



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Abteilung Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Version 2.0 vom 28.09.2010

## **Biomasse-Energiestrategie Schweiz**

---

# Strategie für die energetische Nutzung von Biomasse in der Schweiz



## Inhalt

1	Zusammenfassung.....	5
2	Vision.....	7
3	Einleitung.....	7
3.1	Motivation .....	7
3.2	Ausgangslage.....	8
3.2.1	Energiepolitische Zielsetzungen.....	8
3.2.2	Biogene Güter in der Schweiz .....	9
3.2.3	Potenziale .....	10
3.2.4	Technologien .....	11
4	Strategische Ziele 2035 .....	13
5	SWOT-Analyse der energetischen Biomassennutzung in der Schweiz .....	17
5.1	Stärken .....	17
5.2	Schwächen.....	17
5.3	Chancen .....	18
5.4	Risiken / Hemmnisse.....	18
6	Handlungsfelder, Instrumente und Massnahmen .....	19
6.1	Handlungsfeld: Grundlagen.....	19
6.2	Handlungsfeld: Umsetzung .....	20
6.2.1	(Finanzielle) Anreize .....	20
6.2.2	Regulierungen .....	20
6.2.3	Weiche Faktoren (Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung).....	20
7	Glossar .....	21



## Vorwort

Die Schweiz hat sich in der Bundesverfassung dem Grundsatz der Nachhaltigkeit verpflichtet. Für den Energiebereich heisst dies konkret: sparsame und rationelle Energieverwendung, Ersatz von nicht erneuerbaren durch erneuerbare Energien. Die Schweiz stützt sich auf das Nachhaltigkeitsverständnis der Brundtlandkommission sowie auf das Drei-Dimensionen-Konzept der «Erklärung von Rio zu Umwelt und Entwicklung» der Vereinten Nationen von 1992. In seiner jüngsten Überarbeitung der Strategie Nachhaltige Entwicklung<sup>1</sup> legt der Bundesrat zudem die entsprechenden Leitlinien fest.

Damit Effizienzgewinne nicht gleich wieder durch quantitatives Wachstum kompensiert<sup>2</sup> oder sogar überkompensiert<sup>3</sup> werden, soll auch die Suffizienz<sup>4</sup> stärker betont werden.

Zurzeit stammen rund 82% des schweizerischen Endenergieverbrauchs aus nicht erneuerbaren Quellen. Gemäss Biomasse-Potenzialstudie könnte gut 10% des heutigen Primärenergieverbrauchs ökologisch vertretbar mit Biomasse gedeckt werden. Damit würde die Biomasse einen wichtigen Beitrag leisten zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der Schweiz, zur Reduktion der Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Energien sowie zur Verbesserung der Versorgungssicherheit.

Doch die energetische Nutzung von Biomasse kann in Konkurrenz mit anderen Nutzungsformen stehen. So kann beispielsweise der Anbau von Energiepflanzen die Nahrungsmittelproduktion konkurrieren oder der Einsatz von Holz für Energiezwecke im Wettbewerb mit der Nutzung als Bau- oder Industrieholz stehen. Es gibt aber nicht nur Konkurrenz, sondern auch Synergien zwischen den verschiedenen Biomasseanwendungen. Bei der Produktion wie bei der Verwendung von Biomasse können beispielsweise Nebenprodukte als Tierfutter oder Abfälle energetisch verwertet werden. Gerade weil die Biomasse so universell einsetzbar und die Vielfalt an Technologien zu deren Produktion und Nutzung sehr gross ist, stellt es eine grosse Herausforderung dar, die Stoffströme so zu leiten, dass sie zu einer effizienten und nachhaltigen Energieproduktion beitragen, ohne wertvollere Nutzungen zu beeinträchtigen.

Biomasse ist eine lebenswichtige erneuerbare Ressource. Sie versorgt uns in erster Linie in Form von Nahrungsmitteln mit der nötigen Energie. Eine nachhaltige Produktion sowie die sparsame und rationelle Verwendung entlang der Wertschöpfungskette sind deshalb zentrale Elemente der übergeordneten Biomassestrategie Schweiz<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011; <http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00262/00528/index.html?lang=de>

<sup>2</sup> sog. Rebound-Effekt – wenn die Einsparungen durch Mehrverbrauch teilweise oder ganz aufgefrisst werden

<sup>3</sup> sog. Backfire-Effekt – wenn der absolute Verbrauch nach Umsetzung einer Massnahme sogar höher ist als vorher

<sup>4</sup> Genügsamkeit oder „das rechte Mass“

<sup>5</sup> Biomassestrategie Schweiz – BFE, BLW, ARE und BAFU; Stand am 23.03.2009: <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/15396.pdf>



Im Rahmen des Aktionsplans Erneuerbare Energien des Bundesrats wurde das Bundesamt für Energie beauftragt, in Anlehnung an die übergeordnete Biomassestrategie Schweiz die vorliegende Strategie zur **energetischen** Nutzung der Biomasse in der Schweiz zu erarbeiten. Diese soll aufzeigen, wie das vorhandene energetische Biomasse-Potenzial möglichst vollständig, effizient und umweltschonend genutzt werden kann.

Bundesamt für Energie  
Der Direktor

Dr. Walter Steinmann



# 1 Zusammenfassung

Die Schweiz hat sich in der Bundesverfassung dem Grundsatz der Nachhaltigkeit verpflichtet. Das Konzept der 2000W-Gesellschaft im Energiebereich stellt ein Zwischenziel auf diesem Weg dar. Der sparsame und rationelle Einsatz von Ressourcen hat dabei oberste Priorität.

Die Biomasse ist – nach der Wasserkraft – die zweitwichtigste einheimische, erneuerbare Energiequelle. Der Anteil der gesamten Biomasse am schweizerischen Endenergieverbrauch beträgt heute gut 4%. Die energetische Nutzung der Biomasse kann einen wichtigen Beitrag zur Schonung von nicht erneuerbaren Ressourcen, zur Versorgungssicherheit des Landes sowie zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Die vorliegende Biomasse-Energiestrategie definiert in Übereinstimmung mit der übergeordneten Biomassestrategie Schweiz die wichtigsten Grundsätze und Ziele für die energetische Nutzung der Biomasse in der Schweiz, steckt die entsprechenden Handlungsfelder ab und benennt mögliche Instrumente für die Umsetzung. Mit den nachfolgend aufgeführten zehn strategischen Zielen wird die Vision einer bezüglich Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft optimalen Produktion, Verarbeitung und Nutzung der für die energetische Verwertung bestimmten Biomasse angestrebt.

## *Strategische Ziele*

- |   |   |
|---|---|
| I. Vollständige nachhaltige Nutzung des inländischen Biomasse-Energiepotenzials | V. Bereitstellung hochwertiger Energie    |
| II. Positive Umweltbilanz und keine zusätzlichen Sicherheitsrisiken             | VI. Synergien nutzen                      |
| III. Reduktion von Treibhaus wirksamen Schadstoffemissionen                     | VII. Soziale Verantwortung wahrnehmen     |
| IV. Maximaler Ersatz nicht erneuerbarer Energieträger                           | VIII. Vermeidung von Verdrängungseffekten |
|   | IX. Gesetzliche Grundlagen anpassen       |
|   | X. Weiterentwicklung der Technologien     |

Als einheimische Ressource und CO<sub>2</sub>-arme Energiequelle leistet die Biomasse einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit, zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der Schweiz sowie zur regionalen Wertschöpfung. Die Flexibilität bei der Bereitstellung von verschiedenen Energieformen (Strom, Wärme, Treibstoff) und die Möglichkeit der Nutzung von Synergien mit anderen Bereichen (z.B. Landwirtschaft, Abfallverwertung) sind weitere Stärken. Auf der anderen Seite sind die inländischen Potenziale zur energetischen Nutzung beschränkt und die Energiedichte von Biomasse vergleichsweise tief. Biomasseanlagen sind kapitalintensiv und zudem stark abhängig von Substrat- bzw. Brennstoffkosten. Potenziell negative Umweltauswirkungen (z.B. Emissionen) sind weitere Schwächen der Biomasseenergie.

Als Chance für die energetische Nutzung der Biomasse werden steigende Preise auf den Rohstoff- und Energiemärkten, Förderinstrumente wie die kosten deckende Einspeisevergütung sowie das Angebot an bewährten Technologien gewertet. Zudem sind Biomasseanlagen vergleichsweise rasch realisierbar, in der Regel gut akzeptiert und bieten Innovationspotenzial, was nicht zuletzt für den Export von Bedeutung ist. Um die Nutzung der Biomasseenergie weiter voran zu bringen, sind allerdings auch Risiken bzw. Hemmnisse zu überwinden. Es sind dies beispielsweise mangelhafte Qualität bei der Planung und dem Betrieb von Anlagen, Nutzungskonflikte zwischen der energetischen und ande-



ren Nutzungsarten, steigende Anforderungen im Bereich Hygiene, Umwelt und Sicherheit sowie wirtschaftliche Risiken im Zusammenhang mit der Abwärmenutzung.

Sollen die vorhandenen Potenziale vollständig genutzt werden, besteht Handlungsbedarf. In den Handlungsfeldern „Grundlagen“ und „Umsetzung“ sollen mit verschiedenen Instrumenten und Massnahmen die Stärken der Biomasse genutzt werden, um die erwähnten Hindernisse zu überwinden und die entsprechenden Chancen zu realisieren.

Im Handlungsfeld „Grundlagen“ zielen die angestrebten Massnahmen auf die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen ab, welche als Bewertungs- und Entscheidungsgrundlagen herangezogen werden können. Als Instrumente dienen die Forschungsprogramme Biomasse & Holzenergie sowie Energiewirtschaftliche Grundlagen.

Das Handlungsfeld „Umsetzung“ wird dreigeteilt: Der Massnahmenkatalog im Bereich „(finanzielle) Anreize“ (1) ist sehr vielfältig und betrifft die ganze Prozesskette von der Substratbereitstellung über die Produktion der verschiedenen Energieprodukte bis hin zu deren Verteilung. Ziel ist, die Güter- und Stoffströme entsprechend den strategischen Zielen zu lenken. Hier wirken Förderinstrumente wie die Kosten deckende Einspeisevergütung (KEV), Investitionshilfen, diverse Förderprogramme (Abwärmenutzung, Konjunkturstabilisierung) etc. Im Bereich „Regulierung“ (2) gilt es, regulatorische Instrumente einzuführen bzw. weiter zu entwickeln. Diese können beispielsweise Standardisierungen von Anlagen bzw. Anlagenteilen und Substraten/Brennstoffen oder die Weiterentwicklung und Harmonisierung der gesetzlichen Vorschriften beinhalten. Als Instrumente sind hier Normen und Richtlinien sowie Gesetze und Verordnungen zu nennen. Der letzte Bereich der „weichen Faktoren“ (3) umfasst namentlich indirekte Massnahmen wie Information und Beratung, Qualitätssicherung sowie Aus- und Weiterbildung. Es sollen Anlagen von hoher Qualität geplant und gebaut und durch kompetentes Personal effizient betrieben werden. Aktionsprogramme wie EnergieSchweiz oder Aus- und Weiterbildungsprogramme sind dabei die zentralen Instrumente.

Die konkreten Massnahmen werden in einem separaten Massnahmenkatalog geführt.



## 2 Vision

Die Schweiz hat sich in der Bundesverfassung dem Grundsatz der Nachhaltigkeit verpflichtet. Der Bund strebt langfristig eine **nachhaltige Entwicklung** in allen Politikbereichen an. Das Konzept der **2000W-Gesellschaft** im Energiebereich stellt ein Zwischenziel auf diesem Weg dar. Der sparsame und rationelle Einsatz von Ressourcen hat dabei oberste Priorität. Die Biomassestrategie Schweiz stimmt mit diesem Ziel überein.

**Die für die energetische Verwertung bestimmte Biomasse wird bezüglich der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft – optimal produziert, verarbeitet und genutzt. Die vorhandenen Potenziale werden möglichst vollständig genutzt.**

## 3 Einleitung

### 3.1 Motivation

Die Weltgemeinschaft steht vor grossen Herausforderungen: Die ständig wachsende Bevölkerung muss mit Nahrungsmitteln und sauberem Trinkwasser versorgt werden. Gleichzeitig schwinden die nicht erneuerbaren Rohstoff- und Energieressourcen. Die natürlichen Ökosysteme und die biologische Vielfalt kommen durch den zunehmenden Flächenbedarf für Infrastrukturen, die Schadstoff-Emissionen und die Klimaveränderung unter Druck. Die Schweiz hat im Hinblick auf eine langfristige Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und des Wohlstands ein grosses Interesse, zur Bewältigung dieser Herausforderungen beizutragen. Sie hat sich deshalb in der Bundesverfassung zur nachhaltigen Entwicklung verpflichtet.

Mit der übergeordneten Biomassestrategie Schweiz haben die mit der Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse hauptsächlich betroffenen Bundesämter für Energie, Landwirtschaft, Raumentwicklung und Umwelt acht umfassende strategische Ziele definiert, welche als Grundlage für die zukünftige Ausgestaltung der verschiedenen Politiken auf Stufe Bund und gegebenenfalls Kantone dienen.

Aus Biomasse werden Nahrungs- und Futtermittel, Baustoffe sowie eine Vielzahl von weiteren Produkten des täglichen Gebrauchs wie beispielsweise Kleider, Hygieneartikel, Papier und Möbel hergestellt. Dabei entstehen grosse Mengen an Nebenprodukten und biogenen Abfällen, die entweder stofflich weiter verwendet und/oder energetisch genutzt werden können.

Die energetische Nutzung der Biomasse kann einen wichtigen Beitrag zur Schonung von nicht erneuerbaren Ressourcen, zur Versorgungssicherheit des Landes sowie zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten.

Die vorliegende Biomasse-**Energie**strategie definiert in Übereinstimmung mit der übergeordneten Biomassestrategie Schweiz die wichtigsten Grundsätze und Ziele für die energetische Nutzung der Biomasse in der Schweiz, steckt die entsprechenden Handlungsfelder ab und benennt mögliche Instrumente für die Umsetzung.



## 3.2 Ausgangslage

Die Biomasse ist – nach der Wasserkraft – die zweitwichtigste einheimische, erneuerbare Energiequelle. Der Anteil der gesamten Biomasse am schweizerischen Endenergieverbrauch beträgt heute gut 4%. Dies entspricht einem Anteil am Endverbrauch der erneuerbaren Energien von rund 25%.

### 3.2.1 Energiepolitische Zielsetzungen

#### 3.2.1.1 In der Schweiz

Die energiepolitischen Ziele der Schweiz für den Ausbau der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen werden hauptsächlich in den folgenden Erlassen/Programmen festgelegt:

- Energiegesetz
- Programm EnergieSchweiz
- Aktionsplan Erneuerbare Energien.

Mit der Revision des **Energiegesetzes** wurde erstmals ein quantitatives Ausbauziel für Strom aus erneuerbaren Energieträgern formuliert. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien soll dabei bis 2030 um 5'400 GWh gegenüber dem Stand im Jahre 2000 erhöht werden. Davon sind mindestens 2'000 GWh aus Wasserkraft zu gewinnen.

**EnergieSchweiz**, das Aktionsprogramm für Energieeffizienz und erneuerbare Energien, enthält in den Zielen 2010 einen Zuwachs des Anteils der neuen erneuerbaren Energien (Erneuerbare ohne Wasserkraft) um 1% an der Stromerzeugung (+0,5 TWh) und um 3% an der Wärmeerzeugung (+3 TWh) bezogen auf das Jahr 2000 sowie eine Reduktion des fossilen Energieverbrauchs und damit eine Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 10% bezogen auf 1990.

Das 2010 vom Bundesrat beschlossene Nachfolgeprogramm EnergieSchweiz 2011-2020 stützt auf die 2007 festgelegte energiepolitische Vier-Säulen-Strategie ab (1. Energieeffizienz, 2. Erneuerbare Energien, 3. Grosskraftwerke, 4. Energieaussenpolitik). Konkret soll es einen massgeblichen Beitrag zur Ausschöpfung der Potenziale der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien leisten. Schwerpunkte sind unter anderem energieeffiziente und emissionsarme Mobilität, sparsame elektrische Geräte und Motoren sowie die Aus- und Weiterbildung.

Die beiden **Aktionspläne für Energieeffizienz und erneuerbare Energien**<sup>6</sup> enthalten konkrete Vorschläge zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Förderung der erneuerbaren Energien. Sie beziehen sich auf den Zeitraum von 2007 bis 2020 und sind auf die neuen Ziele und Massnahmen der Klimapolitik abgestimmt. Die Massnahmen bestehen aus einer Kombination von gesetzlich festgelegten Minimalstandards und Verbrauchsvorschriften, Anreiz- und Fördersystemen sowie einer konsequenten „best practice“-Strategie bei der Energieeffizienz. Die für die Biomasse relevanten Ziele sind: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien um 50% von 16% auf 24% des Gesamtenergieverbrauchs bis im Jahr 2020 und 20% Reduktion des Verbrauchs fossiler Energien zwischen 2010 und 2020 (Basis: Anteil der erneuerbaren Energien 2008).

#### 3.2.1.2 In der EU

Im Rahmen der fortlaufenden Verhandlungen über das Energie- und Klimapakett wurde am 6. April 2009 die Richtlinie des europäischen Parlamentes und des Rates zur Förderung der Nutzung von

---

<sup>6</sup> <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/02577/index.html?lang=de>



Energie aus erneuerbaren Quellen verabschiedet. Dem Text zufolge soll jeder Mitgliedstaat den Anteil erneuerbarer Energie erhöhen, um dazu beizutragen, diesen Anteil in der EU von heute 8,5% bis 2020 auf 20% aufzustocken. Der Einsatz von Biotreibstoffen zu 10% des Gesamttreibstoffverbrauchs im Verkehrswesen ist im Gesamtziel der EU ebenfalls mit eingeschlossen.

Die EU-Länder können selber entscheiden, zu welchen Teilen sie welche erneuerbaren Energien in ihren bevorzugten Mix einfließen lassen wollen, um die unterschiedlichen Potenziale nutzen zu können. Allerdings mussten sie der Kommission bis zum 30. Juni 2010 nationale Aktionspläne (NAPs) auf Grundlage von Richtkursen einreichen und müssen danach alle zwei Jahre Fortschrittsberichte vorlegen. Die Pläne waren für drei Sektoren auszuarbeiten: Strom, Heizung und Kühlung sowie Verkehrswesen. Mindestens 10% des Treibstoffverbrauchs in jedem Mitgliedstaat sollen durch Biotreibstoffe gedeckt werden. Die Verbindlichkeit dieses Ziels hängt jedoch davon ab, ob die Erzeugung nachhaltig ist und ob genügend Biotreibstoffe der zweiten Generation kommerziell zur Verfügung stehen. Auch die EU hat Nachhaltigkeitskriterien für Biotreibstoffe formuliert; der Vollzug ist aber bei den Mitgliedstaaten. Als eines der ersten Länder hat Deutschland einen Leitfaden für die nachhaltige Biomassenutzung erstellt<sup>7</sup>. Im Übrigen können auch Elektrofahrzeuge und der Schienenverkehr einen Beitrag zur Erreichung der Biotreibstoffquote leisten.

Erneuerbare Elektrizität ist in der EU-27 in den letzten zehn Jahren um rund 30 Prozent gewachsen, nämlich von 371 TWh in 1997 auf 477 TWh in 2006. Bisher hatte die Wasserkraft den grössten Anteil. Für das Jahr 2020 wird geschätzt, dass Grosswasserkraft mit 319 TWh, Wind mit 423 TWh, Holz mit 195 TWh und Biogas mit 80 TWh zur Jahresproduktion von erneuerbarem Strom beitragen werden.

In derselben Studie wird geschätzt, dass im Bereich der erneuerbaren Wärme Biomasse der wichtigste Primärenergieträger sein wird mit einem Anteil von rund drei Vierteln. Das Hauptszenario der Studie geht zudem davon aus, dass 88 Prozent durch das EU inländische Holzpotenzial von rund 8000 PJ (193 Mtoe<sup>8</sup>) gedeckt werden können. Die restlichen 12 Prozent werden importiert und bestehen aus 400 PJ Holz und knapp 800 PJ Biotreibstoffen.

### 3.2.2 Biogene Güter in der Schweiz

Im Rahmen einer Studie<sup>9</sup> wurden Mengen- und Energieflüsse der biogenen Güter in der Schweiz auf der Basis bestehender Statistiken für das Kalenderjahr 2006 dargestellt. Als Systemgrenze wurde die Schweizer Landesgrenze definiert, an welcher die Zu- und Abflüsse als Importe und Exporte erfasst sind. Die Daten wurden zur besseren Vergleichbarkeit in Trockensubstanz und Bruttoenergieinhalt (Heizwert) umgerechnet. Die Visualisierung ist mengenproportional (siehe Anhang 1).

Die bezüglich Masse und Energieinhalt wichtigsten Güterflüsse entstehen im Produktionssektor, also aus den Prozessen Pflanzenbau, Tierhaltung und Waldwirtschaft. Im Sektor Verarbeitung dominieren In- und Outputströme aus dem Prozess Holz- und Papierindustrie, wobei insbesondere Importe und Exporte ins Gewicht fallen. Die Güterflüsse im Sektor Nutzung und Entsorgung spielen mit Ausnahme des Warenkonsums im Vergleich zum Produktionssektor mengenmässig eine geringe Rolle.

---

<sup>7</sup> Leitfaden Nachhaltige Biomasseherstellung, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE, 2010

<sup>8</sup> Megatonne Öleinheiten

<sup>9</sup> Biogene Güterflüsse in der Schweiz 2006; BAFU, BFE 2008



### 3.2.3 Potenziale

Die verfügbare Menge an Biomasse und damit das theoretische Potenzial ist in der Schweiz auf Grund der hohen Besiedlungsdichte, des beschränkten Anteils an produktiven Flächen und der schwierigen Topografie sowie der klimatischen Verhältnisse beschränkt. Das unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte energetisch nutzbare Langfristpotential (ökologisches Nettoproduktionspotential 2040) beträgt nach Schätzungen aus dem Jahre 2004<sup>10</sup> rund 126 PJ (siehe Abbildung 1). Die Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie die stoffliche Nutzung von Biomasse (z.B. Bau- und Industrieholz) werden dabei nur in geringem Masse tangiert. Dieses beträchtliche Potenzial wird heute erst teilweise genutzt (siehe Abbildung 1).

#### Biomassepotenzial 2040

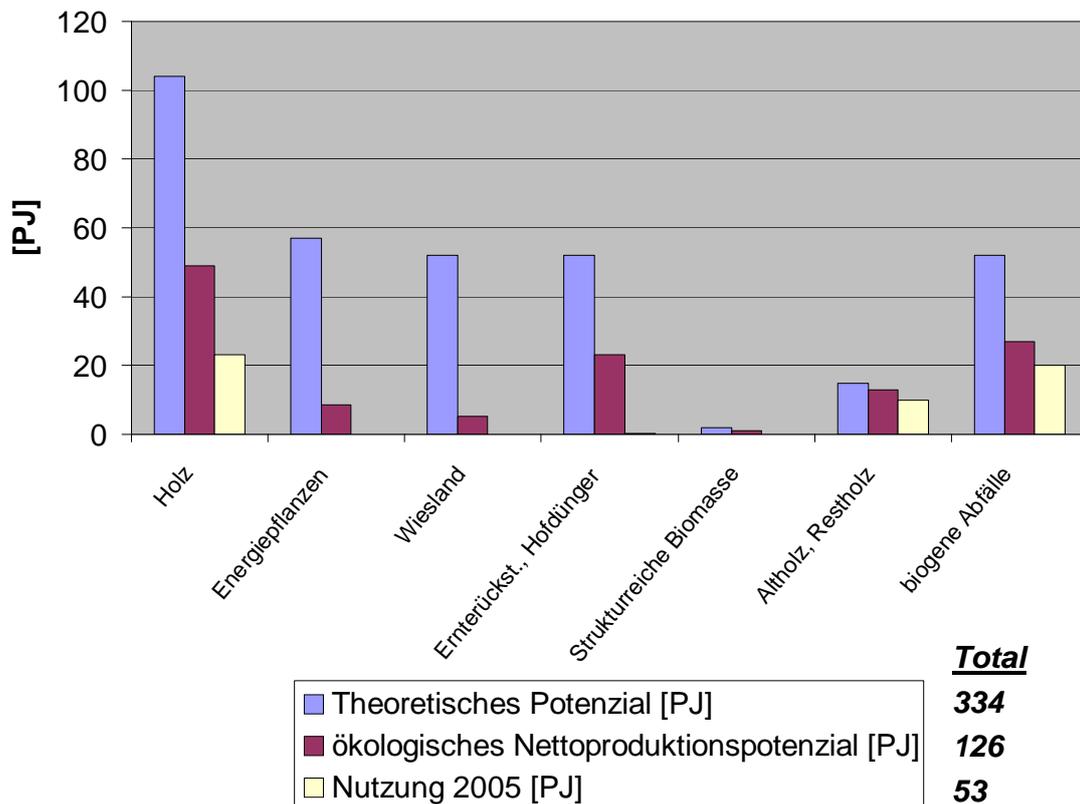


Abbildung 1 Biomasse-Potenzial (2040)

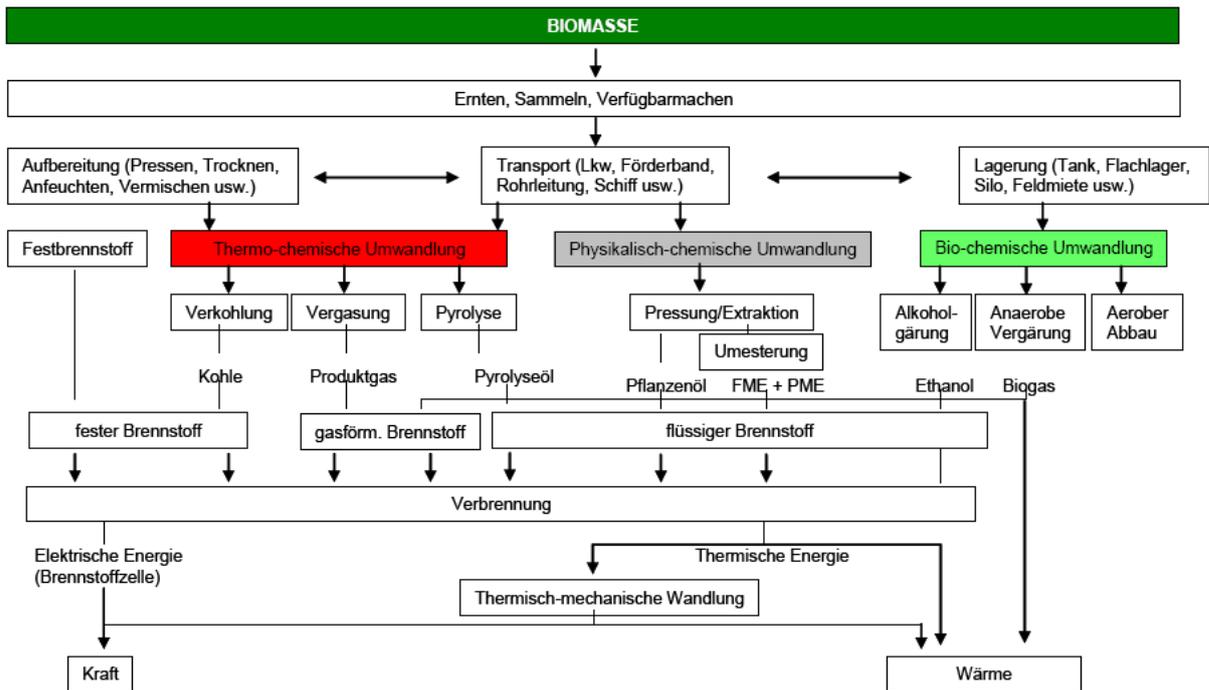
Ungenutzte Potenziale sind insbesondere im Bereich Holzenergie (Waldholz) und in der Landwirtschaft (Ernterückstände, Hofdünger) vorhanden. Bei der energetischen Nutzung von Hofdüngern ist die geringe Energiedichte eine Herausforderung. Im Bereich der Verwertung von biogenen Abfällen (z.B. nasse Grünabfälle in KVA, Klärschlamm) gibt es ebenfalls noch Optimierungspotenzial.

<sup>10</sup> Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz; BFE Dezember 2004; für Abschätzungen zum ökonomischen Potenzial wurden in dieser Studie nicht die gleichen Potenzialbegriffe verwendet wie in den Energieperspektiven (BFE 2007)



### 3.2.4 Technologien

Für die energetische Nutzung von Biomasse gibt es eine Vielzahl von Verfahren und Technologien zur Verwertung einer breiten Palette von Biomassesortimenten. In Abbildung 2 sind einige Umwandlungsverfahren dargestellt.

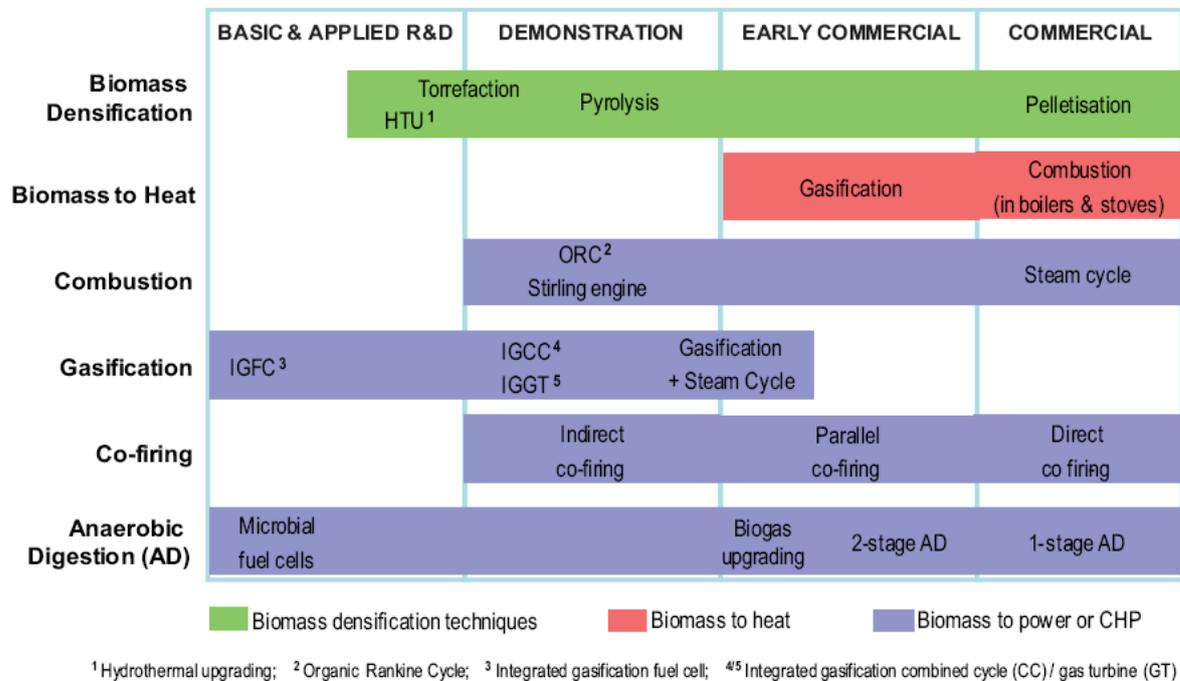


**Abbildung 2 Mögliche Technologien und Umwandlungspfade für die Energiegewinnung aus Biomasse (Quelle: BFE Energieforschungsprogramm Biomasse für die Jahre 2008-2011)**

Es gibt meist mehrere Möglichkeiten, ein bestimmtes Biomassesortiment zu verarbeiten. Je nach Art und Zusammensetzung sowie gewünschtem Endenergieprodukt eignet sich die eine Umwandlungstechnologie besser als die andere. Beispielsweise werden trockene, lignozellulosehaltige (verholzte) Biomassesortimente über thermische bzw. thermochemische Prozesse (Verbrennung, Vergasung) verwertet, während wenig verholzte feuchte Biomasse eher über bio-chemische Umwandlungspfade (Vergärung) verarbeitet werden.

Aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ist die Anlage in der Regel so gross wie möglich zu dimensionieren (economy of scale). Allerdings ist zu beachten, dass die Anlagengrösse oftmals durch die lokale Wärmeabnahme einerseits und die Biomasse-Logistik andererseits limitiert ist.

Der Entwicklungsstand ausgewählter Umwandlungstechnologien präsentiert sich in etwa wie folgt (siehe Abbildung 3):



**Abbildung 3 Entwicklungsstand der wichtigsten Technologien zur Aufbereitung und Umwandlung von Biomasse (Quelle: IEA Bioenergy<sup>11</sup>)**

Für die heutige energetische Nutzung der Biomasse in der Schweiz sind insbesondere die Verbrennung und die anaerobe Vergärung von Bedeutung. Die Vergasungstechnologie zur Produktion höherwertiger Energieprodukte ist hierzulande anhand von wenigen Projekten demonstriert, aber noch nicht kommerziell im Einsatz. ORC wird vom BFE, entgegen obiger Grafik, als early commercial bewertet.

Beispiele:

Verbrennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelraumfeuerungen</li> <li>• Holzfeuerung für Komfortwärme (EFH, MFH)</li> <li>• Holzheizwerke (Fernwärme)</li> <li>• Holzheizkraftwerke mit Dampfprozess</li> <li>• KVA (biogene Abfälle zusammen mit übrigen Siedlungsabfällen – Dampfprozess)</li> </ul>
Anaerobe Vergärung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klärgasanlagen zur Stabilisierung von Klärschlamm</li> <li>• Landwirtschaftliche Biogasanlagen (Hofdünger, Co-Substrate)</li> <li>• Gewerblich-industrielle Biogasanlagen (biogene Abfälle)</li> <li>• Anlagen zur Vergärung von Industrieabwässern</li> </ul>

Die Forschungsaktivitäten in der Schweiz beschränken sich somit primär auf Technologien der Verbrennung, Vergasung und anaeroben Vergärung.

<sup>11</sup> Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source, IEA Bioenergy ExCo 2009:05



## 4 Strategische Ziele 2035

Der Bund richtet sich bei der Ausgestaltung der Energie- und Klimapolitik bezüglich der energetischen Biomassenutzung nach folgenden strategischen Zielen:

<b>Strategisches Ziel</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>
<b>I. Vollständige nachhaltige Nutzung des inländischen Biomasse-Energiepotenzials</b>	Unabhängig davon, welchen Beitrag die übrigen erneuerbaren Energien und Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. Reduktion des Energieverbrauchs leisten, soll das vorhandene Biomasse-Energiepotenzial möglichst <i>vollständig, effizient und umweltschonend</i> genutzt werden. Damit leistet die Biomasse einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit.
<b>II. Positive Umweltbilanz und keine zusätzlichen Sicherheitsrisiken</b>	Bei der energetischen Nutzung von Biomasse soll die Umweltbilanz, verglichen mit konventioneller Technologie, in der Summe verbessert werden. Die Sicherheitsanforderungen müssen denjenigen konventioneller Technologien entsprechen.
<b>III. Reduktion von Treibhaus wirksamen Schadstoffemissionen</b>	Mit der energetischen Nutzung von Biomasse soll ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion von Treibhaus wirksamen Schadstoffemissionen geleistet werden.
<b>IV. Maximaler Ersatz nicht erneuerbarer Energieträger</b>	Es sind Technologien einzusetzen, die eine maximale Substitutionswirkung bezüglich nicht erneuerbaren Energieträger erzielen.
<b>V. Bereitstellung hochwertiger Energie</b>	Es sind Technologien einzusetzen, die hochwertige Energie (hoher Exergiegehalt) bereitstellen können.
<b>VI. Synergien nutzen</b>	Bei der Nutzung von Biomasse ist die integrierte (stoffliche und energetische) Nutzung anzustreben; die Biomasse ist so einzusetzen, dass sie die grösstmögliche Einsparung an nicht erneuerbaren Ressourcen bei kleinstmöglicher Umweltbelastung bringt.
<b>VII. Soziale Verantwortung wahrnehmen</b>	Bei der Produktion der Biomasse (besonders wichtig beim Import von Rohbiomasse oder Biomasse-Energieprodukten) soll auf sozial annehmbare Produktionsbedingungen geachtet werden.
<b>VIII. Vermeidung von Verdrängungseffekten</b>	Vermeidung von Verdrängungseffekten zu Lasten der Nahrungsmittelproduktion und der biologischen Vielfalt.
<b>IX. Gesetzliche Grundlagen anpassen</b>	Die gesetzlichen Grundlagen sind den technischen, ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten anzupassen.



<b>Strategisches Ziel</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>
<b>X. Weiterentwicklung der Technologien</b>	Verstärkung der Forschung und Entwicklung zur Optimierung der Systeme und Technologien bzw. zur Entwicklung neuer Verfahren.

### **Erläuterungen und Beispiele:**

#### **Zu I. - Vollständige nachhaltige Nutzung des inländischen Biomasse-Energiepotenzials**

In erster Linie gilt es, den Energieverbrauch mit anderen Massnahmen (Effizienzsteigerung, Verhaltensänderung<sup>12</sup>) massiv zu senken. Der nicht vermeidbare Verbrauch soll möglichst durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Eine vollständige Nutzung des inländischen Biomasse-Energiepotenzials leistet dabei einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit.

Es sollen in erster Linie biogene Abfälle, Hofdünger und Reststoffe aus der land- und forstwirtschaftlichen Produktion genutzt werden. Ob eine zentrale Nutzung der Biomasse einer dezentralen vorzuziehen ist, hängt von der Art und insbesondere von der Energiedichte der Biomasse ab. Massgebend für die Beurteilung ist eine gesamtheitliche Betrachtung.

Der relativen Knappheit der Energiebiomasse entsprechend sind, auch in Übereinstimmung mit Ziel IV, jeweils die effizientesten und umweltschonendsten Technologien (für die Produktion, Verarbeitung und Nutzung der Biomasse) zu fördern und einzusetzen.

Kosten-Nutzen-Relationen von Technologien und Verfahren werden nach betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt.

#### **Zu II. - Positive Umweltbilanz und keine zusätzlichen Sicherheitsrisiken**

Die mit der energetischen Nutzung von Biomasse verbundene Umweltbelastung darf in der Summe nicht grösser sein, als jene von vergleichbaren konventionellen Technologien. Die Technologien sind auch bezüglich Umweltverträglichkeit und Sicherheit zu optimieren.

Der Eintrag von Schadstoffen in die Biomasseströme ist an allen Stellen der Prozesskette möglichst zu vermeiden bzw. zu reduzieren, sodass die stofflichen Reste wieder in den natürlichen Stoffkreislauf zurückgeführt werden können.

Für die Beurteilung von Produkten bzw. Systemen ist grundsätzlich eine ganzheitliche Betrachtung nötig (gesamter Lebenszyklus eines Produkts, gegebenenfalls über die Landesgrenzen hinweg, Risikoanalyse etc.). Auswirkungen auf andere Bereiche (vgl. Consequential LCA) sind wenn möglich und sinnvoll in die Beurteilung einzubeziehen. Bei der Anwendung dieser Instrumente ist jedoch auf die Verhältnismässigkeit zu achten.

Auch der Import von Biomasse für die energetische Verwendung ist aufgrund einer Nachhaltigkeitsanalyse zu bewerten.

Für die Produktion von Biomasse sind in der Regel einheimische sowie Standort gerechte Arten und Organismen zu verwenden, deren genetisches Material (gegebenenfalls auch mittels genetischer

---

<sup>12</sup> Suffizienz (Genügsamkeit)



Methoden) höchstens so verändert worden ist, wie dies unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination vorkommen kann.

Um die schädlichen und lästigen Einwirkungen als Folge der Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse zu minimieren sind in erster Linie Primärmassnahmen, d.h. Reduktion von Emissionen (Luftschadstoffe, Lärm, Geruch etc.) an der Quelle, vorzusehen. Unter schädliche Einwirkungen fallen auch alle Klima relevanten Emissionen (Treibhaus wirksame Schadstoffemissionen) – siehe Ziel III.

### **Zu III. - Reduktion von Treibhaus wirksamen Schadstoffemissionen**

Die energetische Nutzung von Biomasse soll wesentlich zur Reduktion der Treibhaus wirksamen Schadstoffemissionen beitragen. Dabei werden nicht nur CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, sondern alle direkt und indirekt klimarelevanten Emissionen über den gesamten Lebenszyklus.

### **Zu IV. - Maximaler Ersatz nicht erneuerbarer Energieträger**

Es sind Technologien und Anlagenkonzepte einzusetzen, die einen möglichst hohen Gesamtnutzungsgrad bezogen auf die eingesetzte Biomasse erreichen und damit eine optimale Substitutionswirkung bezüglich nicht erneuerbaren Energien erzielen sowie Schadstoffe minimieren.

### **zu V. - Bereitstellung hochwertiger Energie**

Exergie bezeichnet den Anteil der Gesamtenergie eines Systems oder Stoffstroms, der Arbeit verrichten kann. Aus der Biomasse soll möglichst hochwertige Energie bereitgestellt werden. Das heisst, dass ein möglichst grosser Anteil bereit gestellter Energie in Arbeit umgewandelt werden kann. Demnach ist grundsätzlich die kombinierte Strom- und Wärmeproduktion der reinen Wärmeproduktion vorzuziehen. Gleichzeitig ist aber auch auf einen möglichst hohen Gesamtnutzungsgrad gemäss Ziel IV zu achten.

### **zu VI. - Synergien nutzen**

Kaskadennutzung: Im Sinne der Ressourcenökonomie soll bei der Nutzung von Biomasse eine optimale Wertschöpfung erzielt werden, indem in erster Linie möglichst hochwertige Produkte wie Nahrungsmittel, Baustoffe etc. produziert werden. Dabei anfallende Neben- und Abfallprodukte sollen, soweit nicht höherwertig verwendbar (z.B. als Futtermittel), energetisch optimal und schadstoffarm verwertet werden.

Bei der Produktion und Verwertung von Biomasse sollen vorhandene Synergien, wo sinnvoll und möglich, konsequent genutzt werden. Beispielsweise können Nebenprodukte und Abfälle aus der Lebensmittelindustrie in der Tierfütterung eingesetzt werden. Abgänge aus der Tierhaltung wiederum können der Energiegewinnung mittels Biogasanlage dienen und die stofflichen Reste (Gärgut) als Dünger in der Landwirtschaft. Die bei der Stromproduktion entstandene Wärme kann bei der Fleischproduktion (z.B. Pouletmast), in (Lebensmittel-) Industriebetrieben oder für Komfortwärme verwendet werden.

Es gibt weitere Synergien zwischen verschiedenen Nutzungsarten der Landressourcen (siehe Biomassestrategie Schweiz). Beispielsweise dient ein Wald einerseits als Erholungsraum und ist andererseits ein Lieferant von hochwertigem Bau-, Industrie- und Energieholz. Durch die Verwendung von Holz als Baumaterial werden energieintensive Materialien wie z.B. Stahl und Beton ersetzt. Damit wird graue Energie (mit den entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen) eingespart und am Ende der Lebensdauer steht das Holz in Form von Altholz erst noch als Energieträger zur Verfügung.

### **zu VII. - Soziale Verantwortung wahrnehmen**

Die beiden anderen Komponenten der Nachhaltigkeit (die ökologische und die ökonomische) sind in



den übrigen strategischen Zielen hinreichend beschrieben.

Bei der inländischen Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Biomasse werden soziale Mindestanforderungen aufgrund der geltenden Gesetzgebung und dem funktionierenden Vollzug eingehalten. Besonders wichtig wird dieser Aspekt aber im Zusammenhang mit dem Import von (Roh-) Biomasse oder Biomasse-Energieprodukten. In Anlehnung an die Bestimmungen in Mineralölsteuergesetz<sup>13</sup> und -verordnung<sup>14</sup> sind die Mindestanforderungen an die sozial annehmbaren Produktionsbedingungen dann erfüllt, wenn beim Anbau der Rohstoffe und bei der Produktion der Brenn- und Treibstoffe die am Produktionsstandort anwendbare soziale Gesetzgebung, zumindest aber die Kernübereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) eingehalten worden sind.

#### **Zu VIII. - Vermeidung von Verdrängungseffekten**

Die energetische Nutzung von Biomasse darf weder im Inland noch im Ausland zu direkten oder indirekten Verdrängungseffekten zu Lasten der Nahrungsmittelproduktion oder der biologischen Vielfalt führen. Es sollen deshalb in erster Linie biogene Abfälle, Hofdünger und Reststoffe aus der land- und forstwirtschaftlichen Produktion genutzt werden.

#### **Zu IX. - Gesetzliche Grundlagen anpassen**

Das geltende Recht ist unter Berücksichtigung der technischen, ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten, internationaler Politiken und völkerrechtlicher Instrumente sowie aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Technologien weiter zu entwickeln oder zu ergänzen. Allfällige Widersprüche zwischen den gesetzlichen Vorgaben und den Zielen dieser Strategie sind zu bereinigen.

#### **Zu X. - Weiterentwicklung der Technologien**

Die heutigen Technologien zur Produktion, Verarbeitung und Nutzung von Energie aus Biomasse sind zu optimieren und weiter zu entwickeln. Es sind zudem neue Technologien zu entwickeln und innovative Konzepte und Systeme für die umfassende Optimierung der Biomassennutzung zu fördern und zu erproben. Ziel ist die rasche Markteinführung. Alle Technologien sind im Sinne der strategischen Ziele I bis VIII zu optimieren bzw. zu entwickeln.

Ziele und Schwerpunkte der Energieforschung werden im Konzept der Energieforschung des Bundes<sup>15</sup> sowie den entsprechenden Forschungsprogrammen für jeweils 4 Jahre festgelegt. Es ist sicher zu stellen, dass sich die Ziele und Prioritäten im Bereich Biomasse an dieser Strategie orientieren.

---

<sup>13</sup> SR 641.61

<sup>14</sup> SR 641.611

<sup>15</sup> [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)



## 5 SWOT-Analyse der energetischen Biomassenutzung in der Schweiz

### 5.1 Stärken

- Einheimische Ressource: Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur Verringerung der Auslandsabhängigkeit sowie zur regionalen Wertschöpfung
- je nach Biomassesortiment und Umwandlungsverfahren CO<sub>2</sub>-arme Energiequelle; damit wichtiger Beitrag zur Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der Schweiz
- fortgeschrittene Verwertungstechnologien vorhanden
- Verfügbarkeit unabhängig von Tageszeit und nur bedingt abhängig von Jahreszeit (speicherbar)
- Flexibilität: es können verschiedene Energieformen bereit gestellt werden: Wärme, Strom, Treibstoff
- Erfolgreiche Exporttechnologien
- grosses weltweites Potenzial (bietet Potenzial für Technologieexport und gegebenenfalls für den Import von Rohbiomasse bzw. Biomasseenergieprodukten)
- Synergien mit anderen Bereichen, z.B. Landwirtschaft (kann zusätzliche Einkommensquelle sein), Abfallentsorgung, ARA, Produktion (neue Produkte) etc.
- im Allgemeinen breite politische und gesellschaftliche Akzeptanz, vorausgesetzt Nachhaltigkeitsaspekte werden berücksichtigt
- technisches Weiterentwicklungspotenzial (renommierte Forschung, welche gut international vernetzt ist)

### 5.2 Schwächen

- energetisch nutzbare Potenziale in der Schweiz sind zwar beachtlich, aufgrund des beschränkten Anteils an produktiven Flächen sowie der topografischen und klimatischen Verhältnisse aber dennoch beschränkt verfügbar; dies hat Auswirkungen auf die Substrat- bzw. Brennstoffkosten
- verglichen mit fossilen Energiequellen verfügt Biomasse über eine geringe Energiedichte; dies führt zu logistischen Herausforderungen und zu einer vergleichsweise geringen Wertschöpfung
- Biomasseanlagen<sup>16</sup> sind meist kapitalintensiv; sie brauchen deshalb Investitionssicherheit
- die Gestehungskosten sind stark abhängig von den Substrat- bzw. Brennstoffkosten und aufgrund der relativ hohen Investitionskosten auch zinssensibel
- potenziell negative Umweltauswirkungen (z.B. Emissionen) – oftmals Abwägen zwischen positiven und negativen Umweltwirkungen nötig (LCA)
- indirekte (ökologische und soziale) Effekte insbesondere beim Import von Biomasse sind schwer abzuschätzen

---

<sup>16</sup> wie auch andere erneuerbare Energieanlagen



### 5.3 Chancen

- das Angebot an Biomasse und die entsprechenden Konversionstechnologien sind sehr vielfältig; es steht eine Reihe von bewährten Technologien zur energetischen Nutzung der Biomasse zur Verfügung
- die Biomasse kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, fossile Ressourcen zu schonen und den „Abstieg“ nach dem „Peak-Oil“ bzw. dem Umstieg auf erneuerbare Quellen verträglicher zu gestalten
- der heutige Beitrag der Biomasse am gesamten Energieverbrauch der Schweiz ist vergleichsweise bescheiden (gut 4%); dieser könnte noch markant ausgebaut werden (Verdoppelung ist möglich)
- einige Biomassetechnologien (insbesondere solche zur Wärmeerzeugung) sind heute in bestimmten Anwendungsbereichen schon wirtschaftlich; mittel- bis langfristig steigende Preise bei den konventionellen Energien gepaart mit einer Optimierung der Biomassetechnologien können die Wirtschaftlichkeit verbessern
- die kosten deckende Einspeisevergütung (KEV) bietet insbesondere für aufwändigere, weniger konkurrenzfähige Technologien eine Chance
- durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf fossilen Brennstoffen sowie die Forderung einer vollständigen Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gaskombikraftwerken erhält die Energiegewinnung aus Biomasse einen weiteren Vorteil
- Biomasseanlagen können nach Fahrplan produzieren; damit können sie einen Beitrag zur Bereitstellung von Spitzenenergie leisten, was der Regulierung des Netzes dienen kann; Kleinanlagen sind möglichst zu vernetzen, damit sie das nötige Gewicht erhalten
- Biomasseanlagen sind verglichen mit anderen Technologien relativ rasch realisierbar und problemlos rückbaubar (hinterlassen i.d.R. keine irreversiblen Schäden)
- Innovationspotenzial vorhanden
- Steigende Preise auf den Rohstoff- und Energiemärkten haben zur Folge, dass insbesondere die energetische Nutzung von Biomasse interessanter wird

### 5.4 Risiken / Hemmnisse

- ein bedeutendes wirtschaftliches (und strukturelles) Hindernis für die Ausbreitung von Biomasseanlagen sind die hohen Kosten der Wärmenetze; obwohl in allen Anlagen Wärme anfällt, kann diese nur in Gebieten mit hoher Wärmedichte (auf der Bedarfsseite) wirtschaftlich genutzt werden; hohe Kosten für Nah- und Fernwärmenetze sowie das beschränkte Erzeugungspotenzial kleiner und mittlerer Anlagen verhindern eine bessere Gesamtnutzung der Biomasse; ausserdem besteht eine potenzielle Konkurrenz zu anderen leitungsgebundenen Energieträgern (insb. zum Gasnetz). Die Erhöhung der Energieeffizienz in Gebäuden reduziert die Wirtschaftlichkeit und Effizienz von Wärmenetzen.
- mangelhafte Qualität in der Planung (insb. Standort) und dem Betrieb von Anlagen; Ausbildungsdefizite
- es können Nutzungskonflikte zwischen der energetischen Nutzung und anderen Nutzungsarten (Nahrungsmittelproduktion, stoffliche Nutzung, übrige Funktionen wie ökologischer Ausgleich, Landschaftsbild/Erholungsraum etc.) auftreten
- Nutzungskonflikte bei der energetischen Verwertung auf 2 Ebenen: a) strategische Ebene der Energieprodukte (Strom, Wärme, Treibstoff) und b) Ebene der konkreten Technologien (z.B. Verbrennung vs. Vergärung); das beschränkte Potenzial gepaart mit einer erhöhten Nachfrage können zu Verteilungskämpfen und damit zu erhöhten (oder überhöhten?) Preisen führen
- Steigende Anforderungen im Bereich Hygiene, Umwelt, Sicherheit etc.
- unterschiedliche kantonale Bewilligungspraxis (Umweltschutz, Raumplanung); teilweise auf-



- wändigere Bewilligungsverfahren als bei 1:1-Ersatz von konventionellen Energieanlagen; dies kann zu höheren Investitionskosten und zu Wettbewerbsverzerrungen führen
- mögliche Zielkonflikte CO<sub>2</sub>-Reduktion, Versorgungssicherheit und erneuerbare Ressource vs. zusätzliche Umweltauswirkungen (z.B. Emissionen)
  - potenziell schlechte Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz bei Anbau und Nutzung von Energiepflanzen
  - relativ hohe Investitionskosten und grosse Abhängigkeit von Substrat- bzw. Brennstoffpreisen
  - der Technologietransfer erfolgt vergleichsweise langsam; es fehlen potente Industriepartner, die die Forschung aktiv mitgestalten und die Markteinführung neuer Technologien fördern
  - schwierige Rahmenbedingungen, so dass übergeordnete strategische Ziele nicht umgesetzt werden können (z.B. zu tiefe oder ganz fehlende CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe (Brennstoffe bzw. Treibstoffe), Deckelung bei der KEV und damit verbundenes „stop and go“ etc.)
  - für die Produktion nach Fahrplan bzw. zur Bereitstellung von Spitzenenergie sind i.d.R. Mehrinvestitionen erforderlich, da die Anlagen entsprechend zu dimensionieren sind
  - Bestrebungen, anstelle von nicht erneuerbaren erneuerbare Ressourcen zu verwenden, führen zu neuen Herausforderungen im Bereich Biomasse
  - mit zunehmender Anlagenkapazität (steigende Anzahl Anlagen und/oder Vergrößerung von Anlagen) wird der Biomassemarkt stärker umkämpft; Folge: Preissteigerung bei den Rohstoffen (z.B. Holz) oder Preiszerfall bei den Entsorgungsgebühren für biogene Abfälle

## 6 Handlungsfelder, Instrumente und Massnahmen

Sollen – wie weiter oben beschrieben – die vorhandenen Potenziale vollständig genutzt werden, besteht Handlungsbedarf. Im Folgenden werden Handlungsfelder und mögliche Instrumente definiert. Die daraus abgeleiteten Massnahmen werden in einem Massnahmenkatalog (separates Dokument) beschrieben und hier nur thematisch angedeutet.

### 6.1 Handlungsfeld: Grundlagen

Viele Grundlagen sind bereits vorhanden. Es geht darum, diese weiter zu entwickeln und gegebenenfalls neue zu schaffen.

**Instrumente:** Forschungsprogramme (Biomasse & Holzenergie, Energiewirtschaftliche Grundlagen)

Die angestrebten Massnahmen zielen auf die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen ab. Ein Schwerpunkt sind verlässliche Basisdaten wie Statistiken, Ökoinventare etc., welche als Bewertungsgrundlagen herangezogen werden. Die Entwicklung neuer Verfahren und Technologien steht ebenfalls im Vordergrund wie ihre Erprobung im Labor und im realen Einsatz. Es gilt diese neuen Technologien hinsichtlich ihres Potenzials zu beurteilen, neue Konzepte zu evaluieren und allgemein, neben den ökologischen (z.B. Luftthygiene, Klima) und gesundheitlichen, auch die volkswirtschaftlichen Auswirkungen bei der energetischen Verwertung der verschiedenen Substrate abzuschätzen. Diese Grundlagen dienen der Erarbeitung von Kriterien für die zweckmässige Verwendung der Biomasse und Lenkung der Stoffströme. Ein verfolgtes Nebenziel ist dabei, dass die in der Schweiz anfallende Biomasse möglichst im Inland verwertet werden soll.



## 6.2 Handlungsfeld: Umsetzung

### 6.2.1 (Finanzielle) Anreize

**Instrumente:** Förderinstrumente wie KEV, MinöSt-Befreiung, Investitionshilfen, diverse Förderprogramme (Abwärmenutzung, Konjunkturstabilisierung etc.), CO<sub>2</sub>-Kompensationsmassnahmen, Lenkungsabgaben, Steuersysteme, Förderprogramm für Technologietransfer

Der Massnahmenkatalog im Bereich Anreize ist sehr vielfältig und betrifft die ganze Prozesskette von der Substratbereitstellung (inkl. Logistik) über die Produktion der verschiedenen Energieprodukte bis hin zur deren Verteilung. Das Ziel ist, mit Massnahmen wie Labeling bzw. Zertifizierung von Produkten, der Entwicklung von geeigneten Förderinstrumenten und Lenkungsabgaben, Optimierung von Steuersystemen etc. die Güter- und Stoffströme gemäss den strategischen Zielen (siehe Kapitel 4) zu lenken. Um die erneuerbaren Energien in der Schweiz voranzutreiben gilt es ausserdem, die Schweizer Akteure besser miteinander zu vernetzen, um auch den Technologietransfer zu gewährleisten.

### 6.2.2 Regulierungen

**Instrumente:** Normen, Richtlinien, gesetzliche Vorgaben (Gesetz, Verordnung)

Neben der Schaffung von Grundlagen und Anreizen sind auch regulatorische Instrumente nötig, um die erneuerbaren Energien auf dem Markt zu etablieren und weiter voranzutreiben. In diesem Zusammenhang gilt es Standardisierungen von Anlagen bzw. Anlagenteilen und Substraten/Brennstoffen weiter zu treiben und die Arbeiten in den entsprechenden (nationalen und internationalen) Gremien aktiv zu begleiten. Weiter sind gesetzliche Vorschriften zu harmonisieren und Planungsgrundlagen zu optimieren, dies alles in Anlehnung an den aktuellen wissenschaftlichen und technologischen Stand.

### 6.2.3 Weiche Faktoren (Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung)

**Instrumente:** Aktionsprogramme wie EnergieSchweiz<sup>17</sup>, Aus- und Weiterbildungsprogramme

Einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Biomasseenergiestrategie leisten auch indirekte Massnahmen wie Information und Beratung, Qualitätssicherung sowie Aus- und Weiterbildung. Ziel ist, dass Anlagen von hoher Qualität geplant und gebaut werden. Sie sollen durch kompetentes Personal effizient betrieben werden, sodass eine langfristige Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Die Promotion von Strom und Wärme (gegebenenfalls differenziert auch Treibstoffe) aus Biomasse sowie die Koordination von Projekten sind weitere Elemente zur Förderung der Biomasse-Energienutzung.

---

<sup>17</sup> bzw. Nachfolgeprogramm



## 7 Glossar

Biomasse	Sämtliches durch Fotosynthese direkt oder indirekt erzeugtes organisches Material, das nicht über geologische Prozesse verändert wurde. Hierzu gehören auch sämtliche Folge- und Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle, deren Energiegehalt aus der Biomasse stammt.
Biomasse-Energiepotenzial	Nachhaltig nutzbares Potenzial zur Gewinnung von Energie aus Biomasse. Dabei werden die unter Kapitel 4 definierten strategischen Ziele und Grundsätze berücksichtigt.
Brennstoff - Treibstoff <sup>18</sup>	<p>Ein <b>Brennstoff</b> ist ein chemischer Stoff, dessen gespeicherte Energie sich durch Oxidation in Form einer Verbrennung in nutzbare Energie umwandeln lässt. Der Begriff „Brennstoff“ steht für brennbare Energieträger.</p> <p>Unterschieden werden Brennstoffe in Heizstoffe, die zur Wärmegewinnung eingesetzt werden, und Kraftstoffe (Treibstoffe), die in Verbrennungsmotoren verwendet werden.</p> <p>Ein <b>Treibstoff</b> (auch Kraftstoff) ist ein Brennstoff, dessen chemische Energie durch Verbrennung in Verbrennungskraftmaschinen (Verbrennungsmotor, Gasturbine, ...) und Raketentriebwerken in Antriebskraft umgewandelt wird.</p> <p>Treibstoffe werden überwiegend zum Antrieb von Fortbewegungsmitteln (Kraftfahrzeug, Flugzeug, Schiff, Rakete) verwendet.</p>
Consequential LCA	Eine “Consequential LCA” liefert Informationen über die Folgen (Konsequenzen), die eine bestimmte Entscheidung (Investition oder Produktion/Verwendung eines Produkts) auf die (globale) Umwelt hat und ob ein mutmasslich umweltfreundliches Produkt auch tatsächlich zu einer Reduktion der Umweltbelastung führt.
End-of-pipe-Lösung	Systeme oder Technologien, die nicht den Produktionsprozess selbst verändern, sondern die Umweltbelastung durch nachgeschaltete Massnahmen verringern. Beispiele sind Partikelfilter oder Entschwefelungsanlagen.
Energiepflanzen	Pflanzen, die hauptsächlich zum Zwecke der Energiegewinnung angebaut werden. Massgebend ist dabei der wirtschaftliche Nutzen der Hauptkultur. Beträgt die Energiegewinnung mehr als 50% des wirtschaftlichen Nutzens, handelt es sich um Energiepflanzen. Mähgut von Ökoausgleichsflächen gilt hingegen nicht als Energiepflanzen, weil der ökologische Ausgleich dieser Kultur der primäre Zweck ist. Ebenso gelten Zwischenfrüchte und Gründüngungspflanzen nicht als Energiepflanzen, da auch hier der primäre Zweck ein anderer ist (Bodenabdeckung, Erhalt der Bodenstruktur, Düngung).
Exergie	Exergie bezeichnet den Anteil der Gesamtenergie eines Systems oder Stoffstroms, der Arbeit verrichten kann, wenn er in das thermodynamische (thermische, mechanische und chemische) Gleichgewicht mit seiner Umgebung gebracht wird. Exergie basiert also auf einem Potential zwischen mindestens 2 Zuständen, wobei einer davon meist der Umgebungszustand ist.

<sup>18</sup> Zwischen OZD und BAFU/BFE gibt es unterschiedliche Definitionen für Brenn- und Treibstoffe: z.B. gilt Erdgas zur Strom- und Wärmeproduktion mittels Blockheizkraftwerk für das BFE als Brennstoff und für die OZD als Treibstoff



Kaskadennutzung	Als Kaskadennutzung bzw. Mehrfachnutzung wird die Nutzung eines Rohstoffs über mehrere Stufen bezeichnet. Auf diese Weise soll eine besonders nachhaltige und effektive Nutzung sowie eine Einsparung beim Rohstoffeinsatz von Rohstoffen erreicht werden. Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte werden so lange wie möglich im Wirtschaftssystem genutzt.
KEV	Kosten deckende Einspeisevergütung gemäss Art. 7a, Energiegesetz (EnG)
Nachhaltige Entwicklung <sup>19</sup>	„Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“ (Original)  Nachhaltig ist eine Entwicklung, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“
Virtuelle Kraftwerke	Ein virtuelles Kraftwerk ist eine Zusammenschaltung von kleinen, dezentralen Stromerzeugern, wie zum Beispiel Photovoltaikanlagen, Kleinwasserkraftwerken, Biogasanlagen etc. zu einem Verbund, der disponible Kraftwerksleistung aus Grosskraftwerken ersetzen kann.

Autoren:

Daniel Binggeli, Bruno Guggisberg, Lukas Gutzwiller, Sandra Hermle, Hans-Ulrich Schärer, Thomas Volken

---

<sup>19</sup> gemäss Definition der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland-Report), 1987



## Anhang 1

---

Biogene Güter in der Schweiz (2006) in 1000 t TS

### Abkürzungen

Produktion	<b>HVO</b> Holzvorrat, <b>PFL</b> Pflanzenbau, <b>THA</b> Tierhaltung, <b>WAW</b> Waldwirtschaft
Verarbeitung	<b>FLV</b> Fleischverarbeitung, <b>HPI</b> Holz- und Papierindustrie, <b>IND</b> andere Industrien, <b>LMI</b> Lebensmittelindustrie, <b>VEN</b> Verarbeitung Energie
Nutzung und Entsorgung	<b>ARA</b> Abwasserreinigung, <b>DEP</b> Deponien, <b>IVB</b> industrielle Verbrennung, <b>KMP</b> Kompostierung, <b>KVA</b> Kehrlichtverbrennung, <b>NEN</b> Nutzung Energie, <b>VGÄ</b> Vergärung, <b>WAK</b> Warenkonsum



Produktion

Verarbeitung

Nutzung und Entsorgung

