

Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 bis 2007

Bereich Biomasse

Daniel Binggeli Biomasse Holz
Bruno Guggisberg Übrige Biomasse

1 Zusammenfassung

Ziel der BFE-Aktivitäten ist die Steigerung einer energetischen Nutzung von Biomasse. Dieser Energieträger soll möglichst ökologisch und ökonomisch, mit einer maximalen Substitutionswirkung und mit einer minimalen Umweltbelastung eingesetzt werden, um fossile Energieträger zu ersetzen und damit die CO₂-Emissionen zu verringern. Das Forschungsprogramm Biomasse konzentriert sich vor allem auf die Umwandlung der Biomasse in Wärme, Strom und Treibstoff.

In den letzten Jahren wurden einige Forschungs- sowie Pilot- und Demonstrationsprojekte lanciert und umgesetzt (siehe Überblicksberichte der Programmleiter). Projekte an der Schwelle zur Rentabilität, welche geringe Betriebs- und Unterhaltskosten aufweisen, konnten im Markt realisiert werden. Die Rahmenbedingungen, welche die Biomasse zum Selbstläufer machen würde, sind noch nicht genügend ausgeprägt. Die Marktbearbeitung zur Förderung der Biomasse ist hier gefordert. Kurzfristige Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ohne Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im Markt haben kaum Umsetzungschancen. Bei längerfristigen Forschungsvorhaben z.B. Richtung 2000-Wattgesellschaft müssen die geltenden Rahmenbedingungen untersucht und erforderliche Anpassungen vorgeschlagen werden.

Die Nutzung der Biomasse in der Schweiz kann in Zukunft um Faktor 2-3 ausgebaut werden. Der zukünftige Ausbau ist jedoch stark davon abhängig, inwieweit es gelingen wird, ökologische und ökonomische Umwandlungstechnologien zur Verfügung zu stellen. Die Forschung ist hier in dem Sinne gefordert, einfache und geniale Lösungsansätze zu suchen, welche auch ein konkretes Umsetzungspotenzial aufweisen. Der Forschungsbedarf bei der Biomasse liegt vor allem in der Optimierung von Systemen, angefangen bei der Gewinnung des Einsatzmaterials (Feedstock) bis hin zu dessen Aufbereitung, Umwandlung sowie Entsorgung der Reststoffe und der energetischen Nutzung mit hohem Wirkungsgrad. Die Forschung ist auch gefordert, nebst der Entwicklung von neuen Umwandlungsverfahren, auch vorhandene Technologie geschickt zu effizienten Gesamtsystemen zusammenzufügen, um Synergien zu nutzen.

1	Zusammenfassung	1
2	Grundlagen.....	3
2.1	Nutzung heute	3
2.2	Herkunft der Biomasse in der Schweiz	4
2.3	Potenzial Biomasse	4
2.3.1	Schweiz.....	4
2.3.2	Welt	5
2.4	Umwandlungsverfahren heute.....	6
3	Stärken und Schwächen der Biomasse.....	6
4	Ziele für die Biomasse in der Schweiz.....	7
5	Inhalt des Programms Biomasse.....	7
5.1	Schwerpunkte Forschung und Entwicklung (F+E)	7
5.2	Schwerpunkte Pilot- und Demonstrationsanlagen (P+D).....	8
5.3	Information über die indirekte Förderung am Markt.....	8
5.4	Aktionsfelder Programm Biomasse.....	9
5.5	Finanzielle Mittel.....	10
6	Ausblick	10
6.1	Einflussgrößen für die Entwicklung	10
6.2	Prioritäten F+E sowie P+D für 2004 – 2007.....	11
6.2.1	Holz	11
6.2.2	Übrige Biomasse.....	11
7	Referenzen.....	12
7.1	Literatur.....	12
7.2	Internet-Links.....	13
8	Glossar.....	13

2 Grundlagen

2.1 Nutzung heute

Die Biomasse (inkl. Holz) trug im Jahr 2001 bereits 3.9% {2} zum schweizerischen Gesamtendenergieverbrauch (Wärme, Strom und Treibstoff) bei. Damit ist das energetisch nutzbare Potenzial aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Würde die gesamte Biomasse in der Schweiz, die für energetische Zwecke geeignet ist, genutzt, könnte damit rund 20% des schweizerischen Gesamtendenergieverbrauchs 2001 {3} gedeckt werden.

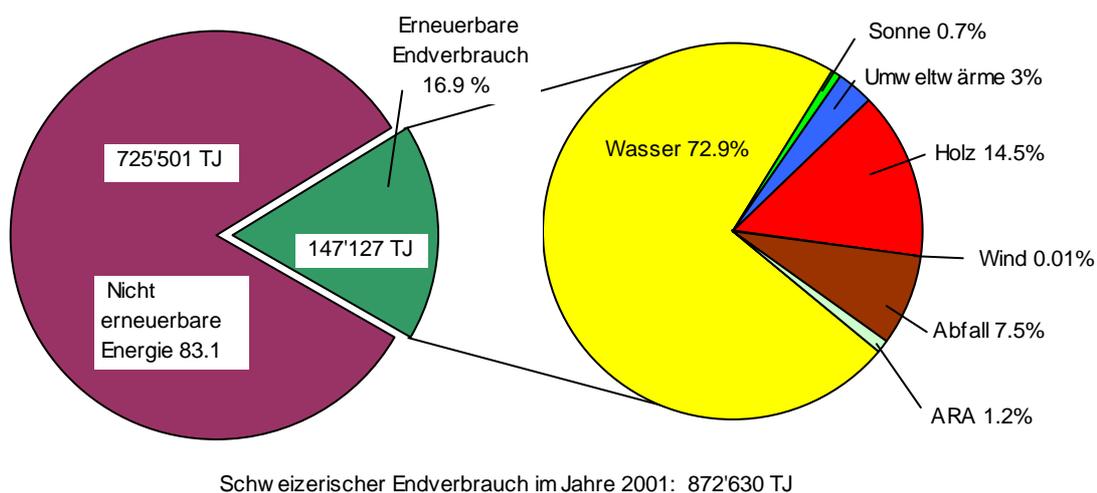


Abbildung 1 Schweizerischer Endenergieverbrauch 2001 {3}

Um das Ziel einer nachhaltigen Energiewirtschaft zu erreichen, bedarf es selbstverständlich weiterer Anstrengungen, sowohl im technischen Bereich, als auch im politischen.

Dabei sind allgemein folgende Grundsätze bzw. Prioritäten zu beachten:

1. Energie möglichst sparsam und rationell nutzen (EnG, Art. 3)
2. Die eingesetzte Energie möglichst vollständig nutzen (→ hohe Wirkungsgrade)
3. Erneuerbare Energiequellen einsetzen

2.2 Herkunft der Biomasse in der Schweiz

Für die energetische Nutzung steht in der Schweiz die Biomasse einerseits als biogene Abfälle und Reststoffe sowie andererseits als nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung (siehe Tabelle 1).

Biogene Abfälle / Reststoffe aus	Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)
<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Holzwirtschaft • Industrie, Gewerbe und Gastronomie • Haushalten • Abwasserreinigungsanlagen (ARA) • Schlachthöfen 	<ul style="list-style-type: none"> • Holz • Faserpflanzen (Chinaschilf, Gras, Hanf, Flachs etc.) • Ölsaaten (Raps, Sonnenblumen,...) • Getreide („Energiekorn“)

Tabelle 1 Herkunft der Biomasse in der Schweiz

Die maximal verfügbaren Mengen an biogenen Gütern in der Schweiz grenzen die Nutzung der Biomasse als Energieträger ein. Die verstärkte energetische Nutzung der Biomasse kann heute nur über 5 Nutzungslinien erfolgen:

- a) Erhöhen der ungenutzten Biomasse aus Wäldern und Brachflächen.
- b) Optimieren der biogenen Stoffflüsse (u.a. Abfälle) unter Berücksichtigung der gesetzlichen Randbedingungen.
- c) Erhöhung und Verbesserung der Gesamtwirkungsgrade bei der energetischen Nutzung von der Quelle bis zur Umwandlung (Verbesserung der Technik).
- d) Umlegen und ausscheiden von Agrarflächen, welche heute für die Tierhaltung und Lebensmittelproduktion genutzt werden, für den Energiepflanzen-Anbau (Energiepflanze anstatt Lebensmittel, diese kompensiert durch Import).
- e) Import von Biomasse zu energetischen Verwertung als Brenn- und Treibstoff

2.3 Potenzial Biomasse

2.3.1 Schweiz

Jährlich werden in der Schweiz rund 9.5 Mia. kWh Energie aus Biomasse gewonnen. Davon entfallen ca. 60 Prozent auf das **Holz**; der effektive Anfall an Energieholz würde aber eine doppelt so grosse Nutzung erlauben (rund 11 Mia. kWh). Rund 3.5 Mia. kWh werden heute aus flüssigen und festen **organischen Abfällen** in allen Verbrauchssektoren sowie aus **nachwachsenden Rohstoffen** erzeugt (siehe Tabelle 2)

Biomasse aus	Energie in TJ	davon 2001 genutzt [TJ]
Holz	55'000	21'400
Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo)	6'000	100
Landschaftspflege	3'200	10
Ernterückstände und Hofdünger	85'000	44
Abfälle	33'000	12900
Gesamte Biomasse	180'000	34'454

Tabella 2 Energetisch nutzbares Biomassepotenzial in der Schweiz {1}

2.3.2 Welt

Das **weltweite Biomassepotenzial** wurde bereits durch diverse Studien abgeschätzt. Eine von der Universität Utrecht {8} geht davon aus, dass keine Flächen genutzt werden, die heute zum Anbau von Nahrungsmitteln oder der Forstwirtschaft dienen.

	Ertrag	Fläche	Biomasse	Heizwert	Energieinhalt	
	t/ha a	ha			t/a	MJ/kg GJ/t
Biomassepotenzial	6.0	6.6 10⁹	3.96 10 ¹⁰	17.68	700	2.22E+13
Weltenergieverbrauch					400	1.27E+13
Energieinhalt Biomasse/ Weltenergieverbrauch					1.75	1.75

Tabella 3 Globales Potenzial für Anbau von Biomasse zu Energiezwecken

	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
	USD/GJ	USD/GJ	CHF/GJ	CHF/GJ	Rp./kWh	Rp./kWh
Entwicklungsländer	1	15	1.45	21.75	0.52	7.83
Industrieländer	4	70	5.80	101.50	2.09	36.54

Tabella 4 Bandbreite der Kosten zum Anbau von Biomasse als Energieträger (ohne Transportkosten). Umrechnung von USD (Bezugsjahr 2000) auf CHF mit einem Kurs von 1.45.

2.4 Umwandlungsverfahren heute

Die Energie aus Biomasse wird im Endverbrauch zum grössten Teil thermisch (ca. 90%), elektrisch (ca. 9%) und zu einem geringen Anteil als Treibstoff (<1%) genutzt. Die thermische Energie wird hauptsächlich mittels **Verbrennung** bereitgestellt und die elektrische Energie und die Treibstoffe mittels **Vergärung** erzeugt. Die **Vergasung** ist noch im Forschungs- und Pilotanlagenbereich angesiedelt.

In der Schweiz gibt es Systemanbieter, die in den Bereichen Verbrennung, Vergasung und Vergärung Anlagen anbieten. Forschungsprojekte sind dann sinnvoll, wenn die Ergebnisse auch einem schweizerischen Systemanbieter wichtige Grundlagen zur Verbesserung seines Systems liefern oder Chancen für Start-ups bieten.

3 Stärken und Schwächen der Biomasse

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Vor- und Nachteile der Biomasse:

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> - CO₂-neutrale Energiequelle - Einheimische Ressourcen - Regionale Wertschöpfung - Verfügbarkeit unabhängig von Tageszeit und nur bedingt abhängig von Jahreszeit (speicherbar) - Synergien mit anderen Bereichen, z.B. Landwirtschaft¹ (zusätzliches Standbein), Abfallentsorgung, ARA, Produktion (neue Produkte {4}) etc. - Es können verschiedene Arten von Nutzenergie bereit gestellt werden: Wärme, Strom, Treibstoff - Risikolose Exporttechnologie - enormes weltweites Potenzial (siehe 2.3.2) 	<ul style="list-style-type: none"> - in der Schweiz beschränkt verfügbar - im Vergleich zu konventionellen Energiesystemen meist teurer und damit oft unwirtschaftlich - je nach Umwandlungstechnologie z.Z. Probleme mit negativen Umweltauswirkungen (z.B. Emissionen) - z.T. schwierige (politische) Rahmenbedingungen*

Tabelle 5 Stärken und Schwächen der Biomasse

* Anmerkung:

Die zum Teil schwierigen Rahmenbedingungen beziehen sich weniger auf die Biomasse als solche, sondern vielmehr auf deren Umfeld.

¹ „Der Landwirt als *Energiewirt*“

4 Ziele für die Biomasse in der Schweiz

- Energieträger Biomasse mit maximaler Substitutionswirkung (bezüglich fossile bzw. nicht erneuerbare Energien) und minimaler Umweltbelastung einsetzen
- möglichst hohe Ausnutzung der Energie (hohe Wirkungsgrade) bei gleichzeitig minimalen Emissionen der Gesamtkette
- Bereitstellung von Nutzenergie mit hoher Wertigkeit (Exergie) wo möglich und sinnvoll
- Förderung von möglichst einfachen und kostengünstigen Technologien mit hoher Verfügbarkeit
- Schliessen von Stoffkreisläufen
- Forschung und Entwicklung im Bereich neuer Technologien für die effiziente und umweltschonende Umsetzung von Biomasse

Diesen Zielen sind alle Bereiche im Bundesamt für Energie verpflichtet – von der Forschung/Entwicklung/ Demonstration bis zu den Markteinführungs-Aktivitäten von EnergieSchweiz sind die Steigerung der Effizienz, des Wirkungsgrades und der Akzeptanz die Hauptthemen. Dazu gehören natürlich auch Schadstoffminimierungen.

5 Inhalt des Programms Biomasse

5.1 *Schwerpunkte Forschung und Entwicklung (F+E)*

Strom- und Wärmeproduktion

- Vergärungsprozesse anwendungsorientiert erforschen und optimieren
- Stoffflüsse erkennen, vergleichen und mit Hilfe von Nachhaltigkeitsabklärungen bewerten
- Gasreinigungssystem für Vergaser inkl. deren Rückstände weiterentwickeln und optimieren
- Massnahmen zur Qualitätsverbesserung und Kostensenkung erarbeiten
- Suche neuer und effizienter Umwandlungstechnologien
- vorhandene Technologie geschickt zu effizienten Gesamtsystemen zusammenfügen
- Kenntnis über Bildungsmechanismen und Wirkung von Emissionen (Feinstäube usw.)
- Schadstoffemissionen um Faktor 2 bis 3 senken

Treibstoffe

- Treibstoffaufbereitung aus Biogasanlagen / Einspeisung ins Erdgasnetz
- Treibstoffe aus NAWARO (Pflanzenöle, Altspeiseöle, Alkohole,...) aus extensivem Anbau

5.2 Schwerpunkte Pilot- und Demonstrationsanlagen (P+D)

- Umsetzung und Einführung neuer Produkte und Auswertung von Langzeiterfahrungen
- Qualitätssicherung bei Biomasseanlagen sowie Systemoptimierung bestehender Anlagen
- Förderung verfügbarer Vergasungssysteme in der Praxiserprobung
- Realisierung von Demonstrationsanlagen in der Landwirtschaft, Industrie, öffentliche Hand (ARA usw.)
- Realisierung kostengünstiger Biogas-Einspeisungen ins Erdgasnetz

5.3 Information über die indirekte Förderung am Markt

Begleitende Massnahmen mit Hilfe von EnergieSchweiz:

- Normen und Qualitätssicherungen von Treib- und Brennstoffen sowie von Anlagen
- Bedürfnisorientierte und zielgerichtete Aus- und Weiterbildung
- Kostenreduktionen der Biomasseanlagen
- Fortführung der Internationalen Zusammenarbeit, insbesondere EU und IEA
- Aufrechterhaltung der Informations- und Beratungstätigkeiten
- Förderung der Kommunikation zwischen den betroffenen Bundesämtern
- Verbesserung der (politischen) Rahmenbedingungen

5.4 Aktionsfelder Programm Biomasse

Die folgende Abbildung zeigt die primären Aktionsfelder im Programm Biomasse. Aktivitäten in neuen Bereichen sind damit jedoch nicht ausgeschlossen.

	NAWARO*					ABFÄLLE						
	Holz	Faserpflanzen, Gräser	Getreide ("Energiekorn")	Öl- und Stärkesaaten	Früchte	Landwirtschaft	Schlachthöfen	Gastroindustrie	(Lebensmittel-) Industrie	Landschaftspflege	Haushalt	Kläranlagen
Aufbereitung und Logistik von Brenn- und Treibstoffen	■	■				■	■	■				
Aufbereitung und Logistik von Vergär-Substraten		■				■	■	■	■	■	■	■
Direktverbrennung	■						■					■
Vergasung thermisch	■											
Pyrolyse												
Anaerobe Vergärung		■				■	■	■	■	■	■	■
Alkoholische Vergärung / Destillation												
Umwandlung und Gewinnung von Treibstoffen (aus Vergärung)		■				■	■	■	■	■	■	■
Umwandlung und Gewinnung von Treibstoffen (ohne Vergärung)								■				

*nur extensiver Anbau

primäre Aktivitäten



Abbildung 2 Aktionsfelder Programm Biomasse

5.5 Finanzielle Mittel

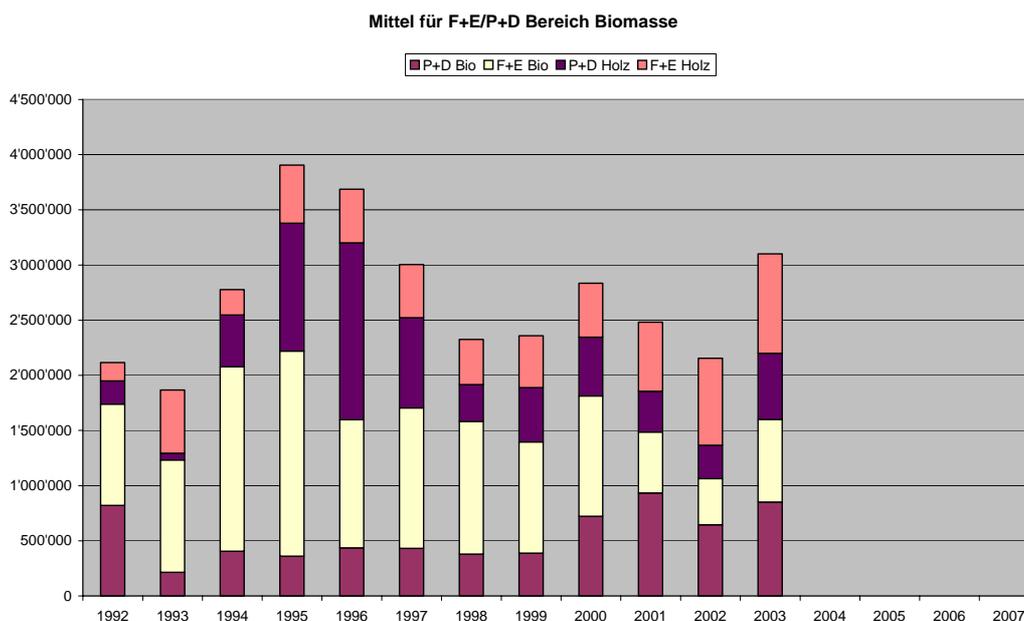


Abbildung 3 Finanzielle Mittel F+E sowie P+D für Biomasse (Holz) und übrige Biomasse 1996-2002

Für die F+E sowie P+D, aber auch für den Markt wäre es wünschenswert, wenn die Budgets in Zukunft tendenziell aufgestockt, mindestens aber stabilisiert werden könnten.

6 Ausblick

6.1 Einflussgrössen für die Entwicklung

Eine weitere Zunahme der Energiegewinnung aus Biomasse hängt sehr stark von folgenden Faktoren ab:

- Landwirtschaftspolitik: Veränderung Tierhaltung zu Acker- und Gemüseanbau und/oder Brachflächen
- Abfallpolitik: Umsetzung Deponieverbot; Abfalltrennung und Verwertung in geeigneten Anlagen (Optimierung in Bezug auf die energetische Nutzung)
- Logistik der biogenen Stoffflüsse für die energetische Nutzung (Transportkosten)
- Preise der Konkurrenten im Energiemarkt: Gas, Öl, Strom, Abfallgebühren,...
- Steuermodelle: CO₂-Lenkungsabgabe, Mineralölsteuer, LSVA
- u.a.m.

6.2 Prioritäten F+E sowie P+D für 2004 – 2007

6.2.1 Holz

a) Verbrennung:

<i>Priorität</i>	<i>Beschreibung</i>
1	Qualitätssicherung und Systemoptimierung an kleinen und grossen Holzfeuerungen
1	Pilotanlage zum Verbrennen landwirtschaftlicher Biomasse
2	Suchen neuer effizienter Umwandlungsverfahren zur Minderung der Schadstoffe um Faktor 2-3

b) Vergasung:

<i>Priorität</i>	<i>Beschreibung</i>
1	Dauertest und Verbesserungen an Holzvergaser zur Erreichung der Marktreife
1	Optimieren der Gasreinigung und Aufbereitung Prozesswasser
2	Suchen neuer Umwandlungstechnologien zur Treibstoffproduktion
2	Vergasersystem zur direkten Wärmezeugung erforschen

6.2.2 Übrige Biomasse

c) Vergärung

<i>Priorität</i>	<i>Beschreibung</i>
1	Förderung von kostengünstigen Demonstrationsanlagen in den Bereichen Landwirtschaft, Industrie, Grüngut-Abfallgewerbe und der öffentlichen Hand
1	Vergärungsprozesse anwendungsorientiert erforschen und optimieren (auch bezüglich Umweltauswirkungen)
1	Optimierung von biogenen Stoffflüssen
1	Qualitätssicherung auch für Beiprodukte (Gärgut)
1	Förderung von Biogas als Treibstoff, kostengünstige Aufbereitung / Einspeisung ins Erdgasnetz
1	Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen (Studien)
2	Erschliessen von neuen Biomasse-Quellen
2	Forschung und Entwicklung neuer und effizienter Verfahren
3	Retrofit-Programm für stillgelegte Biogasanlagen
3	Systemvergleiche für verschiedene Gärgutkombinationen

d) andere

<i>Priorität</i>	<i>Beschreibung</i>
1	Vergleich verschiedener biogener Treibstoffe mittels Ökobilanz
1	vorhandene Technologie geschickt zu effizienten Gesamtsystemen zusammenfügen, Synergien nutzen
3	Untersuchung von Umwandlungstechnologien für Pflanzenöle, Tierfette

Es soll auch vermehrt die Zusammenarbeit mit den schweizerischen Forschungsinstituten sowie den Fachhochschulen gefördert werden.

7 Referenzen

7.1 Literatur

{1}	Energetisch nutzbares Biomassepotential in der Schweiz sowie Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Staaten und den USA, Studie Hersener/Meier, April 1999
{2}	Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2001, Dr. Eicher und Pauli AG, November 2002
{3}	Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2001, BFE
{4}	Biogas, Protein und Fasern aus Gras, P&D-Anlage in Schaffhausen, Abschlussbericht Dezember 2002, Bioenergie Schaffhausen AG / ETAWATT Schaffhausen AG
{5}	Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 bis 2007
{6}	Positionspapier Holzenergie, August 2002
{7}	Positionspapier Energie aus übriger Biomasse (ohne Holz), BFE, Februar 2003
{8}	<i>Hoogwijk, M.; Faaij, A.; van den Broek, R, Berndes, G.:</i> The Global Potential of Biomass Energy: an Estimation of the Ranges

7.2 Internet-Links

EnergieSchweiz	http://www.energie-schweiz.ch
Allg. Energieforschung	http://www.energieforschung.ch
Holzenergie Schweiz	http://www.holzenergie.ch
BiomassEnergie (Informationsstelle)	http://www.biomasseenergie.ch
Biomasse Schweiz (Dachverband)	http://www.biomasse-schweiz.ch
Biogas Forum	http://www.biogas.ch

8 Glossar

Begriffe / Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
Biomasse	Unter Biomasse wird sämtliches durch die Fotosynthese direkt oder indirekt erzeugtes organisches Material verstanden.
EJ	Eta-Joule; $1 \text{ EJ} = 10^{18} \text{ Joule}$
Exergie	Jener Teil einer Energieform bzw. einer energieartiger Prozessgrösse, die unbeschränkt in Arbeit umwandelbar ist.
F&E	Forschung und Entwicklung
GJ	Giga-Joule; $1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ Joule}$
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
Nawaro	Nachwachsende Rohstoffe
P&D	Pilot und Demonstration
TJ	Tera-Joule; $1 \text{ TJ} = 10^{12} \text{ Joule}$