



Das Lebensmittelministerium



Biogas, Stroh, Pflanzenöl, Kamille

Anbau und Verwendung
nachwachsender Rohstoffe in Sachsen

Freistaat  Sachsen

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Gliederung

1	Nachwachsende Rohstoffe und deren Verwendung	5
2	Rohstoffpotenziale und derzeitiger Anbau in Sachsen	7
3	Nachhaltigkeit der Verfahrenslinien	10
4	Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe	11
4.1	Feste Biomasse	12
4.1.1	Holzhackschnitzelverwertung im Heizhaus Grimma	12
4.1.2	Holzpellets	13
4.1.3	Strohballen-Vergasung in Wiesenburg	14
4.2	Kraftstoffe aus Biomasse	14
4.2.1	Biodiesel – Kraftstoff von einheimischen Ölfeldern Vogtland Biodiesel GmbH	15 16
4.2.2	Reines Pflanzenöl als Kraftstoff Agrargenossenschaft "Bergland" Clausnitz e.G.	16 18
4.2.3	Pflanzenöl-Blockheizkraftwerke ERRSA Energietechnik GmbH Fa. Hantschmann, Naundorf	18 19 20
4.2.4	Bioethanol als Kraftstoff Bioethanol aus Molkerei-Reststoffen in Leppersdorf	21 21
4.2.5	BtL-Kraftstoff Choren Industries GmbH Freiberg	22 22
4.3	Biogas Biogasanlage der Agrofarm 2000 GmbH in Eichigt	23 27

5	Stoffliche Verwertung nachwachsender Rohstoffe	28
5.1	Verwertung von Holz	28
	Laminatherstellung in der Kronoflooring GmbH Lampertswalde	28
5.2	Verwertung von Getreide	29
5.2.1	Weizenmehlderivate der Ceresan Erfurt GmbH	29
5.2.2	Füll- und Verpackungsmaterial aus Mais	30
5.2.3	Kunststoffe mit Getreideanteil aus Tauscha	31
5.3	Verwertung von Pflanzenölen	32
5.3.1	Pflanzenöl-basierte Produkte der Polychemie Limbach GmbH	32
5.3.2	Bioschmierstoffe im Forst; Forstbetrieb Friebe	34
5.3.3	Bioschmierstoffe in Wasserkraftanlagen; Stahlbau Jörg Steinbrunner	34
5.4	Kosmetika und Pharmazeutika	35
5.4.1	Kräuteranbau zur Herstellung pharmazeutischer Produkte in der Bombastus- Werke AG	35
5.4.2	Anbau von Echter Kamille in der Öko Landbau GbR Linz	37
5.4.3	Aufbereitung der Kamille in der Bell Flavors & Fragrances, Duft und Aroma GmbH	37
5.4.4	Verarbeitung der Kamille in der Florena Cosmetic GmbH	38
5.5	Produkte aus tierischen Rohstoffen	38
	Filze aus Schafwolle; Filzfabrik Wurzen GmbH	38
6	Öffentlichkeitsarbeit	40

Vorwort

Der umweltverträgliche Anbau und die Verwertung nachwachsender Rohstoffe sowie die Biomassenutzung sind eine sinnvolle Wertschöpfungsalternative für die Land- und Forstwirtschaft und den ländlichen Raum.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe ist zu einem wichtigen Standbein der sächsischen Landwirtschaftsbetriebe geworden. Dabei dominieren bisher Ölpflanzen, die als Chemiegrundstoff und als Kraft- und Schmierstoffe bereits beachtliche Marktanteile erobert haben. Desweiteren werden Getreide und Mais als Rohstoff für Kraftstoffe und Biogasanlagen angebaut. An Reststoffe wie Stroh und spezielle Energiepflanzen wird die Erwartung geknüpft, dass die nachgewiesenen großen Potenziale und Anbaumöglichkeiten noch stärker für eine nachhaltige Energie- und Stoffwirtschaft genutzt werden. Für die Verwendung von Stärke und Zucker ist, ausgehend von einem heute bereits bedeutenden Einsatzumfang, die Erschließung neuer Einsatzfelder zu erwarten. Ergänzt wird diese breit gefächerte Rohstoffbasis durch Faser-, Heil- und Gewürzpflanzen. Beim Anbau und der Verarbeitung sollte künftig verstärkt auf nachhaltige Verfahrensweisen geachtet werden. In der Anfang 2008 festgelegten Strategie „Energie für die Zukunft - Sachsens Potenziale an nachwachsenden Rohstoffen/Bioenergie“ werden Ziele und Handlungsempfehlungen für die Entwicklung in Sachsen genannt.

Die vorliegende Broschüre benennt zahlreiche Beispiele für den Anbau und die energetische und stoffliche Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen im Freistaat Sachsen. Dabei wird deutlich, dass es gelungen ist, Verwertungslinien vom Anbau über die Verarbeitung bis zur Produktherstellung und -verwendung zu etablieren. Trotz dieser Erfolge ist hier noch ein erheblicher Zuwachs möglich. Entscheidenden Einfluss auf die weitere Entwicklung dieses Verwertungsbereiches werden jedoch vor allem die Entwicklungen auf den internationalen Rohstoffmärkten und die in den jeweiligen Regionen gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen haben.

Die staatliche Förderung von Forschungs-, Demonstrations- und Markteinführungsvorhaben in Sachsen soll die Suche nach praxisnahen und nachhaltig wirtschaftlichen Lösungen für den weiteren Anbau nachwachsender Rohstoffe unterstützen.



Norbert Eichkorn

Präsident des Sächsischen Landesamtes
für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

1 Nachwachsende Rohstoffe und deren Verwendung

Landwirtschaftliche Produkte finden seit Jahrtausenden als nachwachsende Rohstoffe Verwendung. Sie werden zu technischen Produkten verarbeitet oder energetisch verwertet. Hier steht ein breites Angebot pflanzlicher und tierischer Produkte zur Verfügung:

- Nebenprodukte der Land- und Forstwirtschaft (Stroh, Holz aus der Waldpflege, Biomasse aus der Landschaftspflege, organische Reststoffe wie z. B. Gülle),
- Pflanzen aus dem landwirtschaftlichen Anbau (z.B. öl- und stärkehaltige Pflanzen, ein- und mehrjährige Gräser, Faserpflanzen),
- unbehandelte Abfallstoffe aus der Verarbeitung von Biomasse (Bau- und Industrierestholz) und
- tierische Produkte (Wolle, Fette, Wachs u.a.)

Vor dem Hintergrund des steigenden Energiebedarfs, der Endlichkeit der Vorräte an fossilen Rohstoffen und zunehmender ökologischer Probleme ist ein wachsendes Interesse an biogenen Rohstoffen zu verzeichnen. Dies ist auf die vielfältigen Vorteile von Verfahrenslinien zurückzuführen, die den Anforderungen der Nachhaltigkeit gerecht werden. So u.a.:

- Schonung der natürlichen und fossilen Ressourcen,
- Senkung der CO₂-Emissionen gegenüber Verfahrenslinien, die auf fossilen Rohstoffen aufbauen,
- Schaffung von Stoffkreisläufen, Senkung der Rest- und Abfallmengen,
- Wertschöpfung und Arbeitsplätze im ländlichen Raum,
- Senkung des Risikopotenzials in ökologisch sensiblen Bereichen durch den Einsatz biologisch abbaubarer Kraft- und Schmierstoffe,
- weltweite Verfügbarkeit (Einschränkung von Transportwegen) und
- Einsparung von Verarbeitungsschritten in der Industrie durch Nutzung von Synthese-Vorleistungen der Natur (z.B. Öle, Fette, Stärke, Fasern).

Tabelle 1 gibt einen Überblick über biogene Rohstoffe und die Einsatzmöglichkeiten im technischen Bereich.

Tabelle 1 Nachwachsende Rohstoffe - Rohstoffe und Verwendung (Auswahl)

<p>Biomasse, Biogas Waldrestholz, Stroh, Getreideganzpflanzen, schnellwachsende Hölzer, Grasarten, Miscanthus, unbehandeltes Industrierestholz, organische Reststoffe, Landschaftspflegematerial</p>		<p>Holzbau, Dämmstoffe, Bauplatten, Verpackungen, Spezialpapier, Bindemittel</p> <p>energetische Verwertung (Strom- und Wärmegewinnung, Kraftstoffe)</p>
---	---	--

Überblick - nachwachsende Rohstoffe

<p>Ölpflanzen</p> <p>Raps, Sonnenblume, Öllein, Leindotter, Krambe, Nachtkerze, Iberischer Drachenkopf, Mohn, Koriander, Senf</p>		<p>Kraftstoffe, biologisch abbaubare Schmiermittel u. Hydrauliköle, Farben, Lacke, Firnis, Rohstoffe für Synthesen, Alkydharze, Linoleum, Kitt, Tenside, Wachse, Weichmacher, Bitumen</p>
<p>Stärke und Zucker</p> <p>Weizen, Kartoffel, Mais, Erbse, Zuckerrübe, Topinambur, Zichorie, Zuckerhirse</p>		<p>Papier, Pappe, Bioalkohol als Kraftstoff, Bau-, Klebstoffe, abbaubare Kunststoffe und Folien, Emulgatoren, Textilhilfs- und Lösungsmittel, Weichmacher, Tenside, Zitronensäure, Vitamine, Antibiotika, Kosmetika,</p>
<p>Pflanzenfasern</p> <p>Faserlein (Flachs), Hanf, Fasernessel, Kenaf</p>		<p>Verbundwerkstoffe, Dämmstoffe, Baustoffe, Formpressteile, Garne, Humantextilien, Vliese, Geotextilien, Seile, Bindfäden, Papier</p>
<p>Pharmazeutika, Duft- und Farbstoffe</p> <p>Kamille, Mariendistel, Pfefferminze, Kümmel, Salbei, Johanniskraut, Resede, Goldrute, Saflor, Krapp, Waid</p>		<p>Arzneimittel, Tees, Duft- und Aromastoffe, Extrakte für Kosmetika, Anstriche, Farben, spezielle Fettsäuren, Abwehrstoffe gegen Insekten und Schädlinge, Holzschutzmittel, Keimhemmer</p>
<p>Tierische Produkte</p> <p>Rind, Schwein, Schaf, Pferd, Biene, Gans, Huhn, Ziege</p>		<p>Kosmetika, Schmierstoffe, Farben, Medikamente, Keratin, Collagen, Insulin, Pinsel, Bürsten, Leder, Fell, Dämmstoffe, Kleidung, Decken, Glycerin, Federn, energetische Verwertung</p>

2 Rohstoffpotenziale und derzeitiger Anbau in Sachsen

Zur Abschätzung der für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen zur energetischen oder stofflichen Verwertung genutzten Fläche wird die gegenwärtig nicht für Nahrungs- und Futtermittelzwecke genutzte Ackerfläche angenommen. Im Freistaat Sachsen belief sich diese im Jahr 2006 rechnerisch auf ca. 134.000 ha, das entspricht 18,6 % der Ackerfläche.

Unter Berücksichtigung der Entwicklung von Ackerfläche und Bevölkerung sowie der Erträge kann von einem wesentlichen Zuwachs der für den Anbau nachwachsender Rohstoffe verfügbaren Fläche ausgegangen werden (Abbildung 1). Der Anbauumfang könnte bis zum Jahr 2020 mehr als 30 % der sächsischen Ackerfläche erreichen ohne den Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln zu senken. Wie und in welchem Umfang das Biomassepotenzial der verfügbaren Fläche tatsächlich einer energetischen oder stofflichen Nutzung zugeführt wird, ist in großem Maße von der Wirtschaftlichkeit der Verwertungsrichtungen, den erzielbaren Erzeugerpreisen für Nahrungsmittelrohstoffe und den Rahmenbedingungen abhängig.

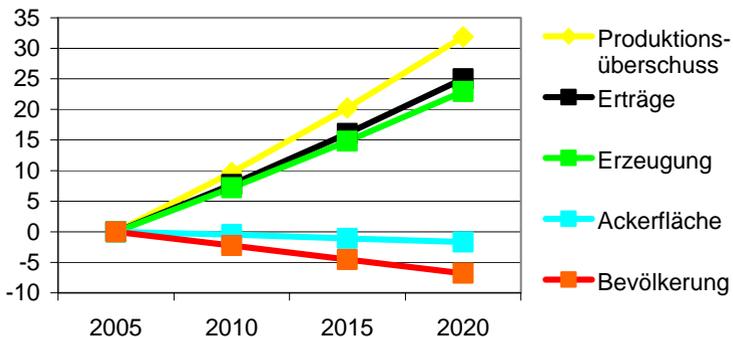


Abbildung 1 Entwicklung von Ackerfläche, Erträgen, Erzeugung, Bevölkerung und Produktionsüberschuss in Sachsen (% zum Niveau im Jahr 2005)

(Annahme: Pro-Kopf-Verbrauch und Selbstversorgungsgrad gleichbleibend;

Quelle: Grunert, LfULG (Gestaltung nach Zeddies, 2006)

Überblick - nachwachsende Rohstoffe

Ein erhebliches Potenzial stellen Nebenprodukte aus der Landwirtschaft dar. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die nutzbaren Mengen. Bei der Berechnung und der Nutzung dieser Rohstoffe sind Faktoren der Nachhaltigkeit und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Humusbilanz) zu berücksichtigen. So beläuft sich die nutzbare Strohmenge z. B. auf ca. 41 % des Gesamtanfalls von 2,0 Mio. t Trockenmasse. Weiterhin sind erhebliche regionale Unterschiede zu beachten.

Tabelle 2 Nutzbare Potenziale landwirtschaftlicher Reststoffe in Sachsen

(nach RÖHRICHT, GROß-OPHOFF, 2006)
und BRÜCKNER, 2006)

Bioenergieträger	Gesamtmenge	Möglicher Nutzungsgrad	technisches Potenzial	Primärenergieertrag
Feste Biomasse	1.000 t TM/a	%	1.000 t TM/a	PJ/a
Getreidestroh	2.033	41,4 ¹⁾	842,4	14,6
Rapsstroh	528	20,0 ²⁾	105,7	1,8
Heu Dauergrünland	938	20,0 ²⁾	187,7	3,3
Zwischensumme	3.499		1.135,8	19,7
Biogas	1.000 m³/a	%	1.000 m³/a	PJ/a
Futterreste zur Biogasgewinnung	32.464	70,0	22.725	0,5
Biogas landw. Nutztiere	276.542	67,4	186.476	3,8
Zwischensumme	309.006		209.201	4,3
Gesamt				24,0

1) bei Berücksichtigung des optimalen Strohbedarfs der Landwirtschaft

2) 20 % des mittleren jährlichen Aufkommens

Mit dem Abschluss des Vorhabens „Regionale Biomassepotenziale aus dem landwirtschaftlichen Anbau und ausgewählten Reststoffen für den non-food-Bereich im Freistaat Sachsen bis zum Jahr 2020“ stehen seit 2008 Daten für regionale Biomassepotenziale in Sachsen zur Verfügung.

Überblick - nachwachsende Rohstoffe

Sachsens Landwirte nutzen die Möglichkeiten für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe sehr stark und nehmen hier eine Spitzenstellung in Deutschland ein. Abbildung 2 verdeutlicht die Entwicklung bis zum Jahr 2007. So wurden im Jahr 2007 auf ca. 125.000 ha Ackerfläche landwirtschaftliche Kulturen für technische Zwecke angebaut. Dabei dominierte die Erzeugung von Winterraps, Mais und Getreide für die energetische Verwertung (Kraftstoffe, Biogas). Für die Zukunft wird eine Erweiterung des Anbauumfangs, aber auch des Kulturartenspektrums erwartet. Neben der Wirtschaftlichkeit des Anbaus sind dabei auch Nachhaltigkeitsaspekte zu beachten (Schutz der natürlichen Ressourcen, Bilanzierung der Verwertungsketten).

Reststoffe (außer Gülle) werden auf Grund technischer, qualitativer, logistischer oder wirtschaftlicher Probleme bisher noch kaum genutzt.

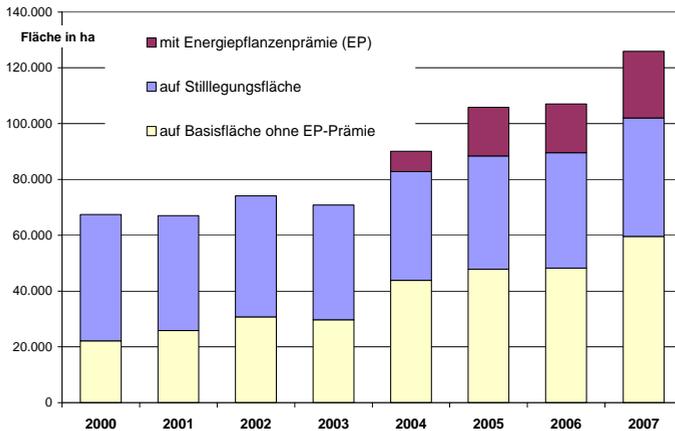


Abbildung 2 Anbau landwirtschaftlicher Kulturen für technische Zwecke im Freistaat Sachsen (ha)

3 Nachhaltigkeit der Verfahrenslinien

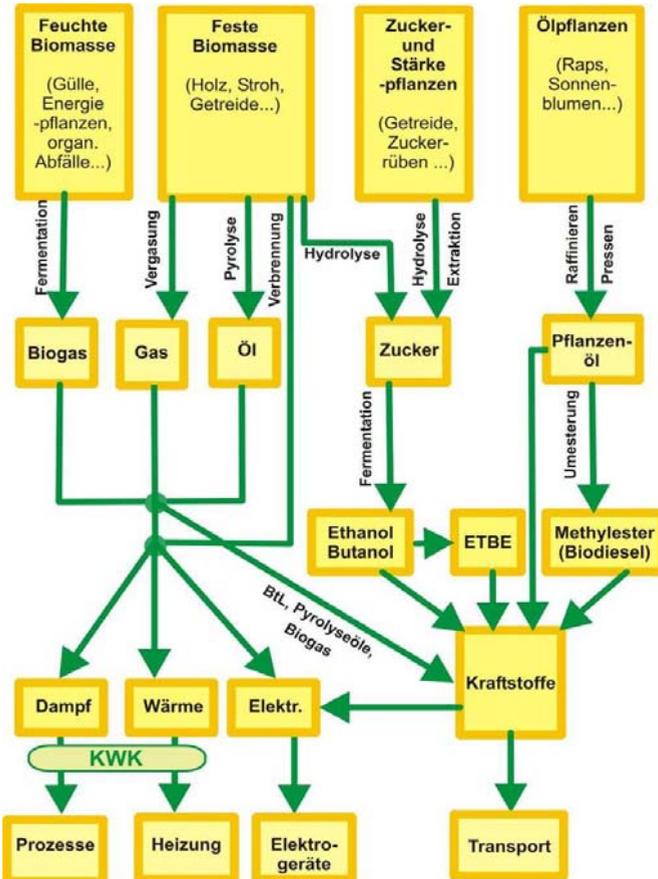
Die nachhaltige Gestaltung der Verfahrenslinien vom Anbau bis zur Verwertung ist Voraussetzung, um die angestrebten Vorteilswirkungen erzielen zu können. In der Anfang 2008 festgelegten Strategie „Energie für die Zukunft - Sachsens Potenziale an nachwachsenden Rohstoffen / Bioenergie“ werden drei Kernfragen für eine zukunftsorientierte nachhaltige Biomassenutzung genannt:

- Welche Produktlinien versprechen mittel- oder langfristig eine ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit?
- Welche Anbauformen/Produktlinien haben eine positive und damit förderwürdige Energie- und Treibhausgasbilanz?
- Welche Anbauverfahren und Produktlinien sind geeignet, einen nachhaltigen Boden-, Gewässer-, Biotop- und Immissionsschutz zu gewährleisten?

Neben der entsprechenden Auswahl und Optimierung der Verfahrenslinien werden von der Zertifizierung, der Bereitstellung, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse erwartet, dass sie einen Beitrag dazu leisten können, die Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

4 Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

Die energetische Verwertung von Biomasse kann einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz und zum Schutz der endlichen fossilen Ressourcen leisten. Ausgehend vom bisher erreichten Niveau wird damit gerechnet, dass dieser Beitrag in Zukunft erheblich ansteigen wird. Abbildung 3 vermittelt einen Überblick über in Frage kommende Rohstoffe und derzeit diskutierte Verwertungswege.



nach: "Boosting Bioenergy in Europe", AEBIOM, 2006

ETBE Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (Additiv zu 50% aus Ethanol)

Abbildung 3 Überblick zu den Möglichkeiten der energetischen Verwertung nachwachsender Rohstoffe (Auswahl)

4.1 Feste Biomasse

Die energetische Verwertung fester Biomasse ist bereits in großem Umfang etabliert. Dies beschränkt sich jedoch im Wesentlichen auf die Verwendung von Holz (Waldrestholz, unbehandeltes Industriestholz), das vor allem als Holzhackschnitzel, Scheitholz oder Holzpellets zum Einsatz kommt.

Demgegenüber steht die Verwertung von Halmgut-Biomasse noch am Anfang. Dies ist u.a. auf die schwierigeren Brennstoffeigenschaften im Vergleich zu Holz zurückzuführen:

- höherer Kaliumgehalt, daher Verschlackungsneigung,
- höhere Staubemissionen bei der Verbrennung,
- höhere Aschegehalte, niedrigerer Brennwert,
- höhere Chlorgehalte, daher Korrosionsgefahr im Abgasbereich.

Die energetische Verwertung von Halmgut erfordert daher entsprechend angepasste Anlagentechnik. Diese ist am Markt verfügbar, so dass zukünftig auch Stroh, ein- und mehrjährige Grasarten, Landschaftspflegeaufwüchse und Heu verwertet werden können.

4.1.1 Holzhackschnitzelverwertung im Heizhaus Grimma

Ausgangspunkt für die neue Konzeption des Heizhauses Grimma West waren eine veraltete Heizungsanlage, ständig steigende Ölpreise, eine pfiifige Idee, ein mutiger Stadtratsbeschluss, sinnvoll eingesetzte Fördergelder und viel Holz. Nach sorgfältiger Abwägung aller Umstände entschieden sich der Grimmaer Stadtrat und die Verwaltung zur Umstellung des Heizhauses auf Holzhackschnitzel (865 kW) in Kombination mit einem erdgasbetriebenen Kessel (834 kW). Die Investitionskosten des Vorhabens betragen insgesamt 840 T €, wobei Fördermittel des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung genutzt werden konnten. Am 30. Oktober 2006 begann der Probelauf des Holzhackschnitzelkessels, der seitdem Schwimmhalle, Schule, Kindertagesstätte, städtischen Bauhof und zwei Wohnblöcke mit Wärme versorgt.

Die Herstellung und Lieferung der Holzhackschnitzel übernimmt im Ergebnis einer entsprechenden Ausschreibung derzeit der Landschaftspflegeverband Muldenland e.V.. Dabei wird ausschließlich naturbelassenes Holz, vorzugsweise aus heimischen Waldbeständen, verwendet. Der Jahresbedarf beträgt ca. 4.700 – 6.000 Schüttraumkubikmeter. Langfristig ist zur Holzgewinnung der Aufbau von Kurzumtriebsplantagen vorgesehen. Außerdem erreicht der Landschaftspflegeverband durch die schrittweise Einbeziehung der umliegenden Land- und Forstwirtschaftsbetriebe eine sinnvolle Verbindung von Ökonomie und Landschaftspflege. Auch das durch den Grimmaer Bauhof im Rahmen der notwendigen Pflegearbeiten im städtischen Wald erzeugte

Restholz wird mit genutzt. Damit tragen diese Arbeiten gleichzeitig zum Erhalt bestehender und zur Schaffung neuer Arbeitsplätze in der Region bei. Da das Heizhaus Grimma nach dem Prinzip der Kraft- Wärme- Kopplung arbeitet, kann der Eigenstromverbrauch gedeckt werden. Außerdem ist die Einspeisung der darüber hinaus erzeugten Energie in das öffentliche Netz vorgesehen. Die technische Betreuung, Betreuung und Wartung sowie die Verwaltung des Eigenbetriebes hat die Stadt Grimma im Rahmen eines Dienstleistungsverhältnisses der Grimmaer Wohnungs- und Baugesellschaft mbH übertragen. Somit bleiben auch diese Leistungen fest in „örtlicher“ Hand.

4.1.2 Holzpellets

Bereits seit einigen Jahren sind Holzpellets als Brennstoff auf dem Markt. Diese bieten in Zusammenhang mit entsprechenden modernen Heizungen durch ihren automatischen Betrieb den Anwendungskomfort einer Gas- oder Ölheizung. Gleichzeitig sind sie CO₂-neutral, umweltschonend und ein Brennstoff aus der Region.

Die Herstellung der Holzpellets erfolgt nach strengen Qualitätsanforderungen der DIN 51731 und DIN CERTCO (Zertifizierung *DINplus*). Rohstoffe sind Späne aus der Holzverarbeitung sowie naturbelassene Resthölzer. Diese werden ohne chemische Zuschlagstoffe unter hohem Druck zu 6-8 mm dicken Pellets gepresst. Die Pellets können als Sackware, in BigPacks oder mit dem Silo-LKW bezogen werden.

In Sachsen arbeiten Anlagen zur Herstellung von Holzpellets in Klix (bei Bautzen), Großenhain und Torgau.



Abbildung 4 Holzpellets

Abbildung 5 Anlieferung von Pellets mit dem LKW

4.1.3 Strohballen-Vergasung in Wiesenburg

Stroh als Nebenprodukt des Getreideanbaus stellt ein enormes Potenzial zur energetischen Verwertung dar, wird jedoch bisher nur in sehr geringem Maße genutzt.

In der Wiesenburger Land e.G. (bei Zwickau) arbeitet seit 2003 eine Strohballenvergasungsanlage. Diese wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft im Rahmen des Förderprogramms Immissions- und Klimaschutz gefördert. Durch enge Zusammenarbeit der Agrargesellschaft Wiesenburger Land e.G. als Betreiber, der Herstellerfirma Herlt, Behörden des Freistaates Sachsen und der TH Zwickau ist es gelungen, die Anlage in Bezug auf die Emissionen zu optimieren.

Die Anlage erfüllt die rechtlichen Anforderungen und erhielt im Oktober 2003 die Betriebsgenehmigung. Das Prinzip beruht auf der Vergasung von Stroh und der anschließenden Verbrennung des Gases. Zum Einsatz kommen Getreidestroh-Rundballen, die mit dem Radlader in die mit Holz vorgeheizte Vergasungskammer gelegt werden. Mit der gewonnenen Wärme aus täglich 1 bis 3 Ballen wird der Bedarf der Büros und weiteren Gebäude der Agrargesellschaft abgedeckt. Mit dem Rohstoff und der energetischen Nutzung im eigenen Betrieb konnte hier ein gutes Beispiel für dezentrale Energiegewinnung und -verwertung geschaffen werden.



Abbildung 6 Strohbereitung



Abbildung 7 Beschickung des Strohballenvergasers in Wiesenburg

4.2 Kraftstoffe aus Biomasse

Kraftstoffe aus Biomasse haben eine rasante Entwicklung genommen. Hier bestehen mehrere Alternativen zu fossilen Kraftstoffen, von denen einige in Tabelle 3 kurz vorgestellt werden. In Deutschland hatten Biokraftstoffe 2007 einen Marktanteil von 11,8 % bei Dieselmotoren (dav. 80 % Biodiesel und 20 % Pflanzenöl) und 2,2 % bei Ottomotoren (Ethanol, ETBE). Entschei-

Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

dend für die weitere Entwicklung wird zum Einen die Schaffung und Erhaltung von Rahmenbedingungen sein, die Biokraftstoffe auch aus einheimischen Rohstoffen eine Chance geben. Zum Anderen werden sich Alternativen durchsetzen, die eine gute CO₂- und Energiebilanz nachweisen können.

Tabelle 3 Kurzkenzeichnung von Biokraftstoffen

Kriterium	Rapsöl	Biodiesel	Bioethanol	Biogas ⁵⁾	BtL ⁷⁾ⁱ
Rohstoff (Bsp.)	Rapssaat	Rapssaat	Getreidekorn	Silomais	Energiepflanzen
Biomasseertrag t/ha*a	3,4	3,4	6,6	45	15 _{atro}
Kraftstofftrag l/ha*a	1.479	1.547	2.554	3.555 kg	4.028
Diesel-/Ottokraftstoffäquivalent l/ha*a	1.420	1.408	1.660	4.977	3.907
genutzte Nebenprodukte (ca.) t/ha*a	6 t Stroh ¹⁾ 2 t Schrot ²⁾	6 t Stroh ¹⁾ 2 t Schrot ²⁾ Glycerin ³⁾	6 t Stroh ¹⁾ 2,4 t Schlempe ²⁾ (2,2 t CO ₂ ⁴⁾)	Gärsubstrat ⁶⁾	offen
Nährstoffrückführung möglich?	ja	ja	ja	ja	offen

Quelle: Zeilen 2 bis 4 nach FNR, 2006

1) = Düngung oder energetische Verwertung

2) = proteinreiches Futtermittel

3) = chemische Industrie

4) = technische Prozesse, Getränkeindustrie

5) = Angaben für Biomethan aus Silomais

6) = Düngung

7) BtL = Biomass to Liquid

4.2.1 Biodiesel – Kraftstoff von einheimischen Ölfeldern

Biodiesel ist ein Kraftstoff, der in einem einfachen chemischen Prozess (Umesterung) gewonnen wird. Auf diesem Weg wird reines Pflanzenöl den Erfordernissen serienmäßiger Dieselmotoren angepasst. In Deutschland bildet fast ausschließlich Rapsöl die Rohstoffbasis, so dass hier von Rapsmethylester (RME) gesprochen wird.

Der Anbau von Raps als nachwachsender Rohstoff hat in Sachsen einen sehr hohen Stellenwert. Neben der Wirtschaftlichkeit bietet Raps insbeson-

dere in Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil Vorteile, indem er die Infektionsketten von Getreidekrankheiten unterbricht. Der hohe Vorfruchtwert führt zu verbesserter Wirtschaftlichkeit beim Nachbau z.B. von Winterweizen.

Der fachgerechte und erfolgreiche Rapsanbau erfordert jedoch Anbaupausen von mindestens 3 Jahren (d.h. max. 25 % der Ackerfläche), da sonst Raps-spezifische Schädlinge und Krankheiten zunehmen. Der Anbauumfang in Sachsen betrug im Jahr 2007 ca. 140.000 ha und ist damit kaum noch zu steigern.

Vogtland Biodiesel GmbH

Mit der Produktionsanlage in Großfriesen (Vogtland) nahm in Sachsen 1996 einer der ersten deutschen Hersteller von Biodiesel den Betrieb auf. Träger der Anlage (Kapazität: 2.000 t RME/a) ist eine Betreibergesellschaft aus landwirtschaftlichen Unternehmen der Region. Der Absatz des Biodiesels erfolgt an Landwirtschaftsbetriebe, Unternehmen und öffentliche Tankstellen. Mit dem Anbau des Rohstoffes Raps in der Region, der Verarbeitung, der Verwertung des Biodiesels und dem Einsatz des Presskuchens als wertvolles Futtermittel vor allem in der Rinderfütterung wurde hier ein Modell für regionale Kreisläufe in Anbau und Verwertung nachwachsender Rohstoffe erfolgreich umgesetzt.



Abbildung 8 Biodieselanlage in Großfriesen

Abbildung 9 Rapsfeld

4.2.2 Reines Pflanzenöl als Kraftstoff

Reines Pflanzenöl weicht in einigen für die Verwendung als Kraftstoff wichtigen Eigenschaften erheblich von fossilem Dieselkraftstoff ab. So führen die mehrfach höhere Viskosität und die höhere Zündtemperatur beim Einsatz in nicht angepassten Motoren zu erhöhten Drücken im Einspritzsystem,

Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

schlechtem Spritzbild und unvollständiger Verbrennung insbesondere bei niedrigen Temperaturen. Zur Erreichung eines zuverlässigen Dauerbetriebes und zur Vermeidung von Havarien ist daher in jedem Fall eine Umrüstung von Serien-Dieselmotoren zu empfehlen. In Sachsen liegen positive Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz von speziell umgerüsteten PKW, LKW und Landmaschinen mit Vor- und Wirbelkammer-Motoren und mit moderner Direkteinspritzung vor.

Da Pflanzenöl als nicht wassergefährdend und auf Grund seines hohen Flammpunktes nicht als Gefahrgut eingestuft ist, können Tanks für den Eigenbedarf aufgestellt werden. Der Bezug des Öls ist dann auch von Ölmühlen möglich. Der bei der Ölgewinnung als Nebenprodukt anfallende Presskuchen findet als hochwertiges Futtermittel vorwiegend in der Rinderhaltung Verwendung.

Perspektiven werden reinem Pflanzenöl als Kraftstoff insbesondere in der Landwirtschaft sowie in Blockheizkraftwerken in umweltsensiblen Bereichen eingeräumt. Seit 2008 bieten mehrere Traktorenhersteller pflanzenölaugliche Maschinen ab Werk an.

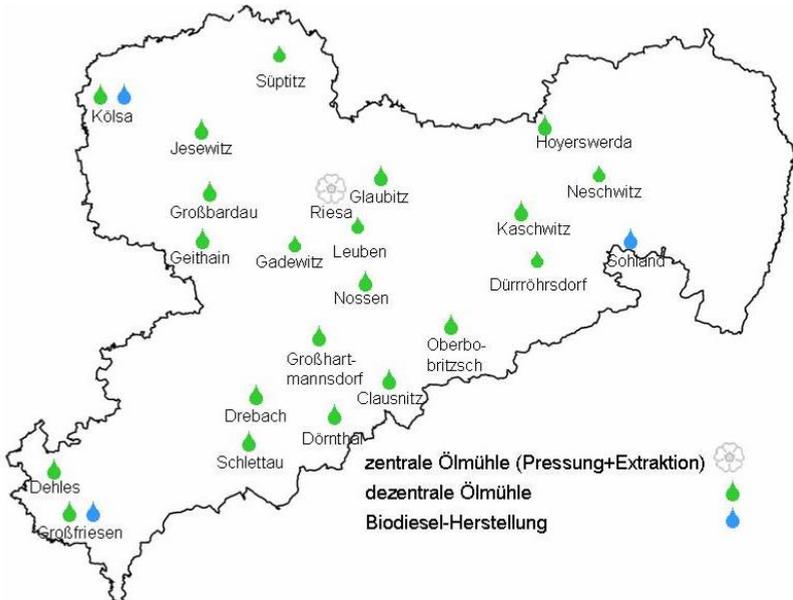


Abbildung 10 Ölsaatenverarbeitungsanlagen im Freistaat Sachsen

In Sachsen arbeiteten 2008 21 dezentrale Ölpressen (Abbildung 10). Diese konzentrierten sich zumeist auf die Herstellung von Kraftstoff. Durch die regionale Einbindung werden oftmals dezentrale Kreisläufe geschaffen. Vorteile bieten sich hier u.a. durch die Wertschöpfung im ländlichen Raum, kurze Transportwege und optimale Bedingungen für die Nährstoffrückführung auf die landwirtschaftlichen Flächen.

Agargenossenschaft "Bergland" Clausnitz e.G.

Ein Beispiel ist die im Oktober 2005 in Betrieb genommene Anlage der Agargenossenschaft "Bergland" in Clausnitz (Kreis Freiberg). Hier werden jährlich 1.200 t Raps verarbeitet und 420.000 l Öl gewonnen. Alle größeren Maschinen des Betriebes wurden auf den Betrieb mit Rapsöl umgerüstet und fahren nunmehr mit selbst produziertem Kraftstoff. Die Umsetzung eines Qualitätsmanagementsystems und die Nachreinigung des Öls bieten eine hohe Gewähr für die Erreichung der nach DIN V 51605 geforderten Qualität. Der als Koppelprodukt erzeugte Rapspresskuchen wird als wertvolles Eiweißfuttermittel in der Milchviehhaltung des Betriebes eingesetzt.



Abbildung 11 Dezentrale Ölsaatenverarbeitungsanlage Clausnitz



Abbildung 12 Auf Pflanzenölbetrieb umgerüsteter Traktor

4.2.3 Pflanzenöl-Blockheizkraftwerke

Im Mix der erneuerbaren Energien spielen auch mit reinem Pflanzenöl betriebene Blockheizkraftwerke eine Rolle. In diesen Anlagen mit Kraft-Wärmekopplung (KWK) werden Wärme und Strom ausschließlich bedarfsgerecht produziert. Die Steigerung der Energieeffizienz auf über 90 % ist dabei genauso ein verbindlicher Anspruch geworden, wie die Reduzierung der Emission durch Motormanagement und modernste Abgas-Reinigungstechnik, sowie ein niedriger Schallpegel. Diese Anlagen können somit auch im ganzjährigen Betrieb in Wohngebieten eingesetzt werden. Außer im seltenen Notstromfall sollte die Nutzung der kompletten Wärme für

Beheizung, als Prozesswärme oder zur Erzeugung von Klimakälte eine Selbstverständlichkeit sein. Ausführung, Größe und effektive Jahreslaufzeit eines Pflanzenöl-BHKW sind wesentliche Faktoren für den wirtschaftlichen Betrieb und können nur durch die Prüfung der ganz individuellen Situation im Energiebedarf eines Objektes beurteilt werden. Mit fachgerechter Planung und Installation der Anlagentechnik lassen sich die Gestehungskosten für die Wärmeenergie und/oder den selbst genutzten Strom im Verhältnis zur Nutzung fossiler Energieträger deutlich reduzieren. In Sachsen liefen Mitte 2007 ca. 50 entsprechende Anlagen mit einer Leistung von insgesamt ca. $3,8 \text{ MW}_{\text{elektr.}}$ und $4,4 \text{ MW}_{\text{therm.}}$.

Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz, die Sächsische Förderrichtlinie für Energieeffizienz und Klimaschutz 2007 und die Bereitstellung zinsgünstiger Kredite wurden für die nächsten Jahre wichtige Weichen für Investitionen im privaten, im gewerblichen und auch im öffentlichen Bereich gestellt.

ERRSA Energietechnik GmbH

Seit 2006 baut die Firma ERRSA Energietechnik GmbH in Zittau Pflanzenöl-BHKW mit einer Leistung von $5 \text{ kW}_{\text{elektr.}}/12 \text{ kW}_{\text{therm.}}$ bis $200 \text{ kW}_{\text{elektr.}}/230 \text{ kW}_{\text{therm.}}$. Diese sind für den Einbau in Gebäuden aller Art und Nutzung, für Landwirtschaft, Handwerk, Handel und Industrie geeignet und können auch als frei aufstellbare „Kompaktstationen“ geliefert werden.



Abbildung 13 Pflanzenöl BHKW in einem sächsischen Gartenbaubetrieb ($340 \text{ kW}_{\text{elektr.}}/350 \text{ kW}_{\text{therm.}}$)



Abbildung 14 Pflanzenöl-BHKW der Firma ERRSA ($200 \text{ kW}_{\text{elektr.}}$)

Fa. Hantschmann, Naundorf

Seit 2003 betreibt Herr Hantschmann in Naundorf bei Grimma ein kleines Blockheizkraftwerk, welches Rapsöl als Treibstoff nutzt. Dieses sichert die Wärmeversorgung für ein einzeln stehendes altes Wohnhaus mit 320 m² Wohnfläche. Ausgangspunkt für die Planung waren die steigenden Energiekosten sowie die Orientierung auf ein wärmegeführtes BHKW. Dies bedeutet, dass die Anlage grundsätzlich mit gleicher bzw. konstanter Leistung läuft. Nach dem Neubau der Heizzentrale begann im Sommer 2003 die Installation. Bei der Planung der Anlage wurde Wert auf einen möglichst großen Pufferspeicher gelegt. Daher wurde ein liegender Speicher mit einem Volumen von 4.500 Liter installiert.

Die Größe des Pufferspeichers ist es, die im Winterbetrieb trotz der verhältnismäßig kleinen thermischen Leistung kaum den Einsatz des noch vorhandenen Brennwertkessels erforderlich macht. Selbst bei Temperaturen unter Minus 10 Grad über mehrere Tage wurden nur geringe Mengen Flüssiggas verbraucht. Die Bedienung und Wartung incl. aller Nebenaggregate wird vom Betreiber selbst durchgeführt. Im Juli 2008 hatte das BHKW eine Laufzeit von über 13.000 Betriebsstunden erreicht. Nach Berechnungen des Betreibers konnte die Wirtschaftlichkeit der Anlage nachgewiesen werden. Größere Gewinne waren jedoch nicht zu verzeichnen. Zu berücksichtigen ist, dass die gesamte Anlage in Eigenleistung errichtet wurde. Die Gesamtinvestition der Anlage incl. Steuerung und Pufferung betragen 27.500,- € Materialkosten.



Abbildung 15 Pflanzenöl-BHKW



Abbildung 16 Wärmeversorgtes Gebäude in Grimma

4.2.4 Bioethanol als Kraftstoff

Ethanol ist weltweit der bedeutendste Biokraftstoff. In Deutschland kommt er vorwiegend durch Beimischung zu Ottokraftstoff (als Ethanol oder in Form des Additivs Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether ETBE) zum Einsatz. Eine weitere Alternative ist E85 (85 % Ethanol + 15 % Benzin). Das Tankstellennetz befindet sich derzeit im Aufbau. Zunehmend werden geeignete Fahrzeuge von verschiedenen Herstellern angeboten. Des Weiteren dürfte in der Zukunft der Einsatz in angepassten Dieselmotoren möglich sein.

In Deutschland wird Ethanol derzeit vorwiegend aus Getreide oder Zuckerrüben hergestellt. Die Erzeugung aus Lignocellulose (z.B. Getreidestroh) ist noch nicht in Praxisanlagen umgesetzt.

Bioethanol aus Molkerei-Reststoffen in Leppersdorf

Die Herstellung von Biokraftstoffen aus Reststoffen und Nebenprodukten ist auch aus Sicht der Nachhaltigkeit eine sinnvolle Variante. Diese stehen oftmals preiswert und ohne aufwändige Anbau-/Bereitstellungsverfahren zur Verfügung. So baute die Unternehmensgruppe Theo Müller an ihrem Standort in Leppersdorf bei Dresden eine Anlage zur Herstellung von Bioethanol aus Molkerei-Restprodukten. Das neue Verfahren beruht auf einer Eigenentwicklung des Unternehmens. Dabei wird die bei der Käseherstellung anfallende Molke nach Abtrennung der wertvollen Bestandteile Eiweiß und Milchzucker vergoren. Nach Reinigung und Destillation steht zu 99,8 % reines Bioethanol zur Verfügung. Die Anlage mit einer Kapazität von 10 Mio. Liter Bioethanol ging Anfang 2008 in Betrieb.

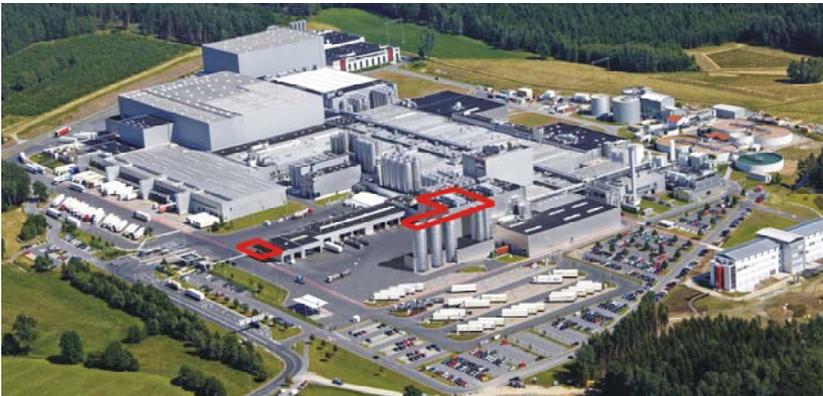


Abbildung 17 Ethanolanlage am Standort Leppersdorf (rot umrandeter Bereich)

4.2.5 BtL-Kraftstoff

BtL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid) sind Biokraftstoffe der so genannten 2. Generation, die aus fester Biomasse, z. B. aus Holz oder Stroh, synthetisiert werden. Bei der Erzeugung und Verbrennung des Kraftstoffes wird nur soviel CO₂ freigesetzt, wie zuvor von den Pflanzen der Atmosphäre entzogen wurde. Im Hinblick auf die angestrebte Reduzierung des Treibhauseffektes und für die langfristige Versorgungssicherheit mit Energieträgern werden BtL-Kraftstoffen große Potentiale eingeräumt.

Choren Industries GmbH Freiberg

Die weltweit erste kommerzielle Anlage zur Erzeugung eines synthetischen Biokraftstoffes wurde in Freiberg/Sachsen gebaut. Ab 2008 werden jährlich zunächst 15.000 t BtL produziert, weitere großindustrielle Anlagen sind in Planung. Das Herzstück der CHOREN-Technologie bildet das weltweit patentierte Carbo-V[®]-Verfahren. Dieses mehrstufige Vergasungsverfahren ermöglicht die Umwandlung von fester Biomasse in Brenn- oder Synthesegas. Die Umwandlung des Synthesegases in Kraftstoff erfolgt nachfolgend mittels Fischer-Tropsch (FT)-Synthese. Dabei reagieren die reaktiven Bestandteile des Synthesegases (CO und H₂) an einem Katalysator zu Kohlenwasserstoffen.

Der SUNDIESEL[®] weist signifikante Vorteile auf:

- er besitzt eine hohe Cetanzahl und damit ein deutlich besseres Zündverhalten als konventioneller Diesel,
- er ist aromaten- und schwefelfrei und führt zu einer deutlichen Reduzierung der Schadstoffemissionen,
- er kann ohne Anpassung der Infrastruktur und der Antriebssysteme verwendet werden und
- es werden keine Rohstoffe eingesetzt, die als Nahrungsmittel dienen, sondern agrarische Abfallprodukte, Altholz, Sägereestholz und minderwertiges Waldholz (Zweige, Krone).

Die Marke SUNDIESEL[®] ist eine eingetragene Marke der Volkswagen Aktiengesellschaft in der Europäischen Union und anderen Ländern und wird unter Lizenz des Markeninhabers Volkswagen Aktiengesellschaft benutzt.



Abbildung 18 BtL-Anlage in Freiberg, in Betriebnahme 2008

4.3 Biogas

Ein Bereich der in den letzten Jahren einen starken Aufschwung erlebte und auch weiterhin Wachstumspotenzial zeigt, ist die anaerobe Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen sowie Rest- und Abfallstoffen zu Biogas, welches der energetischen Verwertung zugeführt wird. Des Weiteren wird bei immer mehr Biogasanlagen das entstehende Biogas auf Erdgasqualität, auch genannt Bioerdgas, aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit des Bioerdgases ist der Einsatz als Kraftstoff.



Abbildung 19
Abbildung 20

Exkrememente aus der Tierhaltung
Silage - Substrat für die Biogasanlage



Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

Zu den Vorteilen regenerativer Energien kommen bei der Nutzung von Biogas folgende günstige Wirkungen hinzu:

- Abfallentsorgung unter Beachtung der Düngemittel- und Bioabfallverordnung,
- Senkung der Geruchsbelästigung durch Gülle und Verbesserung der Gülleeigenschaften.

Als Grundlage der Biogasproduktion in der Landwirtschaft dienen:

- Kot und Harn aus der tierischen Produktion,
- nachwachsende Rohstoffe in Form von Mais- bzw. Grassilage und Getreide,
- landwirtschaftliche Nebenprodukte wie Grasschnitt und Stroh,
- Reststoffe der Nahrungsmittelproduktion (Treber, Gemüseabfälle, Trester, Fette),
- kommunale und industrielle Reststoffe (Bio-, Großküchenabfall u.a.).

Seit der Liberalisierung des Strommarktes und dem Inkrafttreten des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien vom 29.03.2000 und des EEG ab 01.08.2004 war in Sachsen, wie in ganz Deutschland, bis Ende 2006 / Anfang 2007 ein Nachfrageboom im Bereich der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung zu verzeichnen. Abbildung 21 zeigt einen Überblick über den rasanten Anstieg der installierten elektrischen Leistung seit der Novellierung des EEG ab 2004. Mit dem Anstieg der Preise für Substrate ab 2007 könnte diese Entwicklung deutlich gebremst werden.

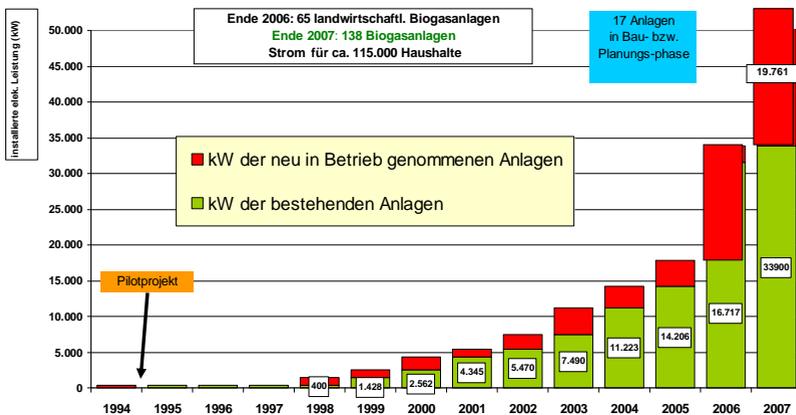
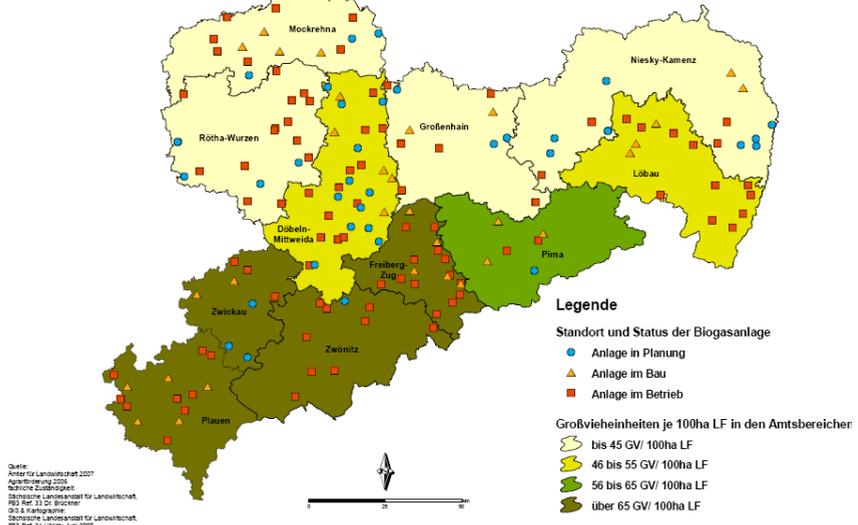


Abbildung 21 Entwicklung sächsischer Biogasanlagen

Zusätzlich zur von der Anlagengröße abhängigen Grundvergütung wird bei ausschließlicher Nutzung von Wirtschaftsdüngern und nachwachsenden

Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

Rohstoffen ein Bonus bezahlt. Die Wärmenutzung wird ebenfalls zusätzlich finanziell honoriert. Abbildung 22 vermittelt einen Überblick über Standorte von Biogasanlagen in Sachsen.



Quelle: Ämter für Landwirtschaft 2007, Agrarförderung 2006

Fachliche Zuständigkeit: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abt. 2, Ref 25b, Dr. Brückner

GIS & Kartographie: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abt.2, Ref 22, Ullrich, Juni 2007

Abbildung 22 Standorte von Biogasanlagen im Freistaat Sachsen

Die Verfahrenstechniken zur Biogasproduktion sind sehr vielfältig und meist genau auf die betrieblichen Bedingungen abgestimmt. So gleicht in der Praxis keine Biogasanlage einer anderen. Dennoch sind in Biogasanlagen vergleichbare Anlagenteile vorhanden (Abbildung 23). Aus der Energie des Biogases, welches in der Landwirtschaft etwa zu 55 - 65 % aus Methan besteht, werden bis zu 40 % elektrische Energie und 55 % thermische Energie gewonnen. Die Wandlungsverluste betragen 20 %. Von der erhaltenen thermischen Energie werden ca. 35 % für die Beheizung der Reaktoren genutzt. Je nach Verfahren wird eine unterschiedliche Menge an elektrischer Energie für den Prozess benötigt. Dies trifft vor allem für die Pump- und Rührvorgänge zu, welche sich in der Regel bis zu 10 %, bezogen auf die erzeugte Energie, belaufen.

Energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe

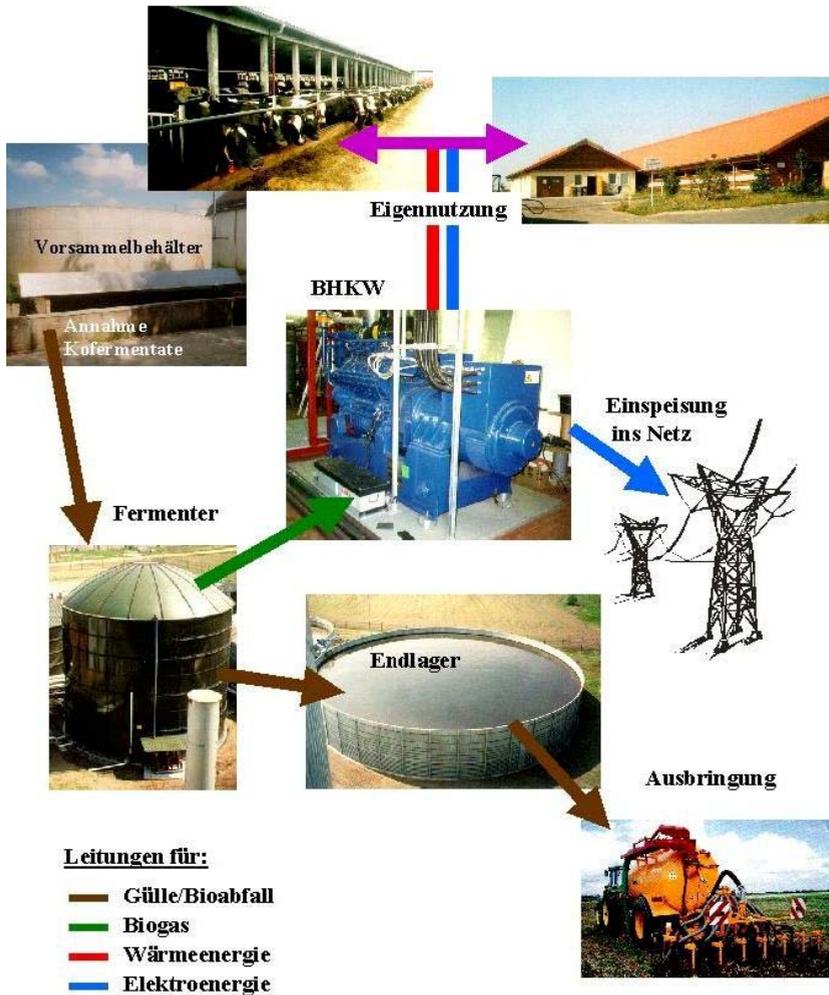


Abbildung 23 Schema des Verfahrensablaufs in einer Biogasanlage

Biogasanlage der Agrarfarm 2000 GmbH in Eichigt

Für die Biogasgewinnung der Agrarfarm 2000 GmbH in Eichigt wird hauptsächlich Rindergülle von 3.000 Rindern sowie Schweinegülle von 1.150 Schweinen verwendet. Des Weiteren werden nachwachsende Rohstoffe in Form von Mais- bzw. Grassilagen und Getreide hinzugesetzt. Der tägliche Input an Gülle und Substraten beläuft sich auf ca. 155 m³.

Kernstück dieser Biogasanlage sind ein Hauptfermenter mit einem effektiven Fassungsvermögen von 2.400 m³ und ein Nachgärer mit 2.500 m³. Der Fermenter, welcher aus zwei Betonzylindern besteht, arbeitet nach dem Pfefferkorn-Prinzip. Bei diesem System erfolgt eine vollständige Durchmischung ohne Einsatz von Rührwerken. Beheizt wird dieser Fermenter über eine Wand- und Bodenheizung. Die Erwärmung des Nachgärs erfolgt ebenfalls über eine Wandheizung. Auf dem Nachgärer befindet sich ein 800 m³ großer integrierter Gasspeicher. Der anaerobe Abbau des organischen Substrates erfolgt bei einer Temperatur von 39 °C. Die mittlere Gasausbeute liegt bei 6.600 Nm³/d. Das produzierte Biogas wird mittels BHKW in elektrische Energie umgewandelt.

Das eingesetzte BHKW erzeugt im Volllastbetrieb 550 kW elektrische und 750 kW thermische Energie. Bei einem optimalen Betrieb des Aggregates können ein elektrischer Wirkungsgrad von maximal 34 % und ein thermischer Wirkungsgrad von ca. 54 % erreicht werden. Die erzeugte elektrische Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist. Im Winterbetrieb wird die täglich erzeugte Wärme des BHKW's für die Beheizung der Ställe, der Sozialgebäude sowie für die Warmwasseraufbereitung genutzt.



Abbildung 24 Biogasanlage Agrarfarm 2000 GmbH mit Substrataufbereitung

5 Stoffliche Verwertung nachwachsender Rohstoffe

Im Bereich der stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe ist eine sehr große Vielfalt an Einsatzfeldern zu verzeichnen. Neben klassischen etablierten Einsatzgebieten wie z.B. der Verwendung von Stärke in der Papier- und Pappeherstellung, von Pflanzenölen in der chemischen und kosmetischen Industrie oder von Heilpflanzen in der Pharmazie und kosmetischen Industrie werden durch Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stetig neue Anwendungsfelder erschlossen. Diese reichen z.B. von biologisch abbaubaren Kunst- und Schmierstoffen über Geotextilien bis zum Grundstoff für biotechnische Verfahren. Trotz der Vielfalt der Anwendungsfelder und Entwicklungspotenziale bleibt die praktische Umsetzung bisher hinter den Erwartungen zurück. Ein Grund ist darin zu sehen, dass derzeit die Suche nach alternativen Energien im Vordergrund steht und hier auch attraktive Rahmenbedingungen für die Markteinführung geschaffen wurden. Hier besteht bei der stofflichen Verwertung erheblicher Handlungsbedarf.

5.1 Verwertung von Holz

Laminatherstellung in der Kronoflooring GmbH Lampertswalde



Abbildung 25 Werksgelände Kronoflooring GmbH

Abbildung 26 Waldholzlagerplatz

Kronoflooring GmbH Lampertswalde ist einer der führenden Hersteller von Laminatfußböden. 60 Prozent der Produktion werden in 80 Länder exportiert. Seit der Grundsteinlegung 1993 wurden in das Werk 460 Mio. € investiert. Am Standort arbeiten 620 Mitarbeiter, darunter 30 Auszubildende.

Holz ist einer der wichtigsten Rohstoffe für die Herstellung von Laminatfußböden. Die Herkunft der Hölzer ist durch das PEFC (Pan European Forest Certification) oder den Forest Stewardship Council (FSC), zwei unabhängige Prüfinstitute, zertifiziert. Zum überwiegenden Teil werden Nadelhölzer, insbesondere Kiefer, verwendet. Außerdem kommen Buche und andere Laubhölzer sowie Sägeresthölzer umliegender Sägewerke, Schwarten und Spreißel zum Einsatz.

Das Holz wird aus der Durchforstung nachhaltig bewirtschafteter Wälder aus Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Thüringen in einem Umkreis von 150 bis 200 Kilometern eingekauft. Etwa 23 Prozent des Rundholzes kommen direkt aus sächsischen Wäldern. Weitere 26 Prozent bezieht Kronospan über sächsische Forst- und Holzhandelsunternehmen. Das Holz wird per Bahn oder per LKW angeliefert.

In Form von Produktionsresten und Rinde wird das Holz auch energetisch verwertet. Dabei handelt es sich um eine zusätzliche Wertschöpfung, die sich aus dem produktbedingten Einsatz von Holzproduktionsresten ergibt. Die Wärmeaufbereitung ist für die Herstellung von Laminatböden ohnehin notwendig, es wird lediglich die dabei entstehende Restwärme weiterverarbeitet. So wird der Einsatz fossiler Brennstoffe reduziert, die kombinierte stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse gesichert und der CO₂-Ausstoß verringert.

5.2 Verwertung von Getreide

5.2.1 Weizenmehlderivate der Ceresan Erfurt GmbH

Neben der Verwendung von Stärke können in verschiedenen technischen Bereichen auch Getreidemehle eingesetzt werden. Durch die im Vergleich zur aufwändigen Herstellung reiner Stärke wesentlich vereinfachten Verfahren sind hier ökologische und ökonomische Vorteile erzielbar.



Abbildung 27 Verarbeitungsanlagen der CERESAN Erfurt GmbH in Markranstädt

Abbildung 28 Rollen mit Verpackungspapier

Ein Wegbereiter bei der Herstellung spezifischer Getreidemehle für technische Verwendungszwecke ist die Ceresan Erfurt GmbH mit Produktionsstätte in Markranstädt. Die Marktführerschaft begründet sich auf langjährige Erfahrungen und intensive Forschungsarbeiten. Hier werden jährlich mehr als 5.000 t chemisch modifizierte Weizenmehle hergestellt. Diese finden u.a.

als Oberflächenleimungsmittel in der Papierherstellung und als Konditionierungsmittel bei der Herstellung von Gipskartonplatten Verwendung.

So erfordert z.B. die Verwendung von Altpapier, als wesentliche Rohstoffbasis von Verpackungspapier, die Zugabe stärkehaltiger Produkte, um die Festigkeit des Papiers zu erhöhen. Diese Funktion wird von den modifizierten Weizenmehlen der Ceresan Erfurt GmbH hervorragend erfüllt. Die verschiedenen Modifikate werden dabei entweder der Papiermasse zugegeben, auf die Papierlagen gesprüht oder nach oxidativem Abbau als Lösung auf die Papierbahnen aufgetragen. Mit dem landwirtschaftlichen Anbau, der Verarbeitung in Markranstädt und der Verwendung u.a. bei der Sappi Alfeld AG kann hier auf eine funktionierende Verwertungskette verwiesen werden. Dies ist umso beachtlicher, als dabei ein neuer und zugleich ökologisch günstiger Weg beschritten wird.

5.2.2 Füll- und Verpackungsmaterial aus Mais

Aus stärkehaltigen landwirtschaftlichen Rohstoffen sind verschiedene Verpackungsmaterialien herstellbar. So produziert das LAU Lohnunternehmen für Acker und Umwelt, Heinz Schönleber in Littdorf bei Döbeln auf der Basis von Mais ein entsprechendes Füllmaterial. Dieses wird zur Verpackung von Maschinen und Geräten sowie zum Auspolstern von Särgen verwendet. Es wirkt in Grenzen Feuchtigkeitsausgleichend, ist staubfrei und auf Grund seines geringen Gewichts problemlos handhabbar. Durch seine biologische Abbaubarkeit ist eine Rückführung in den Naturkreislauf über die Biotonne oder durch Kompostierung möglich.

Die Verwertungskette vom Anbau über die Verarbeitung und Verwendung bis zur Entsorgung ist nahezu CO₂-neutral.



Abbildung 29 Anlage zur Herstellung von Verpackungsmaterial in Littdorf



Abbildung 30 Anwendungsbeispiel

5.2.3 Kunststoffe mit Getreideanteil aus Tauscha

Die abnehmenden fossilen Ressourcen und die damit verbundenen steigenden Erdölpreise sind nur zwei Gründe für den Ersatz herkömmlicher Kunststoffe durch nachwachsende Rohstoffe.

Einsatzgebiete haben sie vor allem bei der Herstellung synthetischer Kunststoffe finden können, die mit nachwachsenden Rohstoffen aufgefüllt sind. Hier werden die Vorteile der guten Verarbeitbarkeit durch den synthetischen Kunststoff erreicht, die nachwachsenden Rohstoffe dienen als Füllstoff bzw. als Verstärkung.

Die CKT GmbH in Tauscha hat zusammen mit Partnern innerhalb eines PRO INNO-Projektes, Kunststoff-Compounds entwickelt, welche Zusätze aus Getreideprodukten in verschiedenen Aufbereitungsstufen beinhalten. Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und zur Verringerung der Wasseraufnahme wurden den Kunststoffen neben den Füllstoffen auch Additive zugegeben.

Die Compounds können auf herkömmlichen kunststoffverarbeitenden Maschinen verarbeitet werden, wobei spezielle Verarbeitungsparameter eingehalten werden müssen. Eine Untersuchung der Recyclingfähigkeit ergab, dass sich die Kunststoff-Getreide-Compounds problemlos werkstofflich recyceln lassen.



Abbildung 31 Eingesetzte Materialien und daraus hergestellte Compounds

Abbildung 32 Formteile aus Kunststoff-Getreide-Compounds

Die entwickelten Kunststoff-Getreide-Compounds zeigen eine füllstoffbedingte interessante und natürliche Optik und können in verschiedensten Branchen zum Einsatz kommen, wie z. B. in der Haushaltswarenindustrie, im Garten- und Landschaftsbau sowie in der Bauindustrie.

5.3 Verwertung von Pflanzenölen

Biologisch abbaubare Schmierstoffe und Hydrauliköle

Die biologische Abbaubarkeit kann ein entscheidender Vorteil von aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellten Produkten sein. Dabei werden die Produkte nach dem Gebrauch oder wenn sie in die Umwelt gelangen durch Mikroorganismen zu Kohlendioxid, Wasser und mikrobieller Biomasse oxidiert. Dieser Vorteil kommt insbesondere bei biologisch abbaubaren Schmierstoffen und Hydraulikölen zum Tragen, da hier oftmals durch reine Verlustschmierungen oder auch durch Leckagen Betriebsmittel in die Umwelt gelangen.

Für fast alle Anforderungen gibt es heute entsprechende Produkte, so z.B. Motoren-, Getriebe-, Schmier-, Hydraulik-, Spezial-, Multifunktions-, Kettensäge-, Schalöle oder Fette. Trotz überzeugender Vorteilswirkungen pflanzenölbasierter biologisch schnell abbaubarer Schmierstoffe und Hydrauliköle blieb der Anwendungsumfang in der Praxis bisher hinter den Möglichkeiten zurück. Die Gründe hierfür sind u.a. vergleichsweise hohe Kosten dieser Produkte, der Aufwand für die Umstellung der Maschinen und die ungenügende Kenntnis über die Vorteile des Einsatzes, die verfügbaren Produkte und deren qualitative Eigenschaften.

5.3.1 Pflanzenöl-basierte Produkte der Polychemie Limbach GmbH

Die Verwendung von pflanzlichen Ölen als Rohstoff für Synthesen und für die Herstellung verschiedener Produkte gewinnt zunehmend an Bedeutung. In Sachsen stellt u.a. die Firma Polychemie Limbach GmbH in Mühlau Präparationsmittel für Textilfasern, schnell biologisch abbaubare Schmierstoffe und Lampenöl auf der Basis von Rapsöl her.

Textilhilfsmittel kommen bei der Chemiefaserherstellung zum Einsatz, um unmittelbar nach der Fadenbildung auftretende Verarbeitungsprobleme zu verhindern. Dabei werden einerseits Präparationen für einen einwandfreien Fadenschluss und andererseits Spulöle für das Zwirnen und Umspulen verwendet. Die Firma Polychemie Limbach entwickelte ein Produkt auf der Basis von Rapsöl und dessen Derivaten, welches die Eigenschaften von bisher zwei separaten Textilhilfsmitteln vereint. Zu den überzeugenden Anwendungseigenschaften kommt die deutlich bessere biologische Abbaubarkeit gegenüber aus Mineralöl hergestellten Textilhilfsmitteln.

Ein weiteres Rapsöl basiertes Produkt der Polychemie Limbach GmbH ist Lampenöl (Abbildung 34). Im Vergleich zu konventionellen Mineralöl basierten Ölen kann hier das Vergiftungsrisiko, insbesondere für Kleinkinder, erheblich verringert werden.



Abbildung 33 Werksansicht Polychemie Limbach GmbH in Mühlau

Abbildung 34 Öllampe mit Rapsöl basiertem Lampenöl

Des Weiteren werden in Mühlau verschiedene schnell biologisch abbaubare Schmierstoffe und Hydrauliköl auf Rapsölbasis produziert. Ein Einsatzgebiet ist die Bauwirtschaft. Hier werden Schalungsöle verwendet, um nach dem Entfernen von Schalungselementen einwandfreie Flächen zu erhalten. Die Öle gelangen durch das Sprühen direkt in die Umwelt oder verbleiben an den hergestellten Betonflächen und Schalungselementen (Abbildung 35). Durch die Verwendung biologisch schnell abbaubarer Produkte werden hier erhebliche positive ökologische Effekte erzielt.



Abbildung 35 Schalungselemente auf einer Baustelle

5.3.2 Bioschmierstoffe im Forst; Forstbetrieb Friebe

Im Forst ist der Einsatz biologisch abbaubarer Betriebsstoffe bereits in größerem Umfang etabliert. Dies betrifft Sägekettenhaftöle, aber auch Schmierstoffe und Hydrauliköle. Auf Grund der ökologischen Sensibilität der Einsatzgebiete der Maschinen, aber auch einer vergleichsweise großen Gefahr von Havarien im Hydraulikbereich, kommen die Vorteile der biologischen Abbaubarkeit hier gut zum Tragen.

Ein Beispiel für den langjährigen erfolgreichen Einsatz in Sachsen ist der Forstbetrieb Friebe in Bobritzsch. Hier wurde bereits vor einigen Jahren begonnen, Maschinen auf biologisch abbaubare Betriebsmittel umzustellen. Dieser Maschinenpark umfasst nunmehr: Mobilschreitbagger, MB Trac, 2 Böschungsmähgeräte, 2 Traktoren Fendt Xylon, MAN LkW, Holzurückzug (Raupe), Harvester Neuson, Bagger Neuson.



Abbildungen 36 und 37 Einsatz von Maschinen mit biologisch abbaubaren Betriebsstoffen im Forstbetrieb Friebe

5.3.3 Bioschmierstoffe in Wasserkraftanlagen; Stahlbau Jörg Steinbrunner



Abbildungen 38 und 39 Bioschmierstoffe im Wasserkraftwerk

An der Zwickauer Mulde betreibt die Firma Stahlbau Jörg Steinbrunner zwei Wasserkraftanlagen. Diese können jeweils bis zu 500 kW Strom in der Stun-

de erzeugen. Die Jahresenergieerzeugung pro Anlage beträgt im Durchschnitt 2,5 Mio. kWh. Dieser umweltfreundliche Strom wird zur Eigenversorgung eingesetzt und der Überschuss ans öffentliche Netz abgegeben.

Im Jahr 2002 wurden die hydraulischen Antriebe, wie Rechenreiniger, Schützen und Stauklappen, auf synthetische Ester umgerüstet.

Dafür wurden je Wasserkraftanlage ca. 200 Liter Bio-Hydrauliköl benötigt; zuzüglich der gleichen Menge zur Spülung. Seit der Umstellung auf umweltfreundliche Hydraulikflüssigkeiten hat es keine Funktionsstörungen gegeben.

Des Weiteren wurden nach Freigabe durch den Getriebehersteller Flende beide Kegelradgetriebe auf Bioschmierstoffe umgestellt. Auch hierfür werden jeweils 200 Liter Hydrauliköl sowie die gleiche Menge Spülöl verwendet. Nach einer Einsatzzeit von mehr als 9.500 Betriebsstunden wurde das Bioöl ausgetauscht. Die Ölanalyse ergab, dass das Öl weiterverwendet werden kann. Das Ölwechselintervall konnte somit von 8.500 Stunden auf 16.000 Stunden erhöht werden, was einen Kostenvorteil erzielt. Beim Betrieb traten keine Schädigungen der Dichtungen auf.

Der große Vorteil der biogenen schnell abbaubaren Schmierstoffe liegt auf dem Umweltsektor. Hier fühlt sich der Betreiber der Wasserkraftanlagen im besonderen Maße verpflichtet, jegliche Gewässerverunreinigungen zu vermeiden.

5.4 Kosmetika und Pharmazeutika

5.4.1 Kräuteraanbau zur Herstellung pharmazeutischer Produkte in der Bombastus- Werke AG

Der Anbau von Kräutern hat in Sachsen vor allem auch im Erzgebirge eine lange Tradition. Mit den Bombastus - Werken in Freital wirkt hier eine Firma, die auf dem Gebiet des Anbaus und der Verarbeitung von Arzneipflanzen reiche Erfahrungen hat. Auf werkseigenen Flächen werden bereits seit vielen Jahren verschiedene Kulturarten, vorrangig jedoch Echter Salbei (*Salvia officinalis* L.), kultiviert. Die geerntete Ware wird in den Bombastus- Werken zu Tee, ätherischem Öl, Körperpflegemitteln und pharmazeutischen Zubereitungen verarbeitet.



Abbildung 40 Blätter des Echten Salbei

Abbildung 41 Produkte der Bombastus-Werke Freital

Der Kräuterhof Mildenau als Abteilung Pflanzensäfte der Bombastus-Werke AG ist ein weiteres Beispiel für den Anbau und die Verarbeitung von Heilpflanzen in Sachsen. Hier wird nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus ein breites Spektrum der verschiedensten Pflanzenarten zur Gewinnung medizinischer Presssäfte angebaut. Während die Verarbeitung von Arzneipflanzen sonst zumeist in getrocknetem Zustand erfolgt, benötigt man zur Herstellung von Presssäften frisches Pflanzenmaterial, aus dem direkt nach der Ernte gewaschen, zerkleinert und gepresst der Pflanzensaft gewonnen wird. Die arzneilich wirksamen Inhaltsstoffe liegen so schonend gewonnen im Endprodukt vor, wo sie ihre Wirkung voll entfalten können.

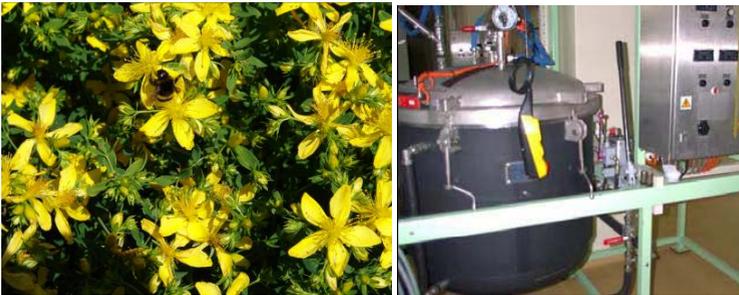


Abbildung 42 Johanniskraut – eines der Kräuter, die in Mildenau zu medizinischen Presssäften verarbeitet werden

Abbildung 43 Anlagendetail zur Gewinnung medizinischer Presssäfte in Mildenau

5.4.2 Anbau von Echter Kamille in der Öko Landbau GbR Linz

Echte Kamille ist eine seit alters her bekannte und vielfältig eingesetzte Heilpflanze. Kamilleblüten werden zur Bereitung von Tee, Bädern, Dampfbädern und Umschlägen verwendet. Geschätzt wird die entzündungshemmende, krampflösende, beruhigende und desinfizierende Wirkung. Kamillezubereitungen finden zumeist lokale Anwendung auf der Haut, auf Schleimhäuten und im Magen-Darm-Bereich. Toxizität, Nebenwirkungen sowie allergene Wirkungen sind als äußerst gering anzusehen. Eine Produktionslinie vom Anbau der Kamille über die Erstverarbeitung bis zum Endprodukt wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft aufgebaut. Der Kamilleanbau in landwirtschaftlichen Betrieben des Freistaates Sachsen wie z.B. der Öko Landbau GbR Linz wurde mit Arbeiten der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zum Anbauverfahren der Kamille unterstützt und wissenschaftlich begleitet. Versuche zur Aussaatstärke, Sortenwahl, zur Kalk- und Stickstoffdüngung, mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung, zur Modifizierung der Erntetechnik, der Minimierung der mikrobiologischen Belastung sowie zur Aufbereitung des Erntegutes trugen wesentlich zum Erreichen des hohen Qualitätsstandards der sächsischen Kamille bei.



Abbildungen 44 und 45: Ernte von Kamilleblüten; Kamilleblüten

5.4.3 Aufbereitung der Kamille in der Bell Flavors & Fragrances, Duft und Aroma GmbH

Die Verarbeitung der geernteten Kamilleblüten erfolgt u.a. bei Bell Flavors & Fragrances, Duft und Aroma GmbH in Miltitz (Abbildung 46). Diese Firma engagiert sich vor allem in Bezug auf die analytischen Untersuchungen, die Herstellung und Testung verschiedener Kamilleblütenextrakte sowie auf dem Gebiet der Qualitätssicherung.



Abbildung 46 Extraktionsanlagen bei Bell Flavors & Fragrances in Miltitz

Abbildung 47 Produkte der Florena Cosmetic GmbH

5.4.4 Verarbeitung der Kamille in der Florena Cosmetic GmbH

Die erzeugten Extrakte werden z.B. in der Florena Cosmetic GmbH Waldheim bei der Herstellung kosmetischer Produkte eingesetzt. Dies wurde nach der Einsatztestung und Modulation der Extrakte möglich (Abbildung 47). Im Zusammenwirken der genannten Partner entstand so eine funktionierende Linie vom optimierten landwirtschaftlichen Anbau der Echten Kamille über die Verarbeitung zu qualitativ hochwertigen Extrakten bis zum Einsatz in den Endprodukten Kosmetika.

5.5 Produkte aus tierischen Rohstoffen

Filze aus Schafwolle; Filzfabrik Wurzen GmbH

Die Filzfabrik Wurzen GmbH ist weltweit einer der traditionsreichsten Hersteller von Filzen. Das bereits 1783 gegründete Unternehmen nahm mit der Entwicklung der Pianofilze in der Mitte des 19. Jahrhunderts einen rasanten Aufschwung. Das Sortiment wurde im Laufe der Zeit ständig erweitert.

Unter Nutzung des Erfahrungsschatzes verknüpft mit heutiger moderner Technik wird ein umfangreiches Programm an klassischen technischen Wollfilzen sowie eine Vielzahl von Spezialfilzen gefertigt, die ihren Einsatz in unterschiedlichsten Industriezweigen und vielen Bereichen des täglichen Lebens finden.

Die Fertigung von Filzen für Musikinstrumente hat eine lange Tradition in der Geschichte der Firma. Auch heute werden die Filze dank ihrer hervorragenden Eigenschaften in vielen, vor allem in den besten Instrumenten namhafter Firmen eingesetzt.

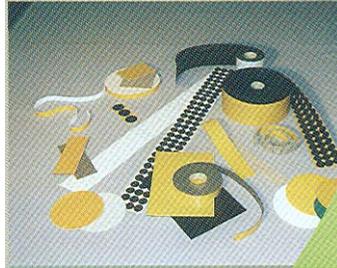
Stoffliche Verwertung nachwachsender Rohstoffe

Auf Grund seiner hohen Elastizität kommen die Filze auch bei unterschiedlichen Schlaginstrumenten zum Einsatz.

Durch die Verwendung verschiedener Wolltypen und Filzhärten gibt es unterschiedlichste Gestaltungsmöglichkeiten und unbegrenzte Möglichkeiten des Einsatzes.

Beispielhaft seien genannt:

- Schleif- und Polierfilze,
- Dichtungs-, Schmier und Unterlagenfilze,
- Filze für Musikinstrumente,
- Endlosfilze,
- Filze für spezielle Anwendungen.



Abbildungen 48 und 49 Produkte der Filzfabrik Wurzen GmbH

6 Öffentlichkeitsarbeit

Fachveranstaltungen:

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie organisiert Fachveranstaltungen für Landwirte, Berater, Wissenschaftler sowie weitere am Themenfeld Nachwachsende Rohstoffe Interessierte. Das Spektrum umfasst die gesamte Vielfalt der Themenbereiche von der Verwertung fester Biomasse und Biogas bis zu biogenen Kraft- und Schmierstoffen. Dabei spielen sowohl Fragen des Energiepflanzenanbaus und der Rohstoffbereitstellung, als auch der Verwertung, der Nachhaltigkeit der Verwertungslinien, der Wirtschaftlichkeit und der Anwendungsbedingungen eine Rolle. Das aktuelle Verzeichnis ist unter www.smul.sachsen.de/lfulg unter der Rubrik „Veranstaltungen“ einzusehen.



Abbildung 50 Mitteldeutscher Bioenergietag 2008 in Freiberg

Abbildung 51 Ölsaatenfest 2007 in Nossen

Informationsmaterialien

Im Rahmen der fachlichen Arbeit wird im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie eine Vielzahl von Informationsmaterialien zu den genannten Themen erarbeitet.

Die Materialien (Informationsblätter, Broschüren, Fachartikel) finden Sie ebenfalls im Internetangebot www.smul.sachsen.de/lfulg (weiter mit => Nachwachsende Rohstoffe bzw. unter der Rubrik "Publikationen").

Ausstellungen

Jährlich werden durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie mehrere Präsentationen zum Themenfeld Nachwachsende Rohstoffe bzw. zu Einzelthemen gestaltet. Die Zielstellung besteht in der Information der Bevölkerung über die Nutzungsmöglichkeiten, Vorteile und Perspektiven nachwachsender Rohstoffe sowie die Anwendungsbedin-

gungen entsprechender Produkte. Diese Präsentationen werden mit anschaulichen Modellen, Postern, Produkten und Informationsmaterialien gestaltet. Fachkundiges Standpersonal steht für Fragen zur Verfügung.



Abbildungen 52 und 53 Präsentation nachwachsender Rohstoffe zum Tag der Sachsen 2007 in Reichenbach

Abbildungsnachweis:

- Abbildung 1-4, 6-13, 27-30, 34, 35, 40-42, 44, 45, 50-53, Titelbilder, Abbildungen in Tabelle 1
Herr Dr. Grunert, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- Abbildung 5 Fotoatelier Schmidt Olbernhau /
Drechserei Spiegelhauer Hallbach
- Abbildung 14 ERRSA Energietechnik GmbH
- Abbildung 15, 16 Herr Hantschmann, Naundorf
- Abbildung 17 Sachsenmilch AG, Leppersdorf
- Abbildung 18 Choren Industries GmbH
- Abbildung 19-24 Frau Dr. Brückner, Herr Weiß, Frau Zschoche,
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und
Geologie
- Abbildung 25, 26 Kronoflooring GmbH
- Abbildung 31, 32 CKT GmbH, Tauscha
- Abbildung 33 Polychemie Limbach GmbH
- Abbildung 36, 37 Forstbetrieb Friebe
- Abbildung 38, 39 Spezialwasserbau Hoch- und Tiefbau Amerika GmbH
- Abbildung 43 Kräuterhof Mildenau GmbH
- Abbildung 46 Bell Flavors & Fragrances, Duft und Aroma GmbH
- Abbildung 47 Florena Cosmetic GmbH
- Abbildung 48, 49 Filzfabrik Wurzen GmbH

Impressum

- Herausgeber:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
- Internet:** www.smul.sachsen.de/fulg
- Redaktion:** Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie
Abteilung Pflanzliche Erzeugung
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
Dr. Michael Grunert, Sabine Mau
Telefon: 0341 91 74 – 147/ -156
Telefax: 0341 91 74 - 111
E-Mail: michael.grunert@smul.sachsen.de
- Bildnachweis:** siehe Seite 42
- Redaktionsschluss:** Juli 2008
- Auflagenhöhe:** 4.000 Exemplare
- Gestaltung, Druck:** Starke und Sachse Offsetdruckerei GmbH
Mozartallee 129
01558 Großenhain / Sachsen
- Bestelladresse:** siehe Redaktion

Die Broschüre entstand unter Mithilfe zahlreicher Co-Autoren, denen wir dafür Dank sagen.

Für alle angegebenen E-Mail-Adressen gilt:
Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische
Dokumente

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im
Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Par-
teien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet wer-
den. Dies gilt für alle Wahlen.