

**Energie**

**sinnvoll eingespart –**

**effizient genutzt –**

**nachhaltig produziert**

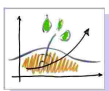
**Ein Energiecheck für landwirtschaftliche Betriebe**





Konzeption und ©

Büro für Bodenschutz  
&  
ökologische Agrarkultur

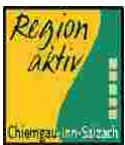


[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Text: Andrea BESTE, Frank MONDERKAMP, 2005

3. Auflage 06/2006

Die Entwicklung des Punktesystems entstand im Auftrag von:



Region aktiv  
Chiemgau-Inn-Salzach e.V.

Fotos/Abbildungen: BESTE wenn nicht anders angegeben

Abb. S. 12: <http://www.newfrontier.com/asheville/Biodiesel.gif>

Abb. S. 15 oben: [http://www.esv.or.at/esv/fileadmin/esv\\_images/paste\\_in/RTEmagicC\\_28\\_Waermepumpe-kl.jpeg.jpeg](http://www.esv.or.at/esv/fileadmin/esv_images/paste_in/RTEmagicC_28_Waermepumpe-kl.jpeg.jpeg)

# Inhalt

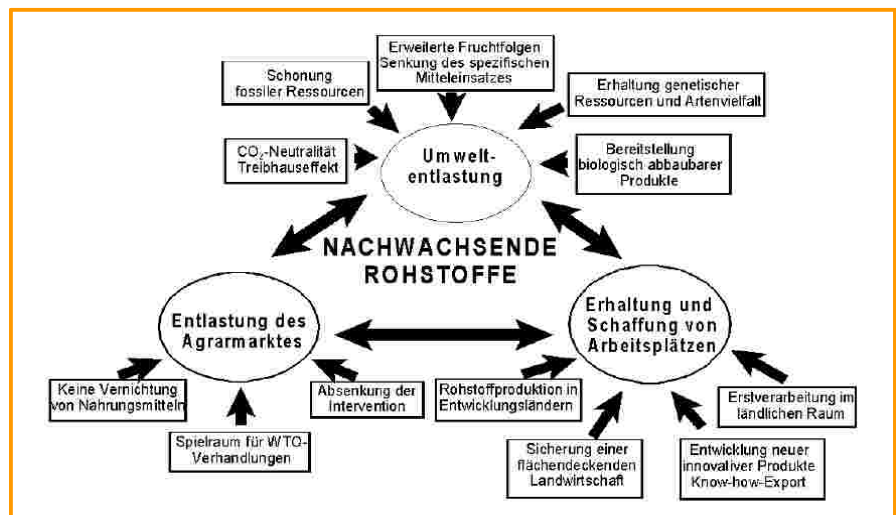
<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>DIE KRITERIEN DER BEWERTUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>ENERGIESPAREN – EFFIZIENZ ALS ENERGIEQUELLE (TABELLE 1-3) ....</b>	<b>3</b>
<b>Gebäude und Verhalten .....</b>	<b>3</b>
<b>Produktion und Verhalten.....</b>	<b>5</b>
<b>Energieberatung und Wartung.....</b>	<b>6</b>
<b>ENERGIEGEWINNUNG AUS BIOMASSE (TABELLE 4 UND 5) .....</b>	<b>7</b>
<b>Energiegewinnung aus Reststoffen .....</b>	<b>9</b>
<b>Anbau von Energiepflanzen .....</b>	<b>11</b>
<b>ENERGIEGEWINNUNG AUS SONNE, WIND UND WASSER     (TABELLE 6) .....</b>	<b>14</b>
<b>Sonnenenergie .....</b>	<b>14</b>
<b>Windenergie .....</b>	<b>14</b>
<b>Wasserkraft.....</b>	<b>14</b>
<b>ENERGIEGEWINNUNG AUS ERDWÄRME UND ABWÄRME     (TABELLE 7) .....</b>	<b>14</b>
<b>SCHLUSSWORT.....</b>	<b>15</b>
<b>ERLÄUTERUNGEN ZUR ANWENDUNG DES PUNKTSYSTEMS „BETRIEBSSPIEGEL ENERGIE“ .....</b>	<b>16</b>
<b>BETRIEBSBEISPIELE .....</b>	<b>18</b>
<b>BETRIEBSSPIEGEL ENERGIE.....</b>	<b>I</b>



## Einleitung

Die Nutzung erneuerbarer Energieträger hat in den letzten Jahren vor dem Hintergrund weltweit wachsender Energienachfrage und der damit verbundenen Umweltprobleme (Klimawandel, Hochwasserereignisse) erheblich an Bedeutung gewonnen. Neben den Energieträgern Sonne, Wind und Wasser bietet die Biomassenutzung eine attraktive Alternative für das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung und zählt genau wie diese zu den dezentralen Technologien, die vor Ort angepasst zum Einsatz kommen können. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung als CO<sub>2</sub>-neutrale Energiequelle und als aussichtsreiche Einkommenserweiterung in der Landwirtschaft erfreut sich daher immer größerer Beliebtheit und staatlicher Förderung. Sowohl eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energienutzung aus nachwachsenden Rohstoffen, als auch die Möglichkeit zur Einkommensdiversifizierung in der Landwirtschaft ist grundsätzlich zu begrüßen. Darüber hinaus gibt es sehr viele Erwartungen an den Anbau nachwachsender Rohstoffe und viele Annahmen über die Potentiale dieses Systems (s. Abb. 1).

**Abb. 1: Erwartungen an den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen.**  
Aus: FNR 2004



So wünschenswert die Produktion von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen ist, so ist nicht jede Form der Nutzung von Energie-

pflanzen auch nachhaltig effektiv und umweltverträglich. Eine Erzeugung von Energiepflanzen, die mit hohem Energieaufwand einher geht oder auf Kosten der Bodenfruchtbarkeit geschieht, ist weder effektiv, noch kann sie mit einer ökologischen Energienutzung gleichgesetzt werden. Für eine *nachhaltige* Energieversorgung aus Biomasse sollte daher auch immer die ökologische Gesamtbilanz der zur Anwendung kommenden Verfahren berücksichtigt werden<sup>1</sup>.

Der Verein Region aktiv Chiemgau-Inn-Salzach e.V. - der wie viele andere in Deutschland innerhalb des Programms „Regionen Aktiv – Land gestaltet Zukunft“ des BMVEL Netzwerke für eine nachhaltige Regionalentwicklung bildet, hatte die Idee, zu einem Wettbewerb aufzurufen und damit Mut zum nachhaltigen Umgang mit Energie im landwirtschaftlichen Betrieb zu machen. Der besondere Schwerpunkt des Konzepts sollte auf der Nachhaltigkeit und Umweltverträglich-

<sup>1</sup> EEA 2004

keit der Energieerzeugung und auf den Möglichkeiten zur Energieeinsparung liegen.

Das Büro für Bodenschutz und Ökologische Agrarkultur erarbeitete im Herbst 2005, das vorliegende Konzept für einen Energiewettbewerb, bei dem Energiesparen und -effizienz sowie die Nachhaltigkeit der Energiebereitstellung wichtige Beurteilungsfaktoren sind. Das Konzept entstand in Zusammenarbeit mit dem Ingenieur-Büro Monderkamp & Partner, Ottenstein das seit Jahren über große praktische Erfahrung in der Biogas-Beratung landwirtschaftlicher Betriebe verfügt.



## Die Kriterien der Bewertung

### Energiesparen – Effizienz als Energiequelle (Tabelle 1-3)

Mehrere Studien gehen davon aus, dass Energiesparen (= Energieverbrauch vermeiden) und Effizienzsteigerung (= Energieverbrauch pro Einheit Arbeitsleistung senken) nach wie vor die wichtigsten „Energiequellen“ darstellen<sup>2</sup>. Viele nebeneinander praktizierte Formen des Energiesparens und der Steigerung der Effizienz können unter Umständen vor Ort den CO<sub>2</sub>-Ausstoß effektiver vermindern als die Produktion von Energie aus Biomasse, Wind, Sonne oder Wasser<sup>3</sup>. Man sollte also das Potential des Energiesparens gegenüber dem Energieerzeugen nicht unterschätzen und das Eine nicht ohne das Andere tun.

### Gebäude und Verhalten

Am größten ist das Energieeinsparpotential bei Wohn- und Stallgebäuden. 50-70 Prozent der Heizenergie entweichen 1999 laut LOVINS/HENNICKE in Deutschland durch schlecht isolierte Wände, Dächer und Fenster. Der Renovierungstatbestand hat – trotz Förderung - seit dem nicht viel daran geändert, denn nur bei jeder fünften Renovierung kommt es zu einer „energetischen Sanierung“<sup>4</sup>. Daher sind beim Wohngebäude bei Dämmung und Heiztechnik die größten Einsparpotentiale gegeben<sup>5</sup>. Bei dieser Relation bekommt die Energiebilanz der eigenen Energieerzeugung deutlich Konkurrenz durch die Möglichkeiten zur Dämmung – zumal bei zunehmenden Heizkosten. Optimal ist natürlich beides. Thermostatventile und Heiztechnik auf dem neuesten Stand sollte Standard sein und die Fußbodenheizung gilt nach wie vor als eine sehr effiziente Wärmesenke. Mit Abstand am effizientesten ist natürlich ein Niedrigenergiehaus.

Ein anderer energieintensiver Bereich im landwirtschaftlichen Betrieb mit Tierhaltung ist die Stall-Lüftung bei geschlossenen Stallsystemen. Hier kann mit moderner Technik ebenfalls viel Energie gespart werden. Im Ferkelbereich gelten Strahler als besonders energiefressend und gleichzeitig als nicht ausreichend für die Wärmebedürfnisse der Ferkel. Hier macht Einstreu mit guter Dämmung oder eine Fußbodenheizung Sinn.<sup>6</sup>

Große Einsparmöglichkeiten gibt es auch durch energiebewusstes Verhalten sowohl im Haushalt, als auch im Betriebsablauf. Im Haushalt beispielsweise der konsequente Kauf von Energiespargeräten oder der Verzicht auf den Wäschetrockner. Allein der Strombedarf für Elektrogeräte macht etwa 10 Prozent des gesamten Energiebedarfs in Deutschland aus – ein großes Potential (s. Abb. 2).

<sup>2</sup> LOVINS/HENNICKE 1999, HENNICKE et al. 2001, BUND 2000b, ÖFÖ 2000b, THOMAS et al. 2003, UBA 2002, UBA 2004, HENNICKE/MÜLLER 2005

<sup>3</sup> LOVINS/HENNICKE 1999, UBA 1999a

<sup>4</sup> UBA 2002

<sup>5</sup> UBA 1999a, BUND 2000b, BUND ?

<sup>6</sup> UBA 1999a



Eine Kennzeichnungspflicht gibt es seit Anfang 2004 (siehe rechts) für Haushaltsgroßgeräte (wie Kühlgeräte, Gefriergeräte und deren Kombinationen, Waschmaschinen) sowie Elektroherde, Lampen für den Hausgebrauch und Klimageräte. Die Kennzeichnung umfasst im Wesentlichen eine Nennung des Energieverbrauchs (zum Beispiel Kilowattstunden je Kilogramm Wäsche im Standardwaschprogramm bei Waschmaschinen) sowie eine Zuordnung des jeweiligen Gerätes in eine von sieben Energieverbrauchsklassen. Die Energieverbrauchsklasse „A“ kennzeichnet sehr gute, die Klasse „G“ = sehr schlechte Geräte. Besonders empfehlenswert ist in diesem Zusammenhang das Beispiel von MIELE: Miele hat eine Waschmaschine entwickelt, die nicht nur mit normalem Trinkwasser, sondern zusätzlich auch mit Warm- oder sogar Betriebswasser wäscht (W 2525 WPS AllWater).

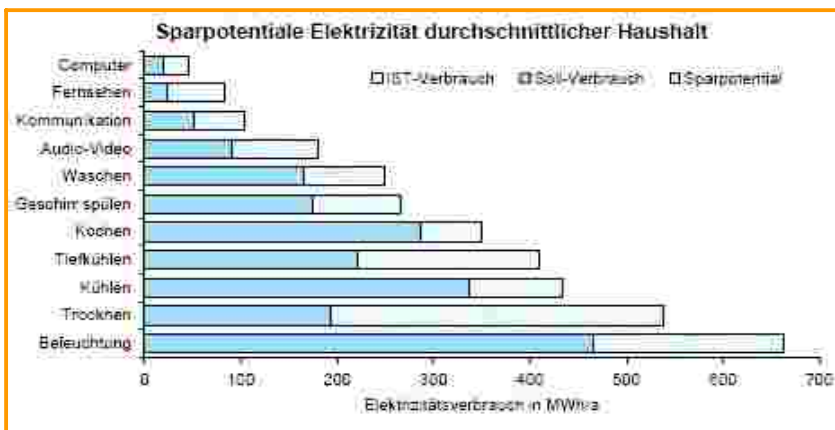
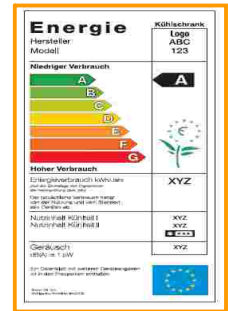


Abb. 2: Sparpotentiale im Haushalt im Bereich Elektrizität.

Quelle: SAFE 2005

Die Beachtung des Kühlmittels ist zwar nicht CO<sub>2</sub>- jedoch ebenfalls stark klimarelevant. In Kühlschränken wurden

FCKW sowohl im Kühlsystem als auch in der Schäumung (Isolierung) eingesetzt. Sie tragen in steigendem Maß zur Zerstörung der Ozonschicht bei. Statt die Produktion von halogenierten Kohlenwasserstoffen ganz aufzugeben und auf umweltfreundliche Alternativen umzustellen, setzte die Industrie zunächst auf teilhalogenierte H-FCKW als Ersatzkühlmittel. Doch auch diese Stoffe zerstören die Ozonschicht, wenn auch in weit geringerem Maße als FCKW. Inzwischen wird auch chlorfreies FKW propagiert, das, da chlorfrei, die Ozonschicht nicht angreift. FKW sind jedoch starke Treibhausgase (Klimaerwärmung). R134a z.B., das meist verwendete H-FKW (v.a. für Autoklimaanlagen) ist 3200mal klimawirksamer als CO<sub>2</sub>. Seit 1993 bieten führende Kühlschrankhersteller auch FKW-freie Modelle an. Mittlerweile gibt es für alle Kühl- und Gefriergeräte auch ozonschicht- und klimafreundliche Varianten<sup>7</sup>.

Auch der Stand-By-Betrieb vieler Geräte ist ein enormer Stromfresser. Das Umweltbundesamt hat ausgerechnet, dass die Leerlaufverluste in Deutschland sich jedes Jahr zu der Summe von mindestens 3,5 Milliarden Euro addieren.<sup>8</sup> Die

<sup>7</sup> [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de), [www.greenpeace.at](http://www.greenpeace.at)

<sup>8</sup> THOMAS et al. 2002, UBA 2004



Selbstversorgung mit eigenen Lebensmitteln, die vor allem Transportenergie spart ist ebenfalls nicht zu unterschätzen.

Besonders sinnvoll ist der Wechsel zu einem „Öko“-Stromanbieter. So entstammt jeder verbrauchte Strom auf dem Betrieb und im Wohnhaus aus regenerativer Energie.

Eine andere Möglichkeit zur Energieeinsparung durch Effizienzsteigerung ist zurzeit schwierig umzusetzen: Obwohl auch hier die Effizienzsteigerung größere Potentiale bei der Einsparung von CO<sub>2</sub> bietet als die Umstellung auf nachwachsende Kraftstoffe, entspricht die Energieeffizienz bei am Markt angebotenen/von Nutzern gefahrenen Fahrzeugen nicht dem Stand des technisch möglichen<sup>9</sup>. Sie wird entweder nicht umgesetzt oder – wenn Angeboten, aber im Anschaffungspreis teurer – nicht gekauft. Die Hybridtechnologie<sup>10</sup> hat sich z.B. bisher weder beim Angebot noch beim Kauf durchgesetzt<sup>11</sup>. Statt dessen werden Fahrzeuge immer größer und verbrauchen – auch aufgrund der inzwischen verbreiteten Klimaanlage, die ihrerseits aufgrund der H-FKW zur Klimaschädigung beitragen – immer mehr Energie. Im Schnitt verbraucht ein Auto bei eingeschalteter Klimatisierung rund 1 Liter Sprit mehr auf 100 km<sup>12</sup>. Besonders unsinnig ist auch die in Mode gekommene Verbreitung von Geländewagen in der Stadt oder für Nutzer, die nie eine gut geteerte Landstraße verlassen. Wegen der schlechten Überprüfbarkeit eines angemessenen Maßstabs (und weil größere PKWs in der Land- und Forstwirtschaft durchaus Sinn machen) wurde für den Verbrauch keine Kategorie bei der Punktvergabe gebildet. Bei Nutzung eines Hybridautos gibt es Bonuspunkte.

## Produktion und Verhalten

Die Produktion eigener Dünge- und Futtermittel über die N-Fixierung von Leguminosen sowie die Verminderung des Kraftstoffbedarfs bei der Bodenbearbeitung (bzw. des Bedarfs an Grundbodenbearbeitung überhaupt) durch die Nutzung der Wurzellockerung durch Zwischenfruchtgemenge beinhalten ebenfalls ein großes Energiesparpotential. Zusätzlich verbessern diese Maßnahmen noch Humusgehalt, Bodenstruktur, Nährstoffaustauschkapazität, Wasserhaushalt und Artenvielfalt im landwirtschaftlichen System<sup>13</sup>. Mit der Vollweide (von März bis November) als System kann ebenfalls erheblich Energie für Futterbereitstellung und Düngung gespart werden.<sup>14</sup>



<sup>9</sup> PETERSEN/DIAZ-BONE

<sup>10</sup> Neben dem Verbrennungsmotor gibt es einen Elektromotor für niedrige Geschwindigkeiten. Mit der Bremsenergie werden zusätzlich die Batterien wieder aufgeladen.

<sup>11</sup> VCD 2005

<sup>12</sup> WI 2003

<sup>13</sup> HAAS/KÖPKE 1994, HAAS et al. 1995, LOVINS/HENNICKE 1999, KÖ 200?, BESTE 2005

<sup>14</sup> ABL 2005



In diesem Zusammenhang ist es eine noch immer offene Frage, ob in der Landwirtschaft mit flächendeckendem ökologischem Landbau (durchschnittlich 60% weniger Energieverbrauch<sup>15</sup> bei höherer Humusreproduktion<sup>16</sup>) eventuell mehr Energie/CO<sub>2</sub> eingespart, als mit Biogasanlagen etc. erzeugt werden kann.

Einweichenanlagen für die Stallreinigung können die Nutzung von heißem Wasser überflüssig machen. Die Nutzung von Regen- und Schmutzwasser zur Fahrzeug- oder Stallreinigung spart ebenfalls viel Energie für die Wasseraufbereitung von Trinkwasser.<sup>17</sup> Ein sparsamer Fahrstil bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen ist eine weitere Möglichkeit, Energie zu sparen. Vorausschauende Fahrweise, rollen lassen und wenig bremsen kann den Kraftstoffverbrauch deutlich senken<sup>18</sup>. Aufgrund der schlechten Überprüfbarkeit wurde dieses Kriterium nicht ins Punktesystem aufgenommen.

Ein anderer Aspekt ist der Wechsel der Landnutzung: Wenn zur Produktion von Biomasse Landflächen, die jahrelang brach gelegen haben oder artenreiches Dauergrünland für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden, dann werden – neben der oft negativen Bilanz für Artenvielfalt und Bodenschutz - erhebliche Mengen CO<sub>2</sub> freigesetzt, die möglicherweise ausreichen, die Vorteile der Umstellung auf Energiegewinnung mit Biomasse wieder zunichte zu machen<sup>19</sup>.



## Energieberatung und Wartung

Für alle Arten der Energieerzeugung, -nutzung und -einsparung gilt, dass ihre Effektivität von einer möglichst optimal funktionierenden Technik abhängig ist. Ist diese nicht auf dem aktuellen Stand oder wird sie nicht richtig eingesetzt oder zu selten gewartet, dann sieht die Energie- und auch die Ökobilanz sehr schnell negativ aus. Daher sind Alter der Anlagen und Wartung sowie der Besuch einer Energieberatung ebenfalls wichtige Kriterien mit denen Punkte erlangt werden können.

---

<sup>15</sup> HAAS/KÖPKE 1994, HAAS et al. 1995, LOVINS/HENNICKE 1999, KÖ 200?

<sup>16</sup> EK 2004

<sup>17</sup> UBA 1999a

<sup>18</sup> VOLK zitiert in AID 2005a

<sup>19</sup> EEA 2004



## Energiegewinnung aus Biomasse (Tabelle 4 und 5)

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung als CO<sub>2</sub>-neutrale Energiequelle und als aussichtsreiche Einkommenserweiterung in der Landwirtschaft erfreut sich immer größerer Beliebtheit und staatlicher Förderung. Sowohl eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energienutzung aus nachwachsenden Rohstoffen, als auch die Möglichkeit zur Einkommensdiversifizierung in der Landwirtschaft ist grundsätzlich zu begrüßen. Es ist anzunehmen, dass eine starke Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus weit reichende und bisher nur schwer abzuschätzende Folgen auf die heute existierenden pflanzenbaulichen Anbausysteme und damit auf die Agrarlandschaft haben wird. Dies wird deutliche Auswirkungen auf die Funktionen des Landschaftshaushalts haben<sup>20</sup>.

Die Frage des umweltgerechten Anbaus von Biomasse zur Energieerzeugung ist leider in den letzten Jahren zu selten thematisiert und zu wenig erforscht worden. Politische Vergünstigungen (EEG) schafften mit dem Ziel einer ökologischen Energieerzeugung Rahmenbedingungen, infolge derer mangels Definition über eine umweltverträgliche Art und Weise der Energieerzeugung teilweise ungewollte Entwicklungen induziert wurden. Die verspätete Wahrnehmung der Nachhaltigkeits-Frage im Energiepflanzenanbau von Forschung und Politik wird letztlich in der Landwirtschaft ausgetragen. Hier wird nachkorrigiert werden müssen. Die landwirtschaftliche Beratung kann jedoch bisher mangels Daten und Informationen zu dieser Frage nur eingeschränkt Hilfestellung geben. Viele Fragen sind noch offen.

Bei der Betrachtung der Umweltverträglichkeit des Energiepflanzenanbaus spielt eine erhebliche Rolle, WELCHE Pflanzen angebaut werden und wie intensiv der Anbau ist. Schon 1999 wurde in einer Untersuchung des Wuppertal-Institutes eine Reihe von Kulturen nach einem eigens entwickelten und an öko-systemaren Zusammenhängen orientierten Kriterienraster analysiert, um die Möglichkeiten und Flächenpotentiale des Energiepflanzenanbaus im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft zu klären<sup>21</sup>. Dabei stellte sich heraus, dass z.B. Öllein aufgrund seiner guten Einflüsse auf den Standort und die Fruchtfolge positiv zu bewerten ist. Sonnenblumen weisen ebenfalls fördernde Einflüsse auf den Standort auf, haben allerdings auch hohe Ansprüche. Getreide wird als eingeschränkt empfehlenswert beurteilt, da aufgrund des hohen Fruchtfolgeanteils der landwirtschaftlichen Fläche ohnehin schon massive Resistenzprobleme bei Gräserherbiziden bestehen<sup>22</sup> und durch den intensivierten Anbau dem Ziel einer Erweiterung der Fruchtfolgen nicht entsprochen werden kann.

Raps und vor allem Mais bilden mit Abstand das Schlusslicht der untersuchten Früchte, da ihre Ansprüche hoch sind, die Auswirkungen auf den Standort mittel bis negativ und eine hohe Anfälligkeit hinzukommt, der in der Regel chemisch-

---

<sup>20</sup> ZALF 2005

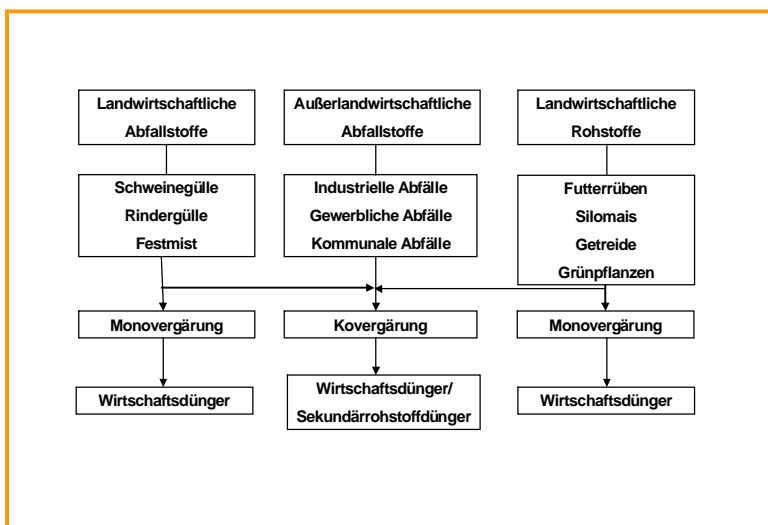
<sup>21</sup> LANGE 1998, WOLTERS 1999, BESTE/WOLTERS 2000

<sup>22</sup> SCHÄFER 2005



synthetisch begegnet werden muss, was die Ökobilanz der Energieerzeugung deutlich senkt. Auch der BUND hat hierzu 2000 entsprechende Positionen formuliert<sup>23</sup>. Neuere Untersuchungen bestätigen diese Ergebnisse und unterstreichen die Differenziertheit mit der der ökologische Nutzen beurteilt werden muss<sup>24</sup>. Vor allem der Humushaushalt darf nicht unberücksichtigt bleiben, da die aktuellen Bodenprobleme (Humusschwund und der Rückgang der biologischen Aktivität verstärken Verdichtung und Erosion und verringern die Infiltrations- und Speicherkapazität für Wasser<sup>25</sup>) die fatalen Folgen des Klimawandels (Extremregenfälle, Hochwassergefahr, Dürre) wesentlich verschärfen. Darüber hinaus ist Humus ein wichtiger CO<sub>2</sub>-Speicher und daher klimarelevant. Eine grundsätzlich richtige Hinwendung zu energetischer Reststoffnutzung und der Nutzung nachwachsender Rohstoffe als Ersatz für fossile Energien sowie der dadurch möglichen Einkommensdiversifizierung der landwirtschaftlichen Betriebe sollte nicht unter Inkaufnahme erhöhter Umweltbelastungen geschehen.

In der Landwirtschaft stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Biomassenutzung zur Verfügung: die Nutzung von Reststoffen und der Anbau von Energiepflanzen. Beispiel Biogas: In Biogasanlagen wird als Basissubstrat überwiegend Rinder- und/oder Schweinegülle sowie – abhängig von der Haltungsform – Festmist eingesetzt. Weiterhin kommen, wenn auch in geringerem Umfang, alle Arten von Geflügelexkrementen zum Einsatz. Stapelbare organische Reststoffe werden dabei als Kosubstrate in unterschiedlichen Mengenanteilen zugesetzt. Derzeit werden in über 90 % der landwirtschaftlichen Biogasanlagen neben tierischen Exkrementen Kosubstrate eingesetzt. Am häufigsten handelt es sich hierbei um Futterreste, Ernterückstände, nachwachsende Rohstoffe/ Energiepflanzen, Fettabscheiderinhalte, Speiseabfälle sowie Bioabfall aus industriellen und kommunalen Quellen (s. Abb. 3).



**Abb. 3: Substrate für landwirtschaftliche Vergärungsanlagen.**

Quelle: WEILAND in FNR 2000b

Bei nahezu allen landwirtschaftlichen Biogasanlagen wird die Nassvergärung eingesetzt. Verfahren werden meist dann als Nassvergärung bzw. -fermentation bezeichnet, wenn der TS (Trockensubstanz)-

<sup>23</sup> BUND 2000a

<sup>24</sup> BMU 2003, SCHEFFER 2003, EEA 2004, BESTE 2005, BFN 2005, HÄUSLING 2005, KEMPKENS 2005, NABU 200?, 2005, PAULSEN 2003, 2004, REINHARD/SCHEUREN 2004, REINHARD/GÄRTNER 2005, RODE 2005, SCHEFFER 2005, SERGIS-CHRISTIAN/BROUWERS 2005, s. hierzu auch das laufende ZALF-Querschnittsprojekt Energiepflanzen

<sup>25</sup> LFL 2003, BESTE 2005

Gehalt der Substrate 15 % nicht überschreitet. Die Substrate bzw. Substratgemische sind pumpfähig. Bei der Nassvergärung handelt es sich nahezu ausschließlich um kontinuierliche Verfahren. Als Trockenvergärung bzw. -fermentation bezeichnet man Verfahren die stapelbare Substrate bzw. Substratgemische mit TS-Gehalten über 15 % bis hin zu 35 % und auch darüber verarbeiten. Hierbei handelt es sich meist um diskontinuierliche Verfahren.<sup>26</sup> Verfahren zur Trockenvergärung werden derzeit primär im Bereich der kommunalen Bioabfallbehandlung eingesetzt.

### Energiegewinnung aus Reststoffen

Bei der Nutzung von Reststoffen (Gülle, organische Abfälle, pflanzliche Reststoffe wie Heu, Stroh, Heckenschnitt, Altholz etc.) ist zu berücksichtigen, ob die Stoffe belastet sind (tierische Krankheitserreger, Futtermittel, Tierarzneimittel, Biozide, Schwermetalle, bei Altholz: Behandlungsmittel etc.) und wie sich dies auf den Fermentations-Prozess und die Düngerqualität - bzw. den Verbrennungsprozess und die Schadstoff-Freisetzung - auswirkt<sup>27</sup>. Während die Umweltverträglichkeit bei der Verbrennung über Verordnungen schon weitgehend gesetzlich geregelt ist<sup>28</sup>, gibt es zur Wirkung der fermentierten Dünger auf den Boden und die so gedüngten Pflanzen (Wirkung auf Bodenstruktur und -biologie, Arzneimittel, pathogene Mikroorganismen, Pflanzeninhaltsstoffe, Futterqualität etc.) zwar Rahmengesetze und Verordnungen (u.a. DüMG, DüMV, DüV), jedoch – wie bei anderen Düngerarten auch - noch viel zu wenig Erkenntnisse zur Beurteilung der Nachhaltigkeit des Einsatzes. Hier spielt z.B. der Schwermetall-Eintrag aus Futtermitteln und der Kupfereintrag aus der Klauenpflege oder der Ferkelaufzucht eine Rolle sowie die störenden Einflüsse von Desinfektionsmitteln und Antibiotika auf die Mikroorganismen (Biogas-Prozess und Boden) und die Erhöhung der Resistenz bei Keimen durch die Anreicherung im Kreislauf<sup>29</sup>. Es besteht enormer Forschungsbedarf<sup>30</sup>.



Neben einem Verbot der prophylaktischen Antibiotika-Anwendung spielen hal- tungsbedingte prophylaktische Maßnahmen zur Tiergesundheit eine große Rolle bei der Verminderung des Mitteleinsatzes. Artgerechte Stallvarianten, die Produktion eigenen Futters sowie die Weidehaltung sind hier positiv zu beurteilen<sup>31</sup>.

Aktuell wird das Problem *krankheitserregender Clostridien* stark diskutiert. Ergebnisse von optimal laufenden Biogas-Prozessen in Forschungsversuchen mit definierten Gärsubstraten beruhigen einerseits, die Realität sieht bei in der Praxis häufig nicht optimal laufenden Anlagen (z.B. durch nicht geeignetes Gärsubstrat)

<sup>26</sup> FNR 2000a, FNR 2005

<sup>27</sup> BUND 2000A, MONDERKAMP 2003, BSUGV 2004, MONDERKAMP 2005; LFL 2005b

<sup>28</sup> BMU 2002

<sup>29</sup> MONDERKAMP 2005, KTBL 2005b

<sup>30</sup> REINHARD/SCHEURLEIN 2004, KTBL 2005b

<sup>31</sup> KTBL 2005b

oft anders aus. Für den sensiblen mikrobiologischen Prozess ist häufig zu wenig Erfahrung und/oder qualifizierte Beratung vorhanden. Oft werden die Biogasanlagen auch zu groß konzipiert und sollen dann mit nicht geeignetem Gärsubstrat ausgelastet werden<sup>32</sup>.

Biogas-Gülle stellt - mehr noch als nicht fermentierte Gülle - einen schnell wirksamen und direkt pflanzenverfügbaren Dünger dar<sup>33</sup>. Dies wird als mobile Düngermöglichkeit für (vor allem viehlose) Betriebe des ökologischen Landbaus von einigen Publikationen begrüßt<sup>34</sup>. Es ist allerdings unter Bodenschutz-Aspekten sehr kritisch zu sehen und außerdem verwunderlich, weil es dem bodenfruchtbarkeits-fördernden Prinzip des ökologischen Landbaus widerspricht (Bodenfütterung statt Pflanzenfütterung).

Um die Fruchtbarkeit eines Ackerbodens aufrecht zu erhalten, müssen Bakterien, Pilze und Bodentiere ihre Tätigkeit durchführen können. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung, die Speicherung und Freisetzung von Nährstoffen, die Erhöhung der Filtereigenschaften sowie Aggregat- und Gefügebau und Stabilisierung. Beim Einsatz schnell pflanzenverfügbarer Dünger werden viele Stoffwechselprozesse übersprungen und infolgedessen auch viele ihrer positiven Wirkungen. Hinzu kommt, dass den Mikroorganismen durch vereinfachte Fruchtfolgen und das Fehlen der Vegetation über längere Zeiträume nach der Ernte ebenfalls organisches Material fehlt, wenn kein intensiver Zwischenfruchtbau praktiziert wird. Die auf dem Acker verbleibenden Erntereste können das Fehlen organischen Materials alleine nicht ausgleichen. Das Bodenleben verliert auf diese Weise seinen „Arbeitsauftrag“.<sup>35</sup>



Viele Studien weisen darauf hin, dass ein Mangel an Humus und ein Rückgang der biologischen Aktivität in unseren Böden und die aktuellen Probleme wie Bodenerosion und -verdichtung sowie Hochwasser-Intensivierung und -häufung stark zusammenhängen<sup>36</sup>. Um eine langfristige Bodenfruchtbarkeit zu gewährleisten und den - darüber hinaus klimarelevanten - Humusaufbau zu unterstützen, brauchen wir daher nicht einen Übergang zur schnell wirksamen Flüssigdüngung der Pflanze (mit kaum bodenstruktur- und humusbildender Wirkung) im ökologischen Landbau, sondern einen vermehrten Einsatz von feststofflichen bodendüngenden und humusbildenden Düngemitteln in der landwirtschaftlichen Bodennutzung allgemein<sup>37</sup>. Untersuchungen zur Verbesserung gestörter Bodenfunktionen zeigen hoch positive Ergebnisse für Qualitäts-Kompost<sup>38</sup>. Diesbezüglich hat das grobe

<sup>32</sup> MONDERKAMP 2003, 2005, KEMPKENS 2005

<sup>33</sup> MEBNER 1988, PHILLIP 1998, AID 2005b

<sup>34</sup> PAULSEN/RAHMANN 2004, STINNER et al. 2003, 2005, RAUBUCH 2005

<sup>35</sup> BESTE 2005

<sup>36</sup> detailliert in BESTE 2005

<sup>37</sup> BMELF 1991, 1992, SCHELLER 2000, EK 2004, BESTE 2005

<sup>38</sup> detailliert in BESTE 2005



Material der Trockenfermentation unter Umständen ein höheres Bodenfruchtbarkeits-Potential. Hierüber sind zur Zeit keine Forschungsergebnisse verfügbar. Über den Stellenwert der Biogas-Gülle und mögliche negative oder auch positive Wirkungen auf den Boden ist ebenfalls wenig bekannt. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Biogas-Gülle - richtig behandelt - durchaus positive und - falsch behandelt - deutlich negative Wirkungen auf den Boden, die Pflanzen/Futterqualität und Tiergesundheit haben kann<sup>39</sup>. Praxiserfahrungen zeigen, dass die Stabilität des mikrobiologischen Gärprozesses und die Qualität der Gülle sich bei einer Behandlung mit effektiven Mikroorganismen verbessern können. Auch positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit waren zu beobachten<sup>40</sup>.

Die Energieausbeute ist bei der zweistufigen Vergärung<sup>41</sup> (Zellaufschluss in der ersten Stufe - dieser kann auch schon durch Maßnahmen am Tier erfolgen<sup>42</sup> oder 1. Säurephase in der ersten Stufe) und mit einem Nachgärbehälter<sup>43</sup> höher.

Die Energieausbeute der Trockenfermentation ist um etwa 20 % geringer als bei der Nassfermentation. Durch den einfachen Betrieb im Batch-Verfahren (englisch: Schub, Charge) bietet sie aber durchaus Vorteile: Nutzung von Material, das nicht nass vergoren werden kann (z.B. holziger, grober Grünschnitt) und die diskontinuierliche Beschickung in kleinen Chargen erzeugt bei Gärfehlern keine größeren Probleme<sup>44</sup>.

## Anbau von Energiepflanzen

Der Anbau von Energiepflanzen für die Zufütterung zum Gärprozess, um die Methangasausbeute zu erhöhen und eine bessere Auslastung der Anlagen zu bewirken oder aber als Kraft- und Brennstoff-Lieferanten, kann ebenfalls sowohl deutlich positive als auch deutlich negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. Je nachdem welche Energiepflanzen angebaut werden, in welcher Fruchtfolge und Dünger- und Pflanzenschutzintensität. Weite Fruchtfolgen (4-gliedrig und mehr) oder der Anbau in Mischkulturen (z.B. Leindotter mit Sommergerste) oder Gemengen (Klee- oder Luzernegrass) sowie der Anbau von eher humusbildenden und fruchtfolgeauflockernden Energiepflanzen (Zwischenfruchtgemenge, Klee- und Luzernegrass, Lein, Sonnenblumen) sind unter den Gesichtspunkten des Pflanzenschutzmanagements, der Förderung der Bodenfruchtbarkeit, des Humusaufbaus, der Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion und der Förderung der Artenvielfalt positiv zu bewerten<sup>45</sup>. Die Wirtschaftlichkeit ist dabei nicht



<sup>39</sup> LUTZENBERGER 1997, PHILLIP 1998, BALMER 2001, KEMPKENS 2005, 2005b, MONDERKAMP 2003, 2005

<sup>40</sup> HIGA/PARR 1994, HUSSAIN/ZIA 2000, SANGAKKARA/HIGA 2000, MONDERKAMP 2003

<sup>41</sup> HENNICKE et al. 2001, KEMPKENS 2005

<sup>42</sup> MONDERKAMP 2003

<sup>43</sup> KEMPKENS 2005

<sup>44</sup> FNR 2004, JANZING 2005

<sup>45</sup> KTBL 1998, BESTE/WOLTERS 2000, BUND 2000A, FNR 2000a, BMU 2003, PAULSEN 2003, 2004, REINHARD/SCHEURLEN 2004, BESTE 2005, BFN 2005, BRAUN 2005, HÄUSLING 2005, KEMPKENS 2007, KÖ 2007, NABU 2005, RODE 2005, SERGIS-CHRISTIAN/BROUWERS 2005

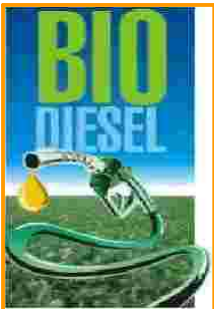


grundsätzlich schlechter als bei überwiegender Nutzung von Mais- oder Weizen-silage und Raps<sup>46</sup>. Gerade beim Mischfruchtanbau wirkt sich der geringere Energieeinsatz pro Frucht wirtschaftlich und von der Energiebilanz her positiv aus<sup>47</sup>. Hier sind – im Gegensatz zur Nahrungsmittelproduktion - eine Vielzahl von Möglichkeiten gegeben, da das Endprodukt bei der energetischen Nutzung (bis auf die Produktion von RME, Raps-Methylester = „Bio-Diesel“ oder bei Ethanol) nicht sorten- oder artenrein sein muss<sup>48</sup>. Auch der Pflanzenschutzmitteleinsatz kann auf diese Weise reduziert werden. Der Anbau im Zweikulturnutzsystem, bei dem die Pflanzen vor der Vollreife geerntet werden, um den Anbau einer zweiten Kultur zu ermöglichen ist eine weitere Möglichkeit, die Wirtschaftlichkeit *und* die Artenvielfalt zu erhöhen. Das System beinhaltet mit entsprechenden Sorten und auf einem gut wasserversorgten Standort viele positive Umweltfaktoren und eine hohe Flächenproduktivität<sup>49</sup>.

In jedem Fall ist sicherzustellen, dass durch einen Energiepflanzenanbau keine negative oder zu niedrige Humusbilanz entsteht<sup>50</sup>. Daher ist im Punktesystem für die Einhaltung einer positiven Humusbilanz – nachzuweisen mit der Humusbilanz-Methode der VDLUFA - ein eigener Punktbonus verankert.

Die durch die Umwandlung von Feldfrüchten in Biokraftstoffe für Verkehrszwecke (RME/Biodiesel, Pflanzenöl, Ethanol) bewirkten Energieeinsparungen und die dadurch erzielte Reduzierung der Treibhausgase sind deutlich niedriger als bei anderen Arten der Energiegewinnung aus Biomasse. Dies erklärt sich daraus, dass für Anbau und Umwandlung von Biomasse in geeignete Kraftstoffe einiges an Energie benötigt wird (Energieaufwand in der Reihenfolge: Ethanol > RME/Biodiesel > Pflanzenöl), wodurch der Netto-Energiegewinn geringer ausfällt.

Die Direktverbrennung von Biomasse in einem Elektrizitätswerk hat im Vergleich dazu eine höhere Energieeffizienz.<sup>51</sup>



Der Anbau von Energiepflanzen für die Kraftstoffproduktion in Flächenkonkurrenz zu anderen Energieerzeugungsmöglichkeiten aus Biomasse wird daher von der Europäischen Energieagentur nicht empfohlen. Der weit überwiegende Anbau von Raps für die RME/Biodiesel- oder Rapsöl-

Produktion ist aus phytosanitären sowie Gewässer- und Bodenschutzgründen äußerst kritisch zu sehen (aktuell werden bundesweit auf 1,3 Millionen ha Raps angebaut – mehr als die Hälfte für RME/Biodiesel). Die - ökologisch begründete Steuerbefreiung – hat hier kaum noch Berechtigung und wird nicht lange aufrecht zu erhalten sein. Landwirte sollten sich nicht zu sehr auf die Produktion von Biodiesel konzentrieren und früh nach anderen Einkommensmöglichkeiten

<sup>46</sup> WALLA 2005, LFL 2005a

<sup>47</sup> PAULSEN et al. 2003, 2004

<sup>48</sup> FNR 2000a

<sup>49</sup> WERNER et al. 2005

<sup>50</sup> BUND 2000A, FNR 2000a, LFL 2003, EEA 2004, EK 2004, REINHARD/SCHEURLEIN 2004, BESTE 2005, NABU 2005

<sup>51</sup> EEA 2004



Ausschau halten<sup>52</sup>. Der Anbau von Ölpflanzen (nicht nur Raps) für den Eigenbedarf ist - wenn energieeffizient - demgegenüber günstig zu bewerten.

Bei der Verwendung von Energiepflanzen für die Kraftstoffentwicklung wird die Energiebilanz bei der Ganzpflanzen-Verwertung im BtL-Verfahren (Biomass to Liquids) oder auch SunFuel-Verfahren zur Zeit höher bewertet (ohne Mischfruchtanbau!), als die alleinige Nutzung des Pflanzenöls<sup>53</sup>.

Bei der Nutzung als Brennstoff ist ebenfalls auf eine ausreichende Nährstoffrückführung und ausgeglichene Humusbilanz sowie bei Holz auf nachhaltige Waldwirtschaft zu achten<sup>54</sup>. Beispiel: Das FSC-Zertifikat (Forest Stewardship Council) ist zur Zeit das einzige weltweit anwendbare, glaubwürdige Siegel für eine kontrolliert umweltgerechte Waldwirtschaft. Zu den FSC-Qualitätskriterien gehören der grundsätzliche Verzicht auf Kahlschläge, die Erhaltung von Wäldern mit hohem Schutzwert, die Ausweisung unbewirtschafteter Waldbestände, der Vorrang für die Naturverjüngung und der Verzicht auf chemische Biozide. Über die Kriterien und die Vergabe des FSC-Siegels entscheidet in Deutschland die FSC-Arbeitsgruppe, in der Umweltverbände, Holzwirtschaft und Gewerkschaften vertreten sind. In Deutschland sind inzwischen 500.000 Hektar Wald nach FSC-Kriterien zertifiziert. Das Bundesumweltministerium setzt sich dafür ein, dass eine umfassende FSC-Zertifizierung der Bundesforsten auf den Weg gebracht werden kann.<sup>55</sup>



Ebenso ist die Abgasentwicklung zu berücksichtigen, die bei Halmgutfeuerungen gegenüber Holzbrennstoffen ungünstiger ist<sup>56</sup>. Darüber hinaus spielt der technische Stand der Anlagen eine entscheidende Rolle und besonders die Vortrocknung/Lagerung des Brenns substrats. Sie kann die Energieausbeute erheblich verringern<sup>57</sup>. Beim Zukauf von Holz, Stroh oder Pellets senkt der Energieaufwand für Transport und Produktion die Energiebilanz (bei Pellets beträgt der Energieaufwand mindestens 4-6% der Brennstoffenergie<sup>58</sup>), weshalb Eigenproduktion von Vorteil ist, wenn sie auf aktuellem technischen Stand ist. Kurzumtriebsplantagen sind schwierig zu beurteilen. Sie stellen hohe Ansprüche an Boden und Wasserverfügbarkeit, können als Monokultur-Plantagen negative aber in der Nutzungsvariante Niederwald oder Landschaftsstrukturelement mit unterschiedlichen Baumarten auch sehr positive Wirkungen haben<sup>59</sup>. Durch die Verwendung von Heckenschnitt kann ein Zusatznutzen für die Landschaftspflege erreicht werden<sup>60</sup>.

<sup>52</sup> UBA 2002, EEA 2004, VCD 2005

<sup>53</sup> FNR 2005, BAITZ et al. 2004

<sup>54</sup> REINHARD/SCHEURLIN 2004, BFN 2005, NABU 2005, WINKEL/VOLZ 2005

<sup>55</sup> [www.bmu.de](http://www.bmu.de), [www.innovations-report.de](http://www.innovations-report.de)

<sup>56</sup> FNR/BMVEL 2003

<sup>57</sup> FNR 2000a

<sup>58</sup> FNR 2000a

<sup>59</sup> FNR 2000a, METTE 2005

<sup>60</sup> METTE 2005



## Energiegewinnung aus Sonne, Wind und Wasser (Tabelle 6)

### Sonnenenergie

Entsprechen die Anlagen dem aktuellen technischen Stand, dann sind Photovoltaik-Anlagen oder Sonnenkollektoren eine sehr umweltfreundliche Form der dezentralen Energieerzeugung.

### Windenergie

Da die aktuell diskutierten Probleme der Beeinträchtigung des Landschaftsbilds und des Schattenwurfs auf benachbarte Wohngebäude bei einzelnen Windkraftanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben wenig gegeben sind, kann der Betrieb einer Windkraftanlage zunächst positiv bewertet werden. Eine unkoordinierte Aufstellung von vielen Privatanlagen kann für das Landschaftsbild aber ein Problem werden (Stichwort Tourismus). Das Konfliktpotential sollte nicht unterschätzt werden. Vogelschutztechnisch sind Einzelanlagen weniger problematisch. Relevante Unterschiede zu Sende- oder Freileitungsmasten wurden nicht festgestellt<sup>61</sup>. Die Nähe zu vogelreichen Naturschutzgebieten oder Biosphärenreservaten wird von Naturschutzgruppen nicht günstig gesehen<sup>62</sup>. Andererseits stellt die



Windkraft eine wichtige Säule des Umbaus der Energieversorgung auf regenerative Energien dar. Hiermit sind allerdings vor allem Großanlagen an günstigen Standorten gemeint.<sup>63</sup>

### Wasserkraft

Die Nutzung von Energie durch Wasserkraft macht energetisch erst ab 100 kW Leistung Sinn und birgt beim Umbau naturnaher Gewässer Konflikte mit dem Gewässerschutz<sup>64</sup>. Daher sind die Reaktivierung und der fischgerechte Ausbau vorhandener Alt-Anlagen einer Neuanlage vorzuziehen.

## Energiegewinnung aus Erdwärme und Abwärme (Tabelle 7)

Die Nutzung von Erdwärme macht energetisch vor allem als optimiert geplante Anlage beim Neubau und mit einer Fußbodenheizung als Wärmesenke Sinn. Ansonsten wird die CO<sub>2</sub>-Bilanz gegenüber anderen Heizsystemen (bis auf Ölheizungen) wegen der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung bisher nicht als klar positiv beurteilt<sup>65</sup>.

---

<sup>61</sup> FISCHEDICK/NITSCH 2004

<sup>62</sup> BUND 2001

<sup>63</sup> LOVINS/HENNICKE 1999, UBA 2002, FISCHEDICK/NITSCH 2004, HENNICKE/MÜLLER 2005

<sup>64</sup> DAHLMANN/RASPER 1996, UBA 2001, BUND 2002

<sup>65</sup> UBA 1999b



Besonders der Gas-Brennwert-Kessel schnitt bisher besser ab<sup>66</sup>. Wichtig ist die Art der Strombereitstellung für die Pumpe. Sie entscheidet über einen großen Teil der Ökobilanz<sup>67</sup>. Wärmepumpen deren Strom aus regenerativen Energiequellen kommt (Ökostromanbieter) sind daher günstig zu bewerten. Die Abwärmeebenutzung bei der Milchkühlung wird bei angepasstem Brauchwasserbehälter mit guter Dämmung und kurzen Leitungen als positiv gewertet<sup>68</sup>. Im übrigen gilt wegen des Strombedarfs der Pumpe das gleich wie für die Erdwärme-Nutzung.



## Schlusswort

Insgesamt ist noch offen, mit welchen Kulturen und Fruchtfolgen und mit welcher Bewirtschaftungsintensität ein wirtschaftlich, ökologisch, und sozial nachhaltiger Energiepflanzenanbau in Deutschland etabliert werden kann. Abgesehen von der Umweltverträglichkeit sind die Flächenkonkurrenz der unterschiedlichen Bodennutzungen (Energiepflanzenanbau versus nachhaltiger Nahrungs- und Futtermittelanbau, Gewerbe-, Verkehrs- und Siedlungsflächen, Naturschutzflächen etc.) und viele technische Fragen noch ungeklärt<sup>69</sup>. Auch muss – genau wie beim Nahrungsmittelanbau – dem Landwirt ein fairer Preis gezahlt werden. Da der Schutz von Umwelt- und Landschaftsfunktionen in der ökonomischen Kalkulation nicht per se Berücksichtigung findet (und der Landwirt oft das wirtschaftliche Nachsehen hat, wenn er es trotzdem tut), muss er dort verankert werden. Ein liberalisierter Markt (ob Nahrungsmittel oder Energie) ist nicht von sich aus umweltverträglich. Wenn eine Gesellschaft eine umweltverträgliche Produktion will, muss sie sich auch zur Definition von Rahmenbedingungen und fairen Preisen entscheiden.

Regionale Zusammenschlüsse verschiedener Interessensgruppen zeigen positive Ansätze, die ein PLUS an wirtschaftlicher Sicherheit und Umweltverträglichkeit beinhalten, wie z.B. das Projekt „Regionalstrom Bodensee-Oberschwaben“<sup>70</sup>, oder die energetische Nutzung der schleswig-holsteinischen Knicks (Wallhecken)<sup>71</sup>.

Eine sehr schöne Zusammenstellung von Einkommensmöglichkeiten und neuen Wegen (inklusive Energieproduktion) findet sich in der ABL-Veröffentlichung: „Zukunftshöfe. Einkommenskombinationen und neue Wege für die Landwirtschaft.“<sup>72</sup>

<sup>66</sup> ÖKOTEST 2000

<sup>67</sup> LEVEN et al. 2001

<sup>68</sup> UBA 1999a

<sup>69</sup> LANGE 1998, WOLTERS 1999, BESTE/WOLTERS 2000, UBA 2002

<sup>70</sup> MILLER/WALSER 2005

<sup>71</sup> METTE 2005

<sup>72</sup> ABL 2005



## Erläuterungen zur Anwendung des Punktsystems „Betriebsspiegel Energie“

Die Erstellung des Punktesystems orientierte sich zunächst am Schema des „Öko-Punkte-Systems Niederösterreich“<sup>73</sup> (NÖV 2004) und dem „Ökologischen Betriebsspiegel“ nach OPPERMANN (2001). Vergleichbar mit diesen Bewertungssystemen wurde in vereinfachter Form ein „Betriebsspiegel Energie“ erstellt. Das Punktesystem ist in die Bereiche *Energieeinsparung* und *Energieerzeugung* gegliedert, die wiederum in die möglichen Unterbereiche (Betrieb, Haus; Biomasse, Wind etc.) untergliedert sind.

**Jede Maßnahme zum Energieeinsparen und zur Energieerzeugung hat einen festen Punktsatz, der rein rechnerisch aufgrund fehlender Berechnungs-Daten nicht in genau kalkuliert ist, sondern nur in grober Relation steht. Auch die Größenordnung von Anlagen ist nicht berücksichtigt, da unterschiedlich große Betriebe mit ungleichen Kapitalausstattungen teilnehmen können und kleine Betriebe, die energieeffizient wirtschaften dadurch benachteiligt worden wären.**

**Ziel ist, ein energiebewusstes Verhalten in möglichst vielen Bereichen und eine vorbildlichen Durchführung der Energieerzeugung zu belohnen. Aus diesem Grunde gibt es auch keine Minuspunkte. Ziel ist eine Sensibilisierung für die Möglichkeiten energieeffizienten Wirtschaftens nicht eine Berechnung jedes Betriebs.**

Das Hauptkriterium für die Punktstaffelung ist das **CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential** mit den Stufen:

- sehr wirksam,
- wirksam,
- weniger wirksam

Dieses wurde durch die **im Erläuterungs-Text beschriebenen Kriterien für Effizienz und Umweltverträglichkeit** ergänzt

und mit einer dritten Kriterien-Schablone nochmals differenziert:

- technisch aufwendig
- noch nicht ausgereift
- allgemein bekannt
- leicht durchführbar
- besonders umweltfreundlich
- wichtig im Gesamtkonzept einer nachhaltigen Energieversorgung

---

<sup>73</sup> Das Ökopunkte-System wurde bei einem EU-Vergleich von Umweltbewertungs- und Honorierungsverfahren der Länder Frankreich, Deutschland und Österreich als das am besten geeignete Programm zur quantitativen Umweltbewertung und Honorierung in der Landwirtschaft bezeichnet.



Die festen Punktsätze können durch Erfüllung der Effizienzsteigerungs- und Umweltverträglichkeits-Kriterien deutlich erhöht oder sogar vervielfacht werden (mit einem „+“ gekennzeichnet). Dies ermöglicht ein gleichzeitiges Teilnehmen von kleinen und großen (s.o.) sowie konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben am Wettbewerb. Bei der Pauschalierung von Betriebssystemen gäbe es für konventionell wirtschaftende Betriebe aufgrund des durchschnittlich 60% geringeren Energieaufwands bei ökologischer Bewirtschaftung<sup>74</sup> geringere Wettbewerbs-Chancen. Dies sollte vermieden werden. Am Ende jeder Tabelle gibt es die Möglichkeit, weitere im Punktsystem nicht aufgeführte Maßnahmen zu nennen. Die Jury trägt hierfür einen Vorschlag zur Punktbewertung ein.

Die höchste Punktzahl ist 1450. Das Erreichen dieser Punktzahl ist aufgrund der Vielfalt der zu erfüllenden Kriterien und möglicher Überschneidungen nicht realistisch. Aus dem gleichen Grunde kann eine Ziel-Punktzahl nicht genannt werden. Ein fortschrittlicher, energiebewusster Betrieb kann gut eine Punktzahl zwischen 300 und 500 erlangen. Dabei sind im Bereich Energieeinsparung (theoretisch) etwas mehr Punkte möglich (765) als im Bereich Energieerzeugung (685).

**Ein mindestens ausgeglichener Punktsatz beider Bereiche sollte angestrebt werden. Ist der Punktsatz im Bereich Energiesparen deutlich niedriger als im Bereich Energieerzeugung sollte dies nachdenklich machen.**

Ein energiesparsam wirtschaftender Betrieb mit wenig oder keiner Energieerzeugung ist einem Betrieb der mit verschiedenen Techniken Energieerzeugung betreibt was Energieeffizienz angeht nicht unbedingt unterlegen – im Gegenteil.

---

<sup>74</sup> HAAS/KÖPKE 1994, HAAS et al. 1995, KÖ 200?



## Betriebsbeispiele :

### Schwerpunkt Energieeinsparung

Ein Betrieb, der

- das Wohnhaus gedämmt hat (Wände, Dach und Fenster),
- Vollweidehaltung praktiziert und
- bei 50 % Grünland,
- ausschl. eigenes Futter produziert,
- auf Antibiotika im Futter verzichtet,
- N-Dünger durch Zwischenfruchtanbau
- mit Leguminosen gewinnt,
- Reinigungsarbeiten mit Niederschlags- oder Schmutzwasser durchführt,
- Ökostrom bezieht,
- keine Stromheizgeräte benutzt,
- auf einen Wäschetrockner verzichtet,
- eine Energiesparwaschmaschine hat,
- das Wohnhaus mit Holz,
- das aus eigener Waldwirtschaft und
- Heckenschnitt aus der Landschaftspflege stammt,
- mit modernem Brenner heizt und
- die Abwärme der Milchkühlung nutzt

erhält 440 Punkte.

### Schwerpunkt Energieerzeugung

Ein Betrieb, der

- das Wohnhaus gedämmt hat (Wände, Dach und Fenster),
- moderne Regelungstechnik im Stall hat (Klimacomputer),
- seine Anlagen regelmäßig technisch warten lässt,
- eine Fußbodenheizung im Wohnhaus hat,
- keine Stromheizgeräte benutzt,
- eine Energiesparwaschmaschine hat,
- eine Biogasanlage
- mit zweistufiger Vergärung und Kraft-Wärme-Kopplung für Betrieb und Wohnhaus hat,
- die mit ausschließlich eigenem Material (Gülle, Pflanzen) läuft,
- Getreidetrocknung mit Sonnenenergie betreibt und
- eine alte Wasserkraftanlage reaktiviert hat

erhält 375 Punkte.

## Betriebsspiegel Energie

Name des  
Betriebes:

Telefon:  
E-Mail:

Haupt-  
betriebszweig:

Bewirt-  
schaftung:

ökologisch

konventionell

Betriebsgröße:

### Energieeinsparung

Tabelle 1

Wohngebäude und Stall	Punkte	Gesamt-Punktzahl
Besondere Berücksichtigung des Energiesparens beim Neubau eines Hauses (z. B kompakte Bauweise, Nutzung der Sonneneinstrahlung, oder sogar Niedrigenergiehaus)	50	
Wärmedämmung Fenstern und Türen (z.B. Isolierglas, Mehrfachfalzdichtung)	30	
Wenn Haus und Stall:	60	
Wärmedämmung Wände, Decken, Keller	20	
Wenn Haus und Stall:	40	
Besuch einer Energiespar-Beratung für Dämmung (Beleg)	30	
Heizen mit Niedertemperaturkessel oder Brennwertgerät	10	
Wenn Haus und Stall:	20	
Nutzung von Thermostatventilen	10	
Wenn Haus und Stall:	20	
Nutzung von Regelungstechnik mit Stallsensoren oder eines Klimacomputers	20	
Ferkelbereich: Wärmequelle nicht ausschließlich Radiatoren: Mit Einstreu: zusätzlich gute Dämmung Ohne Einstreu: zusätzlich Fußbodenheizung	20	
Nutzung eines Diffusors statt zylindrischer Ablüftung in der Lüftungsanlage	10	
Nutzung Automatischer Ventilatorenregelung	10	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		
		Ziel: mind. 100



## Energieeinsparung Betrieb

**Tabelle 2**

Betriebsabläufe/Tierhaltung/Pflanzenbau allgemein	Punkte	Gesamt-Punktzahl
Vollweidehaltung	50	
Nutzung von Leguminosen zur N-Düngung und Humusreproduktion	40	
Produktion ausschließlich eigenen Futters	40	
Nutzung der bodenlockernden Wurzel-Wirkung von Zwischenfrüchten und Gemengen – Einsparung an Kraftstoff plus Humusreproduktion	30	
Bei mind. 50% Dauergrünland	30	
Niederschlags- und Schmutzwassernutzung zur Fahrzeug-/ Stallreinigung	20	
Regelmäßige Wartung der technischen Anlagen	20	
Selbstversorgung mit eigenen Lebensmitteln	20	
Nutzung von Einweichenanlagen für Stallreinigung	10	
Verzicht auf Antibiotika im Futter	10	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		
		Ziel: mind. 100

## Energieeinsparung Haushalt

**Tabelle 3**

Haushalt und Verhalten	Punkte	Gesamt-Punktzahl
Bezug von Ökostrom aus regenerativen Quellen	40	
Besuch einer Energiespar-Beratung für den Haushalt (Beleg)	30	
Fußbodenheizung	20	
Nutzung von Energiespargeräten/-lampen (z.B. Wasch- oder Spülmaschine; je Energiespargerät der A-Klasse oder einmalig bei 80% Energiesparlampen im Haushalt)	20	
Verzicht auf Trocknernutzung	20	
Kein Stand-by-Betrieb der Geräte (Vorschaltgeräte oder ganz ausschalten)	20	
Keine Nutzung von Stromheizgeräten (Nachtspeicherheizung, Wärmelüfter etc.)	20	
PKW hat Hybridantrieb	20	
Nutzung einer „All-Water“-Waschmaschine	15	
Nutzung FKW-freier Kühlgeräte (auf Iso-Butan-Basis)	10	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		
		Ziel: mind. 100



## Energieerzeugung Betrieb und Haushalt

**Tabelle 4**

Nutzung/Erzeugung von Biogas und Kraftstoff	Punkte	Gesamt-Punktzahl
<b>Betrieb einer Biogasanlage</b>	<b>30</b>	
<b>Betrieb Trockenfermentation</b>	<b>20</b>	
<b>Produktion von Biomasse für Kraftstoffproduktion</b>	<b>10</b>	
Biogasnutzung/Trockenfermentation mit Kraft-Wärmekopplung (z.B. Trocknungsanlage, oder Heizung Stall oder Heizung Wohnhaus)	+20	
Wenn Mehrfachnutzung der Wärme (Betrieb <i>und</i> Wohnhaus)	+40	
Nutzung eigener Ressourcen (eigene Gülle, eigenes Pflanzenmaterial, eigenes Pflanzenöl, kein Zukauf)	+20	
Biogas: Zweistufige Vergärung oder Vorverlagerung der Hydrolyse (Maßnahmen am Tier)	+15	
Biogas: Einsatz effektiver Mikroorganismen	+15	
Biogas: Nachgärbehälter	+15	
Biogas: Verzicht auf Antibiotika im Futter	+10	
Biogas: Regelmäßige Prüfung der Güllequalität (z.B. Schaderreger)	+10	
Energiepflanzen-Anbau: Anbau unterschiedlicher Energiepflanzen (nicht nur Mais und Raps - z.B. Klee grass, Luzernegrass, Lein, Sonnenblumen, Dauergrünland)	+20	
Energiepflanzen-Anbau: Humusbilanz: Humussaldo-Gruppe B, C und D (Beleg)	+20	
Energiepflanzen-Anbau: Mischfruchtanbau (z.B. Leindotter mit Sommergerste), besonders bei Pflanzenöl-Produktion	+20	
Energiepflanzen-Anbau: ohne synthetische Pflanzenschutzmittel/mit biologischem Pflanzenschutz	+15	
Energiepflanzen-Anbau: Ausschließliche Nutzung eigener organischer Dünger (kein Zukauf von Mineraldünger)	+15	
Energiepflanzen-Anbau: Zwischenfruchtanbau von Gemengen (> 1)	+15	
Energiepflanzen-Anbau: Anbau im Zweikultursystem	+10	
Energiepflanzen-Anbau: Fruchtfolge (ohne Zwischenfrüchte) mindestens 4-gliedrig	+10	
Kraftstoff: Bei Verkauf des Rohstoffs für Kraftstoff-Produktion: Bereitstellung von Ganzpflanzen für Sun-Fuel- oder BtL-Produktion	+15	
Kraftstoff: Nutzung in eigenen Betriebsfahrzeugen	+10	
Kraftstoff: Nutzung im eigenen PKW	+10	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		

Ziel: mind. 70



### Energieerzeugung Betrieb und Haushalt

**Tabelle 5**

Nutzung/Erzeugung von nachwachsenden Brennstoffen	Punkte	Gesamt-Punktzahl
<b>Verbrennung nachwachsender Brennstoffe</b>	<b>30</b>	
<b>Holzproduktion, Verkauf</b>	<b>30</b>	
Nutzung in Betrieb <i>und</i> Haushalt	+30	
Holzrohstoff stammt aus zertifiziert nachhaltiger Waldwirtschaft (Beleg z.B. FSC) oder aus Kurzumtriebsplantagen mit unterschiedlichen Baumarten (Nachweis)	+20	
Bei eigenem Halmgut: Humusbilanz: Humussaldo-Gruppe B, C und D (Beleg)	+20	
Holzfeuerung (kein Halmgut)	+15	
Nutzung eigener Ressourcen (eigenes Holz), kein Zukauf	+15	
Nutzung von eigenem oder fremdem Heckenschnitt (z.B. aus der Landschaftspflege)	+10	
Brenner auf neuesten technischem Stand	+10	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		
Ziel: mind. 70		

### Energieerzeugung Betrieb und Haushalt

**Tabelle 6**

Nutzung/Erzeugung von Solar- und Windenergie oder Wasserkraft	Punkte	Gesamt-Punktzahl
<b>Betrieb einer Photovoltaikanlage</b>	<b>40</b>	
auf Betrieb <i>und</i> Wohnhaus	+40	
<b>Betrieb von Sonnenkollektoren</b>	<b>40</b>	
Nutzung in Betrieb <i>und</i> Wohnhaus	+40	
<b>Betrieb einer Windenergieanlage</b>	<b>40</b>	
<b>Betrieb einer Wasserkraftanlage</b>	<b>20</b>	
Leistung über 100 kW	+10	
Reaktivierung/Nutzung einer schon vorhandenen, alten Anlage	+10	
Anlage von Fischaufstiegshilfen	+10	
Kreative Energieerzeugung/-nutzung, eigene Idee		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		
Ziel: mind. 40		



**Energieerzeugung  
Betrieb und Haushalt**

**Tabelle 7**

Nutzung von Erdwärme (keine Luftwärme)/ Abwärme Milchkühlung	Punkte	Gesamt- Punktzahl
Betrieb einer Wärmepumpe	20	
Sonstiges....		
Empfohlene Punktzahl der Jury:		

**Gesammelte Punkte**

<b>Tabelle 1</b>	<b>Energieeinsparung Wohngebäude/Stall</b>	
<b>Tabelle 2</b>	<b>Energieeinsparung Betriebsabläufe, Tierhaltung/Pflanzenbau</b>	
<b>Tabelle 3</b>	<b>Energieeinsparung Haushalt und Verhalten</b>	
<b>Summe Energieeinsparung</b>		

<b>Tabelle 4</b>	<b>Energieerzeugung Biogas und Kraftstoff</b>	
<b>Tabelle 5</b>	<b>Energieerzeugung nachwachsende Brennstoffe</b>	
<b>Tabelle 6</b>	<b>Energieerzeugung Sonne - Wind - Wasser</b>	
<b>Tabelle 7</b>	<b>Energieerzeugung Erd-/Abwärme</b>	
<b>Summe Energieerzeugung</b>		

<b>Gesammelte Punkte insgesamt</b>	
------------------------------------	--



## Referenzen

ABL (2005): Zukunftshöfe. Einkommenskombinationen und neue Wege für die Landwirtschaft. Burgkirchen

AID – Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2005a): Kraftstoffkosten senken – Fahrer kann viel tun. In: AID-Newsletter 17.11.05

AID (2005b): Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Bonn

AUFHAMMER, W. (1999): Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Stuttgart

AUNKOFER, F.; STAUSS D. (2005): Solartrocknung selbst gebaut. In: bioland 08, Mainz

BAITZ, M. et al. (2004): Vergleichende Ökobilanz von SunDiesel (Choren-Verfahren) und konventionellem Dieselmotorkraftstoff. Im Auftrag von Volkswagen AG und DaimlerChrysler AG

BALMER, H. (2001): Effektive Mikroorganismen EM – die Kraft der kleinen Lebewesen. In: compost magazin

BSUGV, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2004): Biogas Handbuch. München

BESTE, A.; WOLTERS, D. (2000): Biomasse umweltfreundlicher Energieträger? In: „Ökologie & Landbau“, H. 116, Bad Dürkheim

BESTE, A. (2000): Ökologischer Landbau - wie funktioniert er und was kann er leisten? In: SPIEB-WALLBAUM/ZEPF/BOCKELMANN (HG.) Ökologischer Landbau und regionale Vermarktungsstrategien - eine Chance für Klimaschutz und Beschäftigung. Arbeitspapier 26, Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf

BESTE, A. (2005): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in der Praxis. Grundlagen, Analyse, Management. Erhaltung der Bodenfunktionen für Produktion, Gewässerschutz und Hochwasservermeidung. Verlag Dr. Köster, Berlin

BMELF (Hg.) (1991): Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit. Humushaushalt, Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 204, Hamburg, Berlin

BMELF (Hg.) (1992): Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit. Bodengefüge, Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 206, Hamburg, Berlin

BFN (2005): Natur und Landschaft. Schwerpunkt: Bioenergie aus unserer Landschaft. Bonn

BMU (2003): Praxisleitfaden zur beständigen Verbesserung der Umweltleistungen von Landwirtschaftsbetrieben. Berlin

BMU (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Berlin

BMU (2005): Erneuerbare Energien. Einstieg in die Zukunft. Berlin

BRAUN, S. (2005): Biogas nachhaltig nutzen. Humushaushalt im Blick behalten. In: bioland 07, Mainz

BUND (2000a): Positionen des BUND zur energetischen Nutzung von Biomasse.  
[http://www.bund.net/lab/reddot2/energiepolitik\\_977.htm](http://www.bund.net/lab/reddot2/energiepolitik_977.htm)

BUND (2000b): Rationelle Energienutzung im Raumwärmebereich.  
[http://www.bund.net/lab/reddot2/energiepolitik\\_739.htm](http://www.bund.net/lab/reddot2/energiepolitik_739.htm)



BUND Fachgruppe Bauen und Energie (?): Energiesparendes Bauen.  
<http://www.bund-bauen-energie.de/energie.htm>

BUND (2001): Positionen des BUND zur Windenergie.

BUND (2002): Positionen des BUND zur Wasserkraft.

BROCKMEIER, M.; LEDEBUR, O. von (2004): Landwirte oder Energiewirte – welche Signale geben die internationalen Rohstoffmärkte bis 2025?

BÖSE, S. (2004): Nachwachsende Hoffnung. In: praxisnah H. 4. Isernhagen

DAHLMANN, I.; RASPER, M. (1996): Auswirkungen von kleinen Wasserkraftanlagen auf Fließgewässer und ihre Auen. = Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5

DIE UMWELTBERATUNG (200?): Bodenschutz ist Klimaschutz. Stiege, A

EEA, Europäische Umweltagentur (2004) Biokraftstoffe für Verkehrszwecke: eine Untersuchung der Auswirkungen auf Energie- und Landwirtschaft.

EK, Europäische Kommission Working Group on Organic Matter and Biodiversity (2004): Task Group 5 on Land Use Practices and SOM – Final Report. Brussels

EP, Europäisches Parlament (2003): Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor.

FAO (2003): World agriculture: Towards 2015/2030 — An FAO Perspective. Ed. Jelle Bruinsma. Earthscan. London.

FISCHEDICK, M. NITSCH, J. (2004): Rolle der Windenergie für die Stromversorgung der Zukunft. Chancen und Grenzen. Vortrag. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Unter: [www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org)

FISCHER, T.; KRIEG, A. (?): Zur Trockenfermentation in der Landwirtschaft. Unter: [www.KriegFischer.de](http://www.KriegFischer.de)

FNR = Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2000a): Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Aktualisierte Auflage, Gülzow

FNR (2000b): Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung: Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum

FNR/BMVEL (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Gülzow/Berlin

FNR (2004): Trockenfermentation – Evaluierung des Forschungs und Entwicklungsbedarfs. = Gülzower Fachgespräche: Band 23

FNR (2005): Biokraftstoffe. Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Gülzow

FREITAG, T. (2005): Heizen mit Holz hat Zukunft. In: Allgemeine Forst Zeitschrift 14

FRITSCH, U. et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Darmstadt

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR SCHNELLWACHSEBDE BAUMARTEN (1998): Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. = Merkblatt 11, Hann. Münden



GEMEINDE OBERAMMERGAU (2002): Umwelt und Naturschutz in der Fremdenverkehrsgemeinde Oberammergau

GRAFEN-ENGERT, A. (2005): Landwirtschaft im Klimawandel. In: bioland 08, Mainz

HAAS, G.; KÖPKE, U. (1994): Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landbewirtschaftung. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages (Hg.). Studienprogramm Landwirtschaft Teilband II., Bonn

HAAS, G. et al. (1995): Vergleich konventioneller und organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. Berichte über Landwirtschaft 73

HÄUSLING, M. (2005): Energie: Wir müssen kritischer werden. In: bioland 11, Mainz

HENNICKE, P. et al. (Hg.) (2001): Effizienz gewinnt. Dokumentation des Energie- und Umweltpreises der Schuler-Stiftung in Zusammenarbeit mit dem Wuppertal-Institut – 21 Umweltfortschritte, auf die wir nicht warten müssen. = Wuppertal Texte, Wuppertal

HENNICKE, P.; MÜLLER, M. (2005): Weltmacht Energie. Herausforderung für Demokratie und Wohlstand. Stuttgart

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Bewusster Umgang mit Energie. Wiesbaden

HIGA, T.; PARR, J. (1994): Beneficial and Effective Microorganisms for Sustainable Agriculture and Environment. INFRC, Atami, Japan

HOFMANN, M. (1998): Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen im Kurzumtrieb. = Merkblatt 11 Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten Hann. Münden

HUSSAIN, T.; ZIA, M.H. (2000): Effect of EM application on soil properties. In: Alföldi et al. (Hg.): Proceedings 13 th IFOAM Scientific Conference. Zürich

JAIS, CH.; KÜHBERGER, M. (2005): Ferkel freieren oft. Infrarotstrahler allein keine gute Heizung fürs Ferkelnest. In: Bioland 11/2005, Mainz

JANZING, B. (2005): Biogas aus Grünschnitt mittels Feststoffvergärung. In: bioland 06, Mainz

JENSEN, P. (2003): Scenario Analysis of Consequence of Renewable Energy Policies for Land Area Requirements for Biomass production — study for DG JRC/IPTS.

KEMPKENS, K. (200?): Offene Fragen bei Biogas. Unter: [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)

KEMPKENS, K. (2005): Biogas im Ökologischer Landbau. In: Sächs. Interessensgemeinschaft ökol. Landbau, Heft 15, Leipzig

KÖ, KLIMABÜNDNIS ÖSTERREICH (200?): Energiebilanzen in der Landwirtschaft. Wien

KTBL (1998): Bodenbearbeitung und Bodenschutz. Arbeitspapier 266, Darmstadt

KTBL (2001): Verfahrenstechnik zur Ausbringung fester Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdünger. Arbeitspapier 276, Darmstadt

KTBL (2003): Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau. = KTBL-Schrift 416

KTBL (2005a): Landwirtschaft als Energieerzeuger: Wo liegen die Chancen für Biogas, Biokraftstoff, Biobrennstoff und Fotovoltaik. = KTBL-Schrift 402, Darmstadt



KTBL (2005b): Schwermetalle und Tierarzneimittel in Wirtschaftsdüngern. = KTBL-Schrift 435. Darmstadt

LANDESFORSTANSTALT EBERSWALDE (2004): Forstwirtschaft als Energielieferant – Rahmenbedingungen, Praxisbeispiele, Perspektiven. Potsdam

LANGE, A-M (1998): Möglichkeiten der Bereitstellung von Energieträgern bei flächendeckendem Öko-Landbau. Diplomarbeit, Institut für Bodenkunde, Georg-August-Universität Göttingen

LEVEN, B. et al. (2001): Ökonomische und ökologische Bewertung der elektrischen Wärmepumpe im Vergleich zu anderen Heizungssystemen. = Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Forschungsbericht Bd. 80. Stuttgart

LFL (2003): Humusversorgung der Böden. Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Freising

LFL (2004) Biogas in Bayern. Tagungsband. Rosenheim

LFL (2005a): Biogasausbeuten verschiedener Substrate. Berechnung unter:  
[www.lfl.bayern.de/ilb/technik](http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik)

LFL (2005b): Stellungnahme zu den Artikeln „Biogasgülle am besten unterpflügen“ in Flur und Furche 184, S. 19 sowie Biogas : „Gülle unterpflügen“ in dlz-Agrarmagazin 10, S. 14. Freising

LFL (2005c): Was ist bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Bioabfällen zu beachten? Freising

LOVINS, A.; HENNICKE, P.(1999): Voller Energie. Vision: Die globale Faktor 4-Strategie für Klimaschutz und Atomausstieg. Die Buchreihe zu den Themen der EXPO 2000. Bd. 8., Frankfurt/M.

LUCKE, I. (2002): Biogas. Die regenerative Energie der Zukunft?. Diplomarbeit im FB Umweltwissenschaften, Hochschule Vechta

LUTZENBERGER (1997): Gülle - Biogas – Pflanzengesundheit. Studie im Auftrag der Schweisfurth Stiftung.

MAIERHOFER, H.; WAGNER, R. (2004): Trockenfermentation im Batch-Verfahren. C.A.R.M.E.N e.V. (Hg.), Straubing. Unter: [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)

MERZ, H-U. (1988): Untersuchung zur Wirkung von unbehandelter und methanvergorener Rindergülle auf den N-Umsatz unter *Dactylis glomerata* L. sowie auf das Keimverhalten verschiedener Pflanzenarten. Dissertation Universität Hohenheim.

MEßNER, H. (1988): Düngewirkung anaerob fermentierter und unbehandelter Gülle. Dissertation TU München.

METTE, R. (2005): Energetische Verwertung von Landschaftspflegeholz am Beispiel der schleswig-holsteinischen Knicklandschaft. In. Natur und Landschaft Heft 9/10 „Bioenergie aus unserer Landschaft“, Bonn

MILLER, U.; WALSER, M. (2005): Regionalstrom – regionaler Mehrwert durch Umwelt und Naturschutz. In. Natur und Landschaft Heft 9/10 „Bioenergie aus unserer Landschaft“, Bonn

MINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Österreich (2004): Klima: aktiv handeln. Für saubere Luft und kostbare Natur. Wien

MÖLLER et al. (2005): Biogaserzeugungspotential aus Gülle und Koppelprodukten in viehhaltenden und viehlosen Betriebsystemen des ökologischen Landbaus. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel



MONDERKAMP (2003): Naturgerechte Optimierung der Biogaserzeugung. Unter: [www.ing-monderkamp.de](http://www.ing-monderkamp.de)

MONDERKAMP (2005): Offene Fragen bei Biogas. unveröffentlicht

NABU (200?): Naturverträgliche energetische Nutzung von Biomasse. = NABU Argumente, Bonn

NABU (200?): Schritte zum energieautarken Haus.  
[http://www.nabu.de/m09/m09\\_06/01786.html](http://www.nabu.de/m09/m09_06/01786.html)

NABU (200?): Leitfaden „Energiecheck fürs Haus“. [http://www.nabu.de/m01/m01\\_01/00206.html](http://www.nabu.de/m01/m01_01/00206.html)

NABU (2001): Leitfaden für ökologische Dämmstoffe -  
Wärmedämmung für Wohngesundheit und Energieeinsparung. Berlin

NABU (2005): Nachwachsende Rohstoffe und Naturschutz: Anforderungen des NABU an einen naturverträglichen Anbau. = NABU Position, Berlin

NABU (2005): Erneuerbare Energien. Perspektive für Klima, Mensch und Natur. Berlin

NÖV, Niederösterreichischer Ökopunkte Verein (2000) Ökopunkte. Landschaft pflegen, umweltgerecht wirtschaften. Pottenstein, A

ÖFÖ, Ökosoziales Forum Österreich (2000a): Heizen mit Holz. = Ökoenergie 28a

ÖFÖ (2000b): Klimazukunft in Deiner Hand. = Ökoenergie 43a

ÖKOTEST (2000): Sonderheft Energie. Frankfurt a. M.

OPPERMANN, R. (2001): Naturschutz mit der Landwirtschaft. Ökologischer Betriebsspiegel und Naturbilanz. NABU (Hg.), Stuttgart/Singen

PAULSEN et al. (2003): Anbau von Ölpflanzen im Mischanbau mit anderen Kulturen im ökologischen Landbau. In: FREYER (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien

PAULSEN et al. (2004): Mit der richtigen Fruchtfolge ist Treibstoffautarkie möglich. In: Ökologie & Landbau 132

PAULSEN, H-M.; RAHMANN, G. (2004): Wie sieht der energieautarke Hof mit optimierter Nährstoffbilanz im Jahr 2025 aus? In: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 274, Braunschweig

PAULSEN, H-M.; SCHÄDLICH, O. (2005): Traktoren mit reinem Rapsöl. In: bioland 10, Mainz

PETERSEN, R.; DIAZ-BONE, h. (1998): Das Drei-Liter-Auto. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hg.), Wuppertal

PHILIPP, W. et al. (1998): Hygiene und Umweltaspekte, in: Kofermentation, Arbeitspapier 219, Kuratorium für Technik und Bauwesen e.V. (Hg.), Darmstadt

RAUBUCH, M. (2005): Suspension aus Biogasanlagen: Qualität und Wirkung auf den Ertrag. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel

REINHARD, G.; SCHEURLLEN, K. (2004): F+E-Vorhaben: Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien FKZ 80102160, Heidelberg/Potsdam

REINHARD et al. (2004): Teilbericht „Energie aus Biomasse und Naturschutz“. In: BMU 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Berlin



REINHARD, G.; GÄRTNER, S. (2005): Biokraftstoffe made in Germany? Wo liegen die Grenzen? In: Natur und Landschaft Heft 9/10 „Bioenergie aus unserer Landschaft“, Bonn

RODE, M. et al. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. = BfN-Skripten 136, Bonn

SAFE, Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (2005): Energy-Box – Haushalten mit Strom. Auswertung der Nutzerdatenbank [www.energybox.ch](http://www.energybox.ch)

SANGAKKARA, U.R.; HIGA, T. (2000): Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms for enhanced sustainable production. In: Alföldi et al. (Hg.): Proceedings 13 th IFOAM Scientific Conference. Zürich

SCHÄFER, B. (2005): Herausforderung Agrarpolitik – Ackerbau ab 2005. Vortrag 56. Rhein Hessische Agrartage, Nieder Olm

SCHÄFER, W. et al. (2005): Biogas aus Festmist – eine neue Technologie zur Schließung des Nährstoff- und Energiekreislaufes auf dem landwirtschaftlichen Betrieb. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel

SCHAUSS, K. et al. (2005): Einfluss fermentierter organischer Dünger auf Spurengasemissionen im Ökologischen Pflanzenbau. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel

SCHEFFER (2003): Verfügbare Biomassepotentiale für Energie und Rohstoffe bei flächendeckendem Ökologischen Landbau. In: FREYER (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien

SCHEFFER, K. (2005): Konzepte für die Bereitstellung von Biomasse für die Kraftstoffproduktion. Vortrag, WORKSHOP „Sp(i)rit vom Feld“ der Volkswagen AG und des NABU, Kassel

SHELLER, E. (2000): Amino acids in soils, humic substances and soil microbial biomass. In: Proceedings 13<sup>th</sup> IFOAM Scientific Conference, Frick

SERGIS-CHRISTIAN, L.; BROUWERS, J. (2005): Dezentral hergestelltes, kaltgepresstes Pflanzenöl im ökologischen Vergleich mit Dieselkraftstoff. = arbeits ergebnisse, Sonderheft 3, Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Land- und Regionalentwicklung, Universität Kassel, Aachen/Witzenhausen

STINNER et al. (2003): Auswirkungen der Fermentation biogener Rückstände in Biogasanlagen auf Flächenproduktivität und Umweltverträglichkeit im ökologischen Landbau bei viehloser Wirtschaftsweise. In: FREYER (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien

STINNER et al. (2005): Biogaserzeugung im viehlosen Betrieb: Effekte auf Stickstoffmanagement, Erträge und Qualität. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel

THOMAS, S. et al. (2002): Die vergessene Säule der Energiepolitik. Energieeffizienz im liberalisierten Strom- und Gasmarkt Deutschlands. Vorschläge des Wuppertal-Instituts. = Wuppertal Spezial 24.

TOP-AGRAR (2003): Neue Energie vom Bauernhof. Sonne, Wind, Wasser ; nachwachsende Rohstoffe. Münster

UBA (1999a): Energiesparen und Emissionsminderung in landwirtschaftlichen Betrieben. Möglichkeiten zur rationellen Energienutzung und zur Minderung der Emissionen klimarelevanter Spurengase landwirtschaftlicher Betriebe. = Texte 38, Berlin

UBA (1999b): Untersuchung von Möglichkeiten zur Förderung der Wärmepumpentechnik durch das Umweltzeichen. = Texte 44, Berlin



UBA (2001): Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle – rechtliche und ökologische Aspekte. = Texte 01, Berlin

UBA (2002): Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland. = Forschungsbericht 20097104, Berlin

UBA (2003): Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen für die Produktgruppe: Holzpelletfeuerungen. = Texte 3, Berlin

UBA (2004): Ratgeber Energiesparen im Haushalt. Berlin

VCD (2005): Umweltverträglich fahren. Wo ist das grüne Auto? = fairkehr, H. 04

WALLA, C. (2005): Energiepflanzenproduktion in biologischen Marktfruchtbetrieben. In: HESS/RAHMANN (Hg.) Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel

WERNER, A. et al. (2005): Energiepflanzen – Erzeugung nach „Guter fachlicher Praxis der Landwirtschaft“. In. Natur und Landschaft Heft 9/10 „Bioenergie aus unserer Landschaft“, Bonn

WINKEL, G., VOLZ, K-R. (2005): Fortwirtschaft und Naturschutz in Deutschland. In. Natur und Landschaft Heft 9/10 „Bioenergie aus unserer Landschaft“, Bonn

WOLTERS, D. (1998): Role and Problems of Biomass in Future Energy Systems.

WOLTERS (1999): Bioenergie aus ökologischem Landbau. Möglichkeiten und Potentiale. = Wuppertal Papers 91, Wuppertal unter [www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

WI, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2003): Treibhausgasemissionen aus PKW-Klimaanlagen – ein absehbar monströses Wachstum. In: Wuppertal-Bulletin zu Instrumenten des Klima- und Umweltschutzes, H. 1, Wuppertal

ZALF (2005): Querschnittsprojekt Energiepflanzen unter:  
[http://www.zalf.de/home\\_zalf/download/dir/arbeitsprogramm/050202\\_1\\_6\\_9\\_3.pdf](http://www.zalf.de/home_zalf/download/dir/arbeitsprogramm/050202_1_6_9_3.pdf)

## **Mitteilungen**

KEMPKENS, K. : Schriftl. Mitteilungen vom 18.11. und 21.11.2005, Dr. Karl Kempkens, Zentrum für Ökologischen Land- und Gartenbau, Köln-Auweiler

ASSMANN, D.: Schriftl. Mitteilungen vom 15.11. und 9.12.2005, Dr. Dirk Aßmann, geb. Wolters, Energy, Environment and Infrastructure Division, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), vormals Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

## **Gesetze und Verordnungen**

Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) Neugefasst durch Bek. v. 26. 09. 2002, BGBl I, S. 3830

Düngemittelgesetz (DüngMG) BGBl I 1977, S. 2134, zuletzt geändert durch Art. 183, V. v. 29. 10. 2001, BGBl I, S. 2785

Düngemittelverordnung (DüngMV) Neugefasst durch Bek. v. 04. 08. 1999, BGBl I, S. 1758, zuletzt geändert am 03. 09. 2003, Bundesrats-Drucksache 635/03 41



Düngerverordnung (DüNGeV) BGBl I, 1996, S. 118, zuletzt geändert durch Art. 1. V. v. 14. 02. 2003, BGBl I, S. 235

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) BGBl I, 1999, S. 2633 v. 07. 12. 1999, Gesetz aufgeh. durch Art. 4, Abs. 1 G. v. 29. 03. 2000, BGBl I, S. 305 m. W. v. 01. 04. 2000

Futtermittelgesetz (FuttMG) Neugefasst durch Bek. v. 25. 08. 2000, BGBl I, S. 1358, zuletzt geändert durch Art. 1, Abs. 1, G. v. 08. 08. 2002, BGBl I, S. 3316

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG), BGBl I, 1994, S. 2705, zuletzt geänd. durch Art. 69, G. v. 21. 08. 2002, BGBl I, S. 3322

Technische Anleitung Luft (TA Luft) GMBI, 27. 02. 1986, S. 95, Neufassung Gmbl., 24. 07. 2002, Nr. 25/29

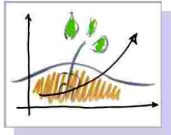
Tierkörperbeseitigungsgesetz (TierKBG) Neugefasst durch Bek. v. 11. 04. 2001, BGBl I, S. 523, zuletzt geändert durch Art. 18, G. v. 25. 06. 2001, BGBl I, S. 1215

Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 03. 10. 2002 (EG-Hygieneverordnung) mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte Nebenprodukte, Amtbl. EG, Ausg. L 273, 10. 10. 2002, S. 1-95



Anschrift der Autoren:

Dr. Andrea Beste



[www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Büro für Bodenschutz

&

Ökologische Agrarkultur

Analyse, Beratung, Fortbildung

Bodenschutz, Naturschutz, Regionale Vermarktung

Bodenuntersuchungen mit der Qualitativen Strukturanalyse

Osteinstrasse 14

D-55118 Mainz

Tel/Fax: +49 +6131-639901

Mail: [A.Beste@t-online.de](mailto:A.Beste@t-online.de)

Internet: [www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Dipl.-Ing. Frank Monderkamp



**INGENIEURBÜRO Monderkamp & Partner**

Ingenieurbüro für biophysikalische Umwelttechnik  
in Landwirtschaft, Kommunen und Industrie

Kirchstraße 6

31868 Ottenstein

Tel./Fax: 05286-990 757

Mobil: 0170-1831170

Mail: [Monderkamp@t-online.de](mailto:Monderkamp@t-online.de)

Internet: [www.ing-monderkamp.de](http://www.ing-monderkamp.de)





