoll ? - In: traktor aktuell, AGRAR Post Magazin 72 (1996) Nr. 5, S. 11.

*Auernhammer, H.:*

Was bringt GPS für den Lohnunternehmer ? - In: Lohnunternehmer 51 (1996) H. 5, S. 24 - 26.

*Auernhammer, H.:*

BUS-System bald im Linienverkehr. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 168 (1996) H. 10, S. 39 - 41.

*Auernhammer, H.:*

Einsatz und Anwendung der Satellitenortung und Satellitennavigation in der Landwirtschaft. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen BML-Arbeitstagung '96, Hrsg.: KTBL. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 58 - 64. (KTBL-Arbeitspapier 233)

*Auernhammer, H.:*

Integrierte Produktionssteuerung im Pflanzenbau durch Computer und Wetterstation. - In: Agrarimer 1996. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1995, S. 295 - 299. (ISBN 3-7843-2704-4)

*Beck, M.; Klemm, M.:*

Trocknen mit der Kraft der Sonne. - In: bioland, Fachzeitschrift für den ökologischen Landbau 1995 Nr. 5, S. 33 - 35.

*Beck M.:*

Selbstbau von Warmluftkollektoren. - In: Solare Trocknung und Heizung mit Luftkollektoren. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. u.a. München: DGS- Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1995, S. 22 -27. (Landtechnik-Bericht 24)

*Beck, M.; Lakner, K.; Ribouni, K.:*

Solare Trocknung landwirtschaftlicher Produkte. - In: Sonnenenergienutzung in der Hannover Region. Hrsg.: Kommunalverband Großraum Hannover. Hannover: Kommunalverband Großraum Hannover, Juli 1996, S. 89 - 91. (Beiträge zur Regionalen Entwicklung, Heft 52)

*Behninger, S.; Haidn, B.:*

Verfahrensvergleich eingestreuter Mastschweineeställe. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen, BML-Arbeitstagung '96. Hrsg.: KTBL. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 139-148. (KTBL-Arbeitspapier 233)

*Bertram, A.:*

Optimierung von Verfahren der thermischen Unkrautbekämpfung. - In: Gemüse 1996 Nr. 1, S.35-37.

*Bertram, A.; Meyer, J.:*

Verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautregulierung. - In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1996 Sonderheft 15, S. 407-416.

*Bertram, A.:*

Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautbekämpfung. Forschungsbericht Agrartechnik, MEG Schrift Nr. 284, 1996 Weihenstephan.

*Boxberger, J.; Amon, Th.; Pöllinger, A.; Haidn, B.:*

Mechanische Entmistung. KTBL- Arbeitsblatt Nr. 1101, 1995.

*Bundschuh, R.; Roth, K.; Gronauer, A.; Helm, M.:*

Bioabfallkompostierung. - In: Landtechnik 50 (1995), H. 6, S. 362-363.

*Depta, G.; Nesper, S.; Becher, S.; Stanzel, H.; Gronauer, A.:*

Multigasanalyse der Emissionsraten landwirtschaftlicher Quellen, Darstellung der Meßverfahren FTIR und Laser-Anemometrie. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr.4, S. 206-207.

*Englert, G.:* Schutzanstriche und -beschichtungen für Gärfutterbehälter aus zementgebundenen Baustoffen. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 5, S. 271 - 274.

*Estler, M.:*

Abflamngeräte sind praxistauglich. - In: Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 149 (1996) Nr. 17, S. 30-32.

*Estler, M.:*

Direkt, direkter am ... Mähdrescher. - In: Die Grüne (Schweizerische Landwirtschaftliche Zeitschrift) 1996 Nr. 25, S. 20 und 21.

*Estler, M.:*

Auf Samtpfoten in den Acker. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 186 (1996) Nr. 12, S. 30-32.

*Estler, M.:*

Landtechnische Ansätze zur Kostensenkung im Ackerbau. - In: Wandel der Struktur in Wirtschaft und Gesellschaft - Perspektiven für den Standort Bayern. Kurzfassungen der Vorträge zur 33. Hochschultagung, Freising-Weihenstephan, 27. Juni 1996. Hrsg: Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau. Freising-Weihenstephan, 1996, S. 13.

*Estler, M.:*

Unter Zeitdruck säen. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 186 (1996) Nr. 32, S. 28-30.

*Estler, M.:*

Ruhig aus der Reihe tanzen. - In: DLG-Mitteilungen 1996 Nr. 3, S. 82-83.

*Estler, M.; Knittel, H.:*

Praktische Bodenbearbeitung. Frankfurt: Verlagsunion Agrar. Hrsg.: DLG-Verlags GmbH, Frankfurt, ISBN 3-7690-0529-5.

*Estler, M.:*

So sparen Sie Spritzmittel. - In: tractor aktuell, Februar 1996, S. 2-3.

*Estler, M.; Peisl, S.:*

Neue Lösungen für die nährstoffspezifische Mineraldüngerbringung. - In: VDI-Berichte Nr. 1211/1995, S. 125-129.

*Estler, M.:*

Neue Gesamtkonzepte zur mechanischen Unkrautregulierung. - In: Mechanische Unkrautregulierung. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1995, S. 25-30 (KTBL-Arbeitspapier 222).

*Estler, M.:*

Bodenschonung steht an erster Stelle. - In: Schwäbischer Bauer 48 (1996) Nr. 10, S. 18-19.

*Estler, M.; Sommer, C.:*

Bodenbearbeitung und Bestellung auf der Agritechnica 1995. - In: Landtechnik 50 (1995) Nr. 6, S. 318-319.

*Estler, M.:*

Den Boden schonend bearbeiten. - In: Rheinische Monatsschrift 1995 Nr. 9, S. 555-556.

*Gronauer, A.; Helm, M.; Schattner-Schmidt, S.:*

Bioabfallkompostierung in der Landwirtschaft - Ein Vergleich unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 111-120. (KTBL-Arbeitspapier 233)

*Gronauer, A.; Helm, M.; Schattner-Schmidt, S.; Schön, H.:*

Einflußfaktoren auf das Potential und die Stoffströme gasförmiger Emissionen bei der Kompostierung. - In: Agrartechnische Forschung 1996 Heft 1, S. 45-52.

*Gronauer, A.; Depta, G.; Nesper, S.; Schäfer, K.; Haus, R.; Sußmann, R.:*

Application of FTIR for Gas Emission Determination in Agriculture and Organic Waste Management. - In: Proceedings of the 89th annual meeting of the Air & Waste Management Association, Nashville, Tennessee, 23.-28. Juni 1996. Nashville, 1996, Nr. 96-TA26A.01.

*Gronauer, A.; Nesper, S.; Depta, G.:*

Ökosystem- und klimarelevante Gasemissionen aus der Schweinehaltung. - In: Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern, Triesdorf, 7.11.1995. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1995, S. 135-146. (Landtechnik-Schrift 5)

*Gronauer, A.; Helm, M.; Schön, H.:*

Bioabfallkompostierung - Chancen und Anforderungen an die Verfahrenstechnik. - In: Komposte in der Landwirtschaft. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1995, S. 15-22. (KTBL-Arbeitspapier 223)

*Gronauer, A.; Honold, C. U.:*

Umweltverträgliches Flüssigmistmanagement. Kompendium des LTV Arbeitskreises "Flüssigmist". Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan. Freising: Selbstverlag, 1995, 138 S. (Landtechnik Bericht 22)

*Gronauer, A.; Helm, M.:*

Vom Bioabfall zum wertvollen Dünger. - In: Bayer. Landwirtschaftliches Wochenblatt 186 (1996) H. 23, S. 22-24.

*Gronauer, A.; Helm, M.; Feldschmid, G.; Schattner-Schmidt, S.:*

Verfahrenstechnik bei der Vergärung organischer Reststoffe. - In: Bayer. Landwirtschaftl. Wochenblatt 186 (1996) H. 26, S. 37-38.

*Gronauer, A.; Helm, M.; Schattner-Schmidt, S.; Schön, H.:*

Vergleich verschiedener Kompostierungsverfahren unter den Aspekten Stoffstrombilanz, Energiebilanz und Kosten. - In: Tagungsband zum VDI-MEG-Kolloquium "Aufbereitung und Verwertung organischer Reststoffe", 3./4. Juli 1996, Potsdam.

*Gronauer, A.; Depta, G.; Nesper, S.:*

Minderungsmöglichkeiten für Schadgasemissionen, insbesondere Ammoniak aus der Geflügelhaltung - Analyse und Bewertung des Emissionspotentials für Ammoniak, der Maßnahmen zur Emissionsminderung, der Meßtechnik und resultierender Optimierungsansätze. Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München: Selbstverlag, 1996, 112 S. (im Druck).

*Haidn, B.; Rittel, L.:*

Schweinemast in eingestreuten Ställen. - In: Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern, Triesdorf, 7.11.1995. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1995, S. 93-110. (Landtechnik-Schrift 5).

*Haidn, B.:*

Arbeitszeitkalkulation nach der Zeitelementmethode mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel - Möglichkeiten und Grenzen. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 63-71.

*Haidn, B.; Behninger, S.:*

Außenklimaställe: Tiergerechte Mastschweinehaltung auf Stroh. - In: Unser Land 1996 H. 7, S. 20-22.

*Haidn, B.; Seufert, H.:*

Kostenanalyse eingestreuter und strohloser Haltungsverfahren für Milchvieh.  
DLG Arbeitsunterlage 1996.

*Haidn, H.; Schürzinger, H.:*

Schieber statt Spalten. - In: dlz 1996 Sonderheft 8, S. 78 - 82.

*Hartmann, H.:*

Qualitätsmerkmale von biogenen Festbrennstoffen und Möglichkeiten zu ihrer Beeinflussung. - In: Tagungsband Fünftes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik, Regensburg, 18.-19.09.1996. Hrsg.: Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. Regensburg: Eigenverlag, 1996, S. 60-74.

*Hartmann, H.:*

The Self-Propelled Briquetting Machine for Biofuels -Features and Chances of the "Haimer-Biotruck 2000". - In: Proceedings 9th European Conference on Bioenergy in Copenhagen, 24. - 27.June 1996. Oxford: Elsevier Science Ltd., England 1996 (im Druck).

*Hartmann, H.; Launhardt, T.:*

Kleinfeuerungsanlagen für Holz: Marktbedeutung und Schadstoffausstoß. - In: K&L Magazin 10 (1996) Nr. 5, S. 16-20.

*Hartmann, H.:*

Bereitstellung von Biomasse. - In: Tagungsband Energieversorgung und Landwirtschaft - Nutzung erneuerbarer Energien, Würzburg/Veitshöchheim, 24.4.1996. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 43-52. (KLBL-Arbeitspapier 235).

*Hartmann, H.:*

Selbstfahrende Pelletiermaschine - Ein neues Ernteverfahren für Halmgut. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 5., S. 256-257.

*Hartmann, H.; Madeker, U.; Launhardt, T.:*

Untersuchungen zu Struktur und Umfang des Absatzes von Biomassefeuerungsanlagen in Deutschland. Hrsg.: Centrales-Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V., CARMEN. Würzburg: Eigenverlag, 1995, S. 64.

*Hartmann, H.; Thuneke, K.; Mayer, B.:*

Ernteverfahren für Kurzumtriebsplantagen. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 3, S. 154-155.

*Hartmann, H.:*

Feuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe: Bedeutung der Bauarten und ihre Entwicklung im Markt. - In: Wärmetechnik 41 (1996) Nr. 4, S. 209-211.

*Helm, M.; Högl, D.; Gronauer, A.:*

Dynamik des Prozesses bei der Kompostierung von Bioabfällen. - In: Entsorgungspraxis 14 (1996) Nr.5, S. 35-42.

*Helm, M.; Gronauer A.:*

Einflußfaktoren auf den Rotteprozeß und das Potential gasförmiger Emissionen. - In: Komposte in der Landwirtschaft. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1995, S. 23-35. (KTBL-Arbeitspapier 223).

*Helm, M.; Gronauer, A.; Schön, H.:*

Rotteverlauf in Dreiecksmieten. - In: Landtechnik 50 (1995) H. 5, S. 284-285.

*Hondele, A.; Möhr, H.; Nürnberger, W.; Rittel, L.; Pirkelmann, H.:*

Bau und Betrieb von Fahrsiloanlagen. - In: Beratungsbroschüre des BayStMELF 1996, RIB-Nr. 08/96/36, S. 22.

*Honold, C.-U.; Gronauer, A.; Stanzel, H.; Petersen, M.:*

Computergestützte Flüssigmistausbringsysteme. - In: Landtechnik 50 (1995) H. 5, S. 276-283.

*Honold, C. U.; Gronauer, A.:*

Flüssigmistausbringung - Ein Vergleich lohnt sich! - In: Allgäuer Bauernblatt 63 (1995) Nr. 16, S. 1008-1012.

*Kahlstatt, J.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

Abwässer von Flachsiloanlagen - Quantitative und qualitative Erfassung. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 1, S. 26 - 27.

*Kahlstatt, J.; Rahn, S.:*

Abwasser aus dem Flachsilo - Silagereste belasten die Umwelt. - In: Bayer. Landwirtschaftliches Wochenblatt 186 (1996) H. 19, S. 37.

*Launhardt, T.; Strehler, A.; Dumler-Gradi, R.; Thoma, H.; Vierle, O.:*

PCDD/F- and PAH-Emissionen from House Heating Systems. - In: Organohalogen Compounds, Volume 27, Dioxin 96 16th Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Amsterdam, 12.-16. August 1996. Hrsg.: University of Amsterdam. Amsterdam: Eigenverlag, 1996, S. 30-35.

*Launhardt, T.:*

Emissionen von Holzfeuerungsanlagen aus dem häuslichen Bereich. - In: Tagungsband 19. Konferenz CIGR Sektion IV, Stuttgart-Hohenheim, 25. - 28. Sept. 1995. Hrsg.: Universität Hohenheim - Institut für Agrartechnik; Commission du Genie Rural IV (CIGR). Stuttgart-Hohenheim: Selbstverlag, 1995, S. 12.

*Launhardt, T.; Strehler, A.:*

Holzfeuerungen - Emissionsmessungen an Anlagen aus dem häuslichen Bereich.-In: Landtechnik 50 (1995) Nr. 6, S. 366-367.

*Launhardt, T.:*

Emissionen von Holzfeuerungen. -In: Tagungsband 62. Walter-Bucerus -Seminar, Titisee/Neustadt, 22. - 26. Januar 1996. Hrsg.: Fachverband Sanitär-Heizung-Klima Baden-Württemberg. Stuttgart: Eigenverlag, 1996, S. 13.

*Launhardt, T.:*

Ergebnisse von Emissionsmessungen auf einem Feuerungsprüfstand. - In: Emissionen von Dioxinen und Furanen aus Feuerungsanlagen unter 100 KW - Seminar am 7. Mai 1996 in Wackersdorf. Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Umweltschutz. München: Eigenverlag, 1996, S. 79-89.

*Launhardt, T.; Strehler, A.; Thoma, H.; Vierle, O.:*

PCDD/F- und PAH-Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen für den häuslichen Bereich. - In: Tagungsband zum Fachseminar: Vereinfachte Hightech - Verbesserte Additivtech, Dioxin- und Gesamtemissionsminimierungstechniken mit Betriebserfahrung, München, 19. und 20. Sept. 1996. Hrsg.: VDI-Bildungswerk. Düsseldorf: Eigenverlag, 1996.

*Meyer, J.; Weber, H.:*

Automatische Führung von Hackgeräten. - In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1996 Sonderheft 15, S. 417-422.

*Meyer, J.:*

Arbeitskreis "Physikalische Verfahren der Unkrautregulierung" gegründet. - In: Gemüse 1996 Nr. 7, S. 461.

*Meyer, J.:*

Unkrautregulierung ohne Chemie? - In: Gemüse 1996 Nr. 7, S. 435.

*Meyer, J.:*

Mit physikalischen Verfahren Unkraut bekämpfen. - In: Gemüse 1996 Nr. 1, S. 33-34.

*Meyer, J.:*

Physikalische Verfahren der Unkrautregulierung. - In: Deutscher Gartenbau 1996, S. 868-871.

*Meyer, J. Weber, H.:*

Technische Voraussetzungen für die Durchführung einer berührungslosen, automatischen Geräteführung. - In: Innovative Verfahren der Unkrautregulierung. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 71-75. (KTBL-Arbeitspapier 236).

*Nawroth, P.; Estler, M.:*

Mechanische Unkrautregulierung ohne Eingriff in das Bodengefüge - Gerätetechnik, Prüfstandsversuche, Ergebnisse. - In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 1996 Sonderheft 15, S. 423-430.

*Reinmuth, B.; Gartung, J.; Haake, K.-W.; Dröge, G.; Rittel, L.; Herlyn, J. W.; Jocher, T.; Dröge, D.; Dröge, T.:*

Betriebsgebäude in Holz, einfach und eigenleistungsfreundlich. - In: Landwirtschaftliches Bauen mit Holz. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 53-63. (KTBL-Arbeitspapier 229).

*Remmele, E.; Auernhammer, H.; Meyer, M.:*

Arbeitsplatzanalyse an Pflanzmaschinen mit Hilfe von MTM. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 167 - 175.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Hydrauliköle auf Pflanzenölbasis in Landmaschinen. Betriebserfahrungen und Praxishinweise. - In: Landtechnik 1995. Tagung Braunschweig, 12. und 13. Oktober 1995. Hrsg.: Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI. Düsseldorf: VDI-Verlag 1995, S. 251-254.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Ergebnisse der Untersuchung zur Nutzung von Hydraulikölen auf Rapsölbasis. - In: Tagungsband 5. Symposium "Im Kreislauf der Natur - Naturstoffe für die moderne Gesellschaft" (C.A.R.M.E.N.) 08.-09.07.1996 Würzburg. Hrsg.: C.A.R.M.E.N. e.V. Rimplar: C.A.R.M.E.N. e.V., 1996, S. 205-211.

*Reuß, M.:*

Seasonal Thermal Energy Storage in the Ground. - In: Proceedings of the 1st FAO-SREN Sustainable Rural Energy Network Workshop on Decentralized Rural Sources - Solar, Wind, Geothermal Energy in Freising/Weihenstephan, 18. - 21.03.1996 (in Vorbereitung).

*Reuß, M.:*

Fundamentos y Posibilidades de Utilizacion de Energia Solar, Aplicaciones Basicas del Uso de la Energia Solar. - In: Tagungsbericht zu Primeras Jornadas Regionales sobre Secado de la Madera, Resistencia (Argentinien), 6./7.12.1995 (in Vorbereitung).

*Reuß, M.; Cancino B.:*

Photovoltaic Power Supply fo Fishpond Ventilation. - In: Proceedings of the 1st FAO-SREN Sustainable Rural Energy Network Workshop on Decentralized Rural Sources - Solar, Wind, Geothermal Energy 18.03.-21.03.96, Freising/Weihenstephan, 18. - 21.03.1996 (in Vorbereitung).

*Reuß, M.; Müller, J.P.:*

Design of a High Temperature Seasonal Thermal Energy Storage in the Ground. - In: Proceedings of the IEA Annex VIII Workshop, Halifax, (Kanada), 17.06.96, (in Vorbereitung).

*Reuß, M.:*

Seasonal Thermal Energy Storage of Waste Heat in the Ground. - In: Proceedings of the IEA Annex VIII Workshop, Adana (Türkei), 16.11.1995, Adana Februar 1996.

*Rittel, L.:*

Bauen mit Rundholz, eine preiswerte Alternative? - In: Der fortschrittliche Landwirt 1996 Nr. P, S. B 1-5.

- Rittel, L.; Ackermann, G.:*  
Günstige Baupläne auch aus Bayern. - In: Badische Bauernzeitung 48 (1995) Nr. 51, S. 32 - 33.
- Rittel, L.:*  
Neue Gebäudeformen für die Milchviehhaltung. - In: Landtechnik 50 (1995) Nr. 5, S. 292 - 293.
- Rittel, L.:*  
Fahrsiloanlagen richtig bauen. - In: Unser Land 1996 Nr. 5, S. 20 - 23.
- Rittel, L.:*  
Kostengünstige Rinderställe. - In: Veredlungsproduktion 1996 Nr. 1, S. 16 - 17.
- Rittel, L.:*  
Im Preis kaum zu schlagen. - In: Agrarübersicht 47 (1996) Nr. 3, S. 77 - 81.
- Schäfer, K.; Heland, J.; Sußmann, R.; Haus, R.; Mosebach, H.; Eisenmann, T.; Gronauer, A.; Depta, G.; Werner, C.:*  
FTIR-Spektroskopie zur Bestimmung der Emissionsquellen von atmosphärischen Spurengasen: Beispiele von Messungen an Schornsteinen und Flugzeugturbinen, bei der Gülleausbringung, an Ställen und Kompostanlagen. - In: VDI-Berichte 1257, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 257-289.
- Schattner-Schmidt S.; Helm, M.; Gronauer, A.; Hellmann B.:*  
Kompostierung biogener Abfälle. - In: Landtechnik 50 (1995), Nr. 6, S. 364-365.
- Schneider, F.; Auernhammer, H.; Limburg, K.; Schieschke, R.:*  
Anforderungen und Design für ein mobiles Melksystem. - In: VDI-Berichte 1211, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1995, S. 207 - 210.
- Schön, H.:*  
Neue Aufgaben der Forschung in der Landtechnik und im landwirtschaftlichen Bauwesen - Folgerungen für das KTBL. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1995, S. 10-15. (KTBL-Arbeitspapier 233).
- Schön, H.; Rittel, L.; Haidn, B.:*  
New Forms of Keeping Dairy Cattle in Germany. - In: Proceedings V. International Symposium - Modern trends in dairy production, Kopaonik, 3. - 6.4.1996, S. 24-32.
- Schön, H.:*  
Mechanization and Technology in Agriculture of old federal German countries. - In: Proceedings of the international Seminar - Equipment and Technology in the Agriculture of the Central and Eastern Europe, Brno, 1996, S. 96-102.
- Schön, H.:*  
Der Maschinenring von der organisierten Nachbarschaftshilfe zum ländlichen Dienstleistungsunternehmen. - In: Tagungsband zum Tag der Maschinenringe, Coswig, 1996, S. 29-56.

*Schön, H.:*

Wettbewerbsfähige und umweltgerechte Landwirtschaft durch neue Technik. - In: Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Agrar- und Umweltpolitik 1996 Nr. 31, S. 31-54.

*Schön, H.:*

Entwicklungstendenzen in Bau und Technik der Tierhaltung. - In: Festschrift 30 Jahre Baulehrschau Grub. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München, 1996, S. 25-46.

*Schön, H.:*

Agrarforschung im Spannungsfeld von Praxis und Politik. - In: Festschrift zum 30jährigen Bestehen der Bayer. Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, 1995, S. 21-23.

*Schön, H.:*

Schweinezucht und Schweinemast - Anforderungen an neue Verfahren und Stallsysteme. - In: Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihestephan und der ALB Bayern, Triesdorf, 7.11.1995. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1995, S. 9-17. (Landtechnik-Schrift 5)

*Schön, H.:*

Zur Zukunft der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der TU München in Weihestephan. - In: Mitteilungen der Vereinigung der Weihestephaner Universitätsabsolventen 1995 Nr. 79, S. 5-9.

*Schulz, H.; Chwieduk, D.:*

Polen - Zwischen Tradition und Moderne. - In: Agrarübersicht 46 (1995) Nr. 12, S. 67 - 72.

*Schulz, H.:*

Biogas - Praxis. Stufen: Ökobuch, 1. Aufl. 1996, S. 187.

*Schulz, H.:*

New Developments and Application of Wind Turbines in Rural Areas. - In: Abstracts zum 10. Internationalen Sonnenforum EuroSun 96, Freiburg, 16. - 20.09.96.

*Schurig, M.; Rödel, G.; Wild, K.:*

Schnittlängenqualität. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 3, S. 146 - 147.

*Schürzinger, H.; Haidn, B.:*

Stationäre Entmistungsanlagen in Milchviehlaufställen. - In: Allgäuer Bauernblatt 64 (1996) H. 18, S. 1044-1047.

*Seebauer, C.; Auernhammer, H.; Demmel, M.; Muhr, T.; Weigel, R.:*

GPS-gestützte Ortung in der Landtechnik. - In: Kleinheubacher Berichte, Band 39: Vorträge und Berichte der gemeinsamen Tagung des U.R.S.I.-Landesausschusses in der Bundesrepublik Deutschland und der ITG-Fach-ausschüsse, Kleinheubach 1995, S. 763 - 771.

*Spieß, B.; Auernhammer, H.:*

Die Ableitung vereinfachter Arbeitszeitbedarfsfunktionen aus LISL. - In: Agrartechnische Berichte: 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 23. und 24. Oktober 1995, Hohenheim, Nr. 26, S. 47 - 61.

*Strehler, A.:*

Bedeutung der PCDD/F-Emissionen im Hinblick auf die Gesamtemission an kleinen Feuerungsanlagen - In: Emissionen von Dioxinen und Furanen aus Feuerungsanlagen unter 100 kW, Wackersdorf 7.5.96. Hrsg.: Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 1996, S. 17 - 45.

*Strehler, A.:*

Potential und Stand der Anwendung und Technik zur Energiegewinnung aus Biomasse. - In: Umsicht-Tage 96-Kraft-Wärmekopplung und Biomasse, Oberhausen, 28.-29.8.96. Hrsg.: UMSICHT-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik e.V., 1996, S. 93 - 126.

*Strehler, A.:*

Feuerungstechnik und Brennstofftypen. - In: Fünftes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik, Regensburg, 18.-19.9.1996. Hrsg.: Ostbayer. Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI). Regensburg: Selbstverlag, 1996, S. 22 - 40.

*Strehler, A.:*

Alternative Energieversorgung in der Landwirtschaft, Schwerpunkt Klima und Biomasse. - In: Bauen für die Landwirtschaft 33 (1996) Heft 1, S. 3 - 5.

*Strehler, A.:*

Trocknung von Getreide, Körnermais und Raps im landwirtschaftlichen Betrieb. Arbeitsunterlagen DLG Fachbereich Landtechnik, März 1996, 31 S., Frankfurt.

*Strehler, A.:*

Wärme aus Stroh und Holz. Arbeitsunterlagen DLG Fachbereich Landtechnik, März 1996, 89 S., Frankfurt.

*Strehler, A.; Kanak, M.; Meiering, A.:*

Regelung von Feuerungsanlagen. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 2, S. 84 - 85.

*Strehler, A.:*

Holzöfen und Holzheizkessel. - In: Schule und Beratung 1996 H. 3, S. III - 6 bis III - 12.

*Strehler, A.:*

Holzöfen und Holzheizkessel. - In: TOP AGRAR 1996 H. 10 (Verlagsbeilage Forstmagazin), S. 20 - 23.

*Strehler, A.:*

Heizen mit Holz, Stand der Technik und Schadstoffemission. - In: Hessenbauer 1995 Nr. 41, S. 12 - 18.

*Wagner, M.; Rittel, L.; Wendl, G.:*

Offenlaufställe verhindern Standzeiten. - In: Reiter und Pferde in Westfalen 21 (1996) Nr. 2, S. 82 - 84.

*Weber, H.:*

Mechanische Unkrautbekämpfung in Reihenkulturen. - In: Gemüse 1996 Nr. 1, S. 38-40.

*Wendl, G.; Klindtworth, M.:*

Elektronische Tierkennzeichnung - Injektate zur Herkunfts- und Qualitätssicherung von Rindfleisch. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 4, S. 226 - 227.

*Wendl, G.; Wagner, M.:*

Rationell füttern - Technik, Arbeitswirtschaft und Kosten der Silageentnahme und -vorlage. - In: Bayer. Landwirtschaftliches Wochenblatt 186 (1996) H. 36, S. 38 - 42.

*Wendl, G.; Wagner, M.; Rosenberger, G.:*

Die Pferde laufen lassen - Pensionspferdehaltung als lukrative Marktnische. - In: dlz 1996 Sonderheft 9, S. 52 - 57.

*Wendl, G.; Klindtworth, K.:*

Investigations on the efficiency of activity sensors for oestrus detection. - In: Proceedings of International Conference on Agricultural Engineering AgEng'96, Madrid, 23./26.9.1996, Vol. 1, pp 219-220.

*Wendl, G.; Klindtworth, K.; Wagner, M.:*

Gläserne Kuh - Elektronische Hilfsmittel erleichtern die Tierbeobachtung. - In: Der Tierzüchter 1995 Nr. 12, S. 32 - 35.

*Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:*

Ausweis unter der Haut. - In: TUM-Mitteilungen der Technischen Universität München für Studierende, Mitarbeiter und Freunde 95/96 Nr. 5, S. 36 - 37.

*Wendl, G.; Klindtworth, M.:*

Elektronische Tierkennzeichnung zur Herkunfts- und Qualitätssicherung von Rindfleisch. - In: Wandel der Struktur in Wirtschaft und Gesellschaft - Perspektiven für den Standort Bayern. Kurzfassungen der Vorträge zur 33. Hochschultagung, Freising-Weihenstephan, 27. Juni 1996. Hrsg: Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau. Freising-Weihenstephan, 1996, S. 23.

*Wendl, G.; Klindtworth, K.; Wagner, M.:*

So optimieren Sie die Trefferquote. - In: top agrar 25 (1996) Nr. 3, S. R22 - R23.

*Wendl, G. (Hrsg.):*

Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern, Triesdorf, 7.11.1995. Freising: Selbstverlag, 191 S. (Landtechnik-Schrift 5)

*Wendl, G.; Schön, H.; Pirkelmann, H.:*

Technik in der Rinderhaltung. - In: Jahrbuch Agrartechnik. Hrsg: J. Matthies u.a. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1996, S. 183 - 192. (Band 8).

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Ansätze zur automatisierten Arbeitszeitermittlung bei Feldarbeiten. - In: Landtechnik 51 (1996) Nr. 4, S. 198 - 199.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Automatisierte Prozeßdatenerfassung in Erntemaschinen. - In: VDI-Berichte 1211: Landtechnik 1995. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1995, S. 233 - 236.

*Zeisig, H.D.:*

Handlungsspielräume im Rahmen des Immissionsschutzgesetzes. - In: Schweinehaltung - neue Techniken und Stallsysteme für Zucht und Mast. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern, Triesdorf, 7.11.1995. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1995, S. 111 - 133. (Landtechnik-Schrift 5).

*Zeisig, H.D.:*

Handlungsspielräume im Rahmen des Immissionsschutzgesetzes. - In: aid, Informationen für die Agrarberatung, Quellen - Daten - Kommentare 1996 Heft 6, S. VIII - XII.

**Anzahl der gehaltenen Vorträge 1995/96 (1.10.1995 - 30.09.1996)**

Autor	Inland	Coautor Inland	Ausland	Coautor Ausland
Auernhammer	23	5	1	
Beck	5			
Bertram	2		1	
Demmel	3	1		1
Depta	2	2		1
Estler	5		1	
Gronauer	10		3	
Haidn	5	2	1	
Hartmann, H.	5		3	
Kern	1		4	
Klindtworth, M.		1		
Langenegger	1			
Launhardt	7	1	1	
Meyer	2	3	2	
Muhr		1		
Nawroth	1			
Neser	2	2		1
Ostermeier				1
Remmele	2	1		
Reuß	6		5	
Rittel	7	4	3	1
Schattner	1	3		
Schön	19		4	
Schulz	24		2	
Spieß	1			
Strehler	20			
Weber	1	2	1	
Wendl	3			
Widmann	6	1		
Wild	2	1	3	
Zeisig	2			
<b>Vorträge gesamt</b>	<b>168</b>		<b>35</b>	

## **Auszeichnungen, Ehrungen, Ernennungen 1995/96**

- Dr. B. Haidn** Verleihung des Ludwig-Wilhelm-Ries-Preises durch VDI/-MEG-Arbeitskreis "Arbeitswissenschaft im Landbau (AKAL)", 23.10.1995
- J. Flammann** Preis für hervorragende Diplomarbeiten des VDI Bezirksvereins München, Ober-/Niederbayern e.V. und des VDE Bezirksvereins Südbayern e.V., 30.11.1995
- Prof. Dr. Auernhammer** Verleihung des Bundesverdienstkreuzes am Band für Arbeiten auf dem Gebiet des Agrarelektronikeinsatzes, 12.02.1996
- Ch. Knorr** Meisterpreis der Bayerischen Staatsregierung, 12.09.1996
- Prof. Dr. Estler** Versetzung in den Ruhestand, 30.09.1996
- Prof. Dr. Auernhammer** Ernennung zum Universitätsprofessor (Extraordinarius) für Technik im Pflanzenbau und Landschaftspflege, 01.10.1996

## **Dissertationen 1995/96**

*Bertram, A.:*

Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautbekämpfung.

*Ringleb, A.:*

Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen aus Lein und deren ökonomische und energetische Bewertung.

*Rottmeier, J.:*

Statische und dynamische Gewichtsermittlung in Fahrzeugen und Maschinen zur Futterernte.

## **Diplomarbeiten 1995/96**

*Brack, J.:*

Beschreibung, Energiebilanzierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer landwirtschaftlichen Biogasanlage mit Cofermentation.

*Fischer, Th.:*

Untersuchungen und Messung zur Leistung, Betriebsverhalten und Wirtschaftlichkeit von kleinen Windkraftanlagen zum Batterieladen.

*Heinrich, V.:*

Entwicklung eines datengestützten Managementsystems für die Verwaltung der Pflanzensammlung eines botanischen Gartens am Beispiel Rhododendronpark Bremen.

*Körner, Th.:*

Anbau und Verwertung der Faserpflanze Hanf am Beispiel der Herstellung von Wärmedämmvliesen auf der Basis von Hanfpflanzen.

*Mayer, W.:*

Thermische Unkrautbekämpfung mit Wasserdampf/Luftgemischen.

*Ostermeier, R.:*

Integration von GPS in LBS.

*Saake, J.:*

Untersuchungen zur mechanischen Unkrautregulierung in Körner-Amarant und Entwicklung eines Konzeptes für ein unkrautkontrolliertes Kulturmanagement ohne Chemie.

*Schuch, S.:*

Das Verhalten von Mastschweinen in einem Tieflaufstall unter besonderer Berücksichtigung von Stallklimakennwerten und Stallarbeiten.

*Sponbrucker, M.:*

Untersuchungen an einer Speicherbiogasanlage mit Cofermentation und Doppelfoliendach anhand der Stoff- und Energieströme und einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

*Thunke, K.:*

Ernteverfahren für Kurzumtriebsplantagen zur Energieholzgewinnung - Felderprobung und Modellbetrachtung.

*Tschernek, J.:*

Energetische und wirtschaftliche Analyse einer Blockheizkraftwerk Anlage in einer Molkerei.

*Wolf, H.:*

Entwicklung der Bestandeszahlen und der mittleren Motorleistung bei Ackerschleppern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen in Deutschland (alte Bundesländer).

*Zacherl-König, J.:*

Auswirkungen von Zuschlagstoffen auf die Geruchsentwicklung, Keimflora und Madenentwicklung in der Biotonne.

## **In Zusammenarbeit mit anderen Instituten von der Landtechnik betreute Diplomarbeiten 1995/96**

*Klemm, M.:*

Planungsgrundlagen für solare Trocknung landwirtschaftlicher Produkte.  
FH-Weihenstephan

*Krausenboeck, B.:*

Erfassung der Zusammenhänge von Lagerungs- und Trocknungstechniken von Holzhackgut als Brennstoff. Institut für Holzforschung, Forstwirtschaftliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität

*Kuttler, A.:*

Instationäres Verfahren zur in situ Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität von Gestein. FH- München

*Lamparter, H.:*

Energiekonzept für einen landwirtschaftlichen Betrieb ohne Netzanschluß. FH-Aachen-Jülich

*Matern, A.:*

Einflüsse auf qualitätsbestimmende Eigenschaften von Holzbrennstoffen. Institut für Holzforschung, Forstwirtschaftliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität

*Regler, A.:*

Textile Flächengebilde als Absorber für Luftkollektoren. FH-München

*Schmid, V.:*

Untersuchungen zur Emissionsentwicklung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen bei Kleinf Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe. FH-Heilbronn, Fachbereich Physikalische Technik

## **Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien 1995/96**

Jahrestagung der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL), Bad Kreuznach, 09./10.10.95

*Veranstalter: GKL*

Energieversorgung in der Gemeinde Berg (Podiumsdiskussion), Berg/Aufhausen, 17.10.95

*Veranstalter: Bürgergemeinschaft Berg*

Solare Trocknung und Heizung mit Luftkollektoren, Freising/Weihenstephan, 27.10.95

*Veranstalter: LTW/DGS*

Landtechnische Jahrestagung, Triesdorf, 07.11.95

*Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan*

Abfallverwertung durch Kompostierung, Abidjan, Cote d' Ivoire, 04.12. - 08.12.95

*Veranstalter: Goethe-Institut*

Convenio Argentino-Aleman de Cooperation Cientifica y Technologica Primeras Jornadas Regionales sobre Secado de la Madera, Resistencia, Argentinien, 06./07.12.95

*Veranstalter: Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingenieria und Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München*

Konferenz "Alternative Energiekonzepte für den Bauernhof", Witzgenhausen, 11. - 16.12.95

*Veranstalter: Verein zur Förderung der Lehre im ökologischen Landbau*

Biogastagung, Kirchberg-Weckelweiher, 02. - 05.01.96

*Veranstalter: Fachverband Biogas*

Biogas in Luxemburg, Larochette, 15.02.96

*Veranstalter: Ökologische Landwirtschaftsberatung der Stiftung Oeko-Fonds, Luxemburg*

Stallbau aktuell, Freising/Weihenstephan, 06.03.96

*Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan*

1st FAO - SREN Sustainable Rural Energy Network Workshop on Decentralized Rural Sources - Solar, Wind, Geothermal Energy, Freising/Weihenstephan, 18. - 21.03.96

*Veranstalter: FAO und Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München*

Seminar "Landwirte als Energieerzeuger und -verbraucher", Triesdorf, 09.05.96

*Veranstalter: Fränkisches Überlandwerk*

VEBW-Seminar "Grundlagen der Biomassenutzung für EVU-Beratungskräfte",  
Ansbach, 14.05.96

*Veranstalter: Verband Bayer. Elektrizitätswerke*

Verwertung organischer Abfälle - eine Herausforderung für den ländlichen Raum,  
18.07.96

*Veranstalter: Sommerkolloquium der Bayer. Akademie Ländlicher Raum e. V.*

BML-Werkstatt-Gespräch zur Evaluierung des weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarfs im Bereich Schmier- und Verfahrensstoffe der Produktlinie Öle und Fette,  
Bonn, 24.07.96

*Veranstalter: BML/FNR*

BML-Werkstatt-Gespräch zur Evaluierung des weiteren Forschungsbedarfs Bereich Wärme- und Stromgewinnung aus fester Biomasse, Bonn, 22.08.96

*Veranstalter: BML/FNR*

LBS und GPS in der Landwirtschaft, Feldtage Möschenfeld, 03./04.09.96

*Veranstalter: FENDT, Saaten Union*

EuroSun '96, Freiburg, 16. - 19.09.96

*Veranstalter: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, International Solar Energy Society*

Elektronik in der Landwirtschaft, 25.09.96, Köln-Langel

*Veranstalter: KTBL, LAV, BML*

## **LTV-Arbeitskreise an der Landtechnik Weihenstephan 1995/96**

### **Arbeitskreis "Dezentrale Pflanzenölgewinnung"**

*Veranstalter: Landtechnischer Verein, Landtechnik Weihenstephan  
Dr. B. Widmann, Dipl.-Ing.agr. Ch. Kern, Dipl.-Ing.agr. E. Remmele*

Ort: Freising-Weihenstephan

Arbeitskreissitzungen: 06.03.1996, 29.04.1996

Gruppentreffen: 13.06.1996, 22.08.1996

### **Arbeitskreis "Physikalische Verfahren der Unkrautregulierung"**

*Veranstalter: Landtechnischer Verein, Landtechnik Weihenstephan  
Prof. Meyer, Dipl.-Ing.agr. P. Hartmann*

Ort: Freising-Weihenstephan

Arbeitskreissitzungen: 26./27. 03.1996

Gruppentreffen: 13.03.1996, 17.07.1996

## Mitarbeit von Mitarbeitern der Landtechnik Weihenstephan in nationalen und internationalen Gremien 1995/96

Name	Organisation bzw. Arbeitsgruppe
Auernhammer, H.	<p>Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis "Arbeitswissenschaft im Landbau (AKAL)"</p> <p>Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis "Forschung und Lehre"</p> <p>Mitglied im MEG-Arbeitskreis "Nachwuchsförderung"</p> <p>Vorsitzender des DLG-Ausschusses "Arbeitswirtschaft und Prozeßtechnik"</p> <p>Mitglied in der KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Elektronik in der Landwirtschaft"</p> <p>Vorsitzender in der LAV-Normengruppe "Elektronische Schnittstelle"</p> <p>Vertreter der Bundesrepublik Deutschland im ISO-TC23/SC19 "Agricultural Electronics"</p> <p>Beauftragter des BML-Bonn in der Arbeitsgruppe "Deutscher Satelliten Navigationsplan (DSNP)"; zuständig für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Bauwirtschaft und Bergbau</p> <p>Member of the Editorial Advisory Board "Computers and Electronics in Agriculture", Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam</p> <p>Guest Editor in "Computers and Electronics in Agriculture" für das Sonderheft: "GPS in Agriculture"</p> <p>Chairman der EurAgEng SIG 16: Electronical Farm Communication</p> <p>Member of the Program Committee of the "International Conference on Agricultural Engineering", Madrid 1996</p> <p>Programmausschuß VDI/MEG</p> <p>Studienkommission der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau</p>
Beck, M.	DGS-Fachausschuß Thermie, AG 4 - Luftkollektoren

Thermie Programme Action N° SE22, Solar drying of agricultural products in Europe

Depta, G.

KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniakmeßtechnik"

Estler, M.

Vorstandsvorsitzender und Präsident des Deutschen Maiskomitees

Leiter der Arbeitsgruppe "Technik" des Deutschen Maiskomitees

Vorsitzender des DLG-Prüfungsausschusses "Einzelkornsämaschinen"

Mitglied des DLG-Ausschusses "Technik in der pflanzlichen Produktion"

Vorsitzender des KTBL-Hauptausschusses

Mitglied des MEG-Arbeitskreises "Forschung und Lehre"

Gronauer, A.

VDI-MEG-AK: Umwelt und Energie

KTBL-Arbeitsgruppe "Behandlung und Verwertung von Fest- und Flüssigmist"

KTBL-Arbeitsgruppe "Kompostierungstechnik"

AK der UA Luft/Technik des Länderausschusses für Immissionsschutz "Abstandsregelung gegenüber Wald bei Geflügelanlagen"

VDI-Richtlinie 3475: Biologische Abfallbehandlungsanlagen

KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Umweltverträgliche Reststoffverwertung"

KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniakmeßtechnik"

Haidn, B.

KTBL-Arbeitsgruppe: Zuchtsauenhaltung

ALB-Arbeitsausschuß

KTBL-Arbeitsgruppe: Mastschweinehaltung

DLG-Ausschuß: Arbeitswirtschaft und Prozeßtechnik

DLG-Ausschuß: Technik in der tierischen Produktion

- Hartmann, H. VDI Fachausschuß: Regenerative Energien (FaRe), Gesellschaft für Energietechnik (GET) im Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- KTBL-Arbeitsgemeinschaft: Energetische Nutzung von Biomasse
- Arbeitsgemeinschaft Solar - Technische Universität München-Weihenstephan (Arge-Solar)
- Begleitender Fachausschuß zum Projekt: "Ganzheitliche Bilanzierung nachwachsender Energieträger" des IER, KTBL, IFEU und IUS (Projekträger: Bundesstiftung Umwelt)
- Launhardt, T. Gutachter bei Produktzertifizierungen durch die Zertifizierungsstelle des Zentralverbandes Sanitär - Heizung - Klima (SHK-Zert)
- Mitglied in der Arbeitsgruppe "Prüfverfahren Holzkessel" im Rahmen der CEN-Norm "Heizkessel für feste Brennstoffe"
- Mitglied im DIN-Arbeitsausschuß NMP 691/ AK2 "Briketts aus biogenem Material"
- Meyer, J. Präsident der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft bis März 1996
- Vice Chairman der Commission Horticultural Engineering der International Society of Horticultural Science
- Chairman der working group "Mechanisation in Horticulture" der International Society of Horticultural Science
- Beirat der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG)
- Neser, S. KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniakmeßtechnik"
- Remmele, E. Arbeitskreis Energie im BTQ
- Arbeitsgruppe "Umweltverträgliche Schmier- und Verfahrensstoffe" im TAT-Transferzentrum für angepaßte Technologien
- Reuß, M. VDI-Richtlinienausschuß der VDI 4060 "Thermische Nutzung des Untergrundes"

Internationale Energie Agentur- IEA Annex VIII "Implementing of Underground Thermal Energy Storage"

Initiativkreis Wärmepumpe - IWP

Geothermal Heat Pump Consortium - GHPC

Rittel, L.

Arbeitsausschuß "Arbeitsblätter" ALB Bayern

KTBL-Arbeitsgemeinschaft Bauwesen

KTBL-Arbeitsgruppe "EDV-Anwendungen im landw. Bauwesen"

Chambre d' Agriculture (commission), Strasbourg

Rödel, G.

DLG-Ausschuß für Feldversuchswesen

Schön, H.

Stellv. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates des Instituts für Agrartechnik in Bornim

Vorsitzender des Beirates der DEULA - Freising

Präsident des KTBL

KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik u. Bauwesen"

Mitglied des MEG-Arbeitskreises "Forschung und Lehre"

Vorsitzender des Verbandes Ehemaliger Weihenstephaner

Mitglied der Bayer. Akademie ländlicher Raum e.V. München

Dekan der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau TUM-Weihenstephan

Mitglied des Fachbereichsrates für Landwirtschaft und Gartenbau Weihenstephan

Mitglied des Senates der TU München

Vorsitzender der Strukturkommission der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau

Schulz, H.

Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins in Bayern e. V.

Vizepräsident der Gesellschaft für Kunststoffe in der Landwirtschaft (GKL)

- Vorsitzender der GKL-Sektion Bau und Technik
- Vorsitzender des GKL-Arbeitskreises "Entsorgung und Recycling von Kunststoffen in der Landwirtschaft"
- Vorsitzender des DLG-Prüfungsausschusses für Siloabdeckfolien
- Mitarbeit im DLG-Prüfungsausschuß für Stallluft-Wärmetauscher
- Vorsitzender des Regionalverbandes Bayern der Deutschen Gesellschaft für Windenergie (DGW)
- Mitglied der KTBL-Arbeitsgruppe "Cofermentation"
1. Vorsitzender des Fachverbandes Biogas
- Fachverband Biogas: Mitarbeit im Ausschuß "Graskraft"
- Schurig, M. DLG-Ausschuß "Technik in der pflanzlichen Produktion"
- DLG-Ausschuß "Futterkonservierung"
- Strehler, A. Forum für Zukunftsenergien
- Leitung Arbeitsgruppe "Energie aus Biomasse"
- FAO-SREN Sustainable Rural Environment and Energy Network
- Leitung Arbeitsgruppe "Wärmegewinnung aus Biomasse"
- Mitarbeit im Förderverein zur Nutzung regenerativer Energie
- KTBL Arbeitskreis "Energie aus Biomasse"
- Wendl, G. Mitglied in der KTBL-Arbeitsgruppe "Logistik der Tieridentifikation"
- Mitglied in der ISO/TC23/SC19/WG23 Technical Working Group "Electronic Animal Identification"
- Task coordinator of EU-projekt "Coupling active and passive telemetric data collection..."
- Mitglied der EDV-Kommission und der Kommission zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau Weihenstephan

Widmann, B.

Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe "Dezentrale Ölsaatenverarbeitung"

LTV-Arbeitskreis "Dezentrale Pflanzenölgewinnung"

Arbeitskreis Energie im BTQ

Arbeitsgruppe "Umweltverträgliche Schmier- und Verfahrensstoffe" im TAT-Transferzentrum für angepaßte Technologien

## Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen 1995/96

- Schön, H.: Bayer. Rundfunk, 18.01.96, Landfunk, "Tiergerechte Stallformen".
- Wendl, G.: Bayer. Fernsehen, 09.03.96, Unser Land, "Elektronische Tieridentifikation"
- Schulz, H.: Bayer. Rundfunk, 14.03.96, Landfunk, "Biogas".
- Schön, H.: Yug. Fernsehen, Kanal II, 03.04.96, "Moderne Milchviehställe".
- Schulz, H.: Bayer. Fernsehen, 12.04.96, Unser Land, "Biogas".
- Haidn, B.: Bayer. Fernsehen, 19.04.96, Unser Land, "Stellungnahme zum Kuhtrainer".
- Wendl, G.: Südwestfunk, 25.07.96, XLarge, "Pedometer Einsatz in der Milchviehhaltung"
- Schön, H.: Bayer. Fernsehen, 06.09.96, "Tiergerechte Ställe".

bode



