



3.3 Biomasse

Autoren

Tony Kaiser (Chair), Alstom, Baden; Sandra Hermlé, BFE, Bern; Samuel Stucki, PSI, Villigen.

Die Biomasse leistet heute einen Beitrag von 2% zur schweizerischen Elektrizitätsversorgung. Damit ist sie gegenwärtig die weitaus wichtigste neue erneuerbare Stromquelle. Der überwiegende Teil des mit Biomasse erzeugten Stroms stammt aus Kehrlichtverbrennungsanlagen, da die Hälfte des Stroms, der in solchen Anlagen produziert wird, als erneuerbare Energie gilt.

3.3.1 Stand der Technologie heute

Die Biomasse und andere Abfälle decken heute 5% des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz. Zur Stromproduktion tragen sie 2% bei (1,2 TWh bzw. 4400 TJ). Den grössten Anteil am Strom liefern Abfällen (Abbildung 3.1) mit rund 50% Energieanteil aus Biomasse. Zurzeit betragen die elektrischen Wirkungsgrade der Kehrlichtverbrennungsanlagen 7 bis 23%; der durchschnittliche energetische Wirkungsgrad liegt bei 66% (BAFU, BFE 2012). Da in Zukunft bei sinkendem Wärmebedarf mit einem zunehmenden Bedarf an Strom zu rechnen ist, wird Biomasse (trockene Biomasse wie Energieholz) verstärkt zur Stromerzeugung genutzt werden. Heute geschieht dies meist in Verbrennungsanlagen, in Dampfprozessen mit Wasser oder – im kleinen Leistungsbereich – auch mit anderen Verfahren wie dem Organic Rankine Cycle. Bei der Dampfkrafttechnik hängen die Kosten und der Wirkungsgrad stark von der Grösse der Anlagen ab. Anlagen mit einer Leistung bis 10 MW erreichen elektrische Wirkungsgrade von lediglich 10 bis 20% und sind daher nur bei Nutzung der Wärme in Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK) sinnvoll (vgl. Abschnitt

3.10). Sie können dort eingesetzt werden, wo ein grosser, konstanter Wärmebedarf besteht. Die Vergasung von Biomasse im Leistungsbereich von einigen 100 kW für dezentrale WKK-Anlagen, die in Pilotanlagen bereits realisiert wurde, ermöglicht eine Verdopplung des elektrischen Wirkungsgrads. Allerdings ist die kommerzielle Nutzung ungewiss, da die Technik auf ausgewählte Holzsortimente beschränkt ist und bisher nicht ausreichend zuverlässig funktioniert.

Die Wirbelschichtvergasung kann für grössere Leistungen eingesetzt werden. Diese Technologie bietet die Möglichkeit, die Biomasse in Kombination mit Gas- und Dampfturbinen zu nutzen. Dadurch sind elektrische Wirkungsgrade von bis zu 40% möglich, für grosse Anlagen mit Biogas-Zuführung sogar bis zu 60%. Diese Wirkungsgrade würden auch einen stromgeführten Betrieb rechtfertigen und das Einsatzpotenzial vergrössern. Die Zuführung von Gasen aus der Biomassevergasung in ein erdgasgefeuertes Kombikraftwerk würde es zudem ermöglichen, die Vorteile von Grossanlagen für die Stromerzeugung aus Biomasse zu nutzen.

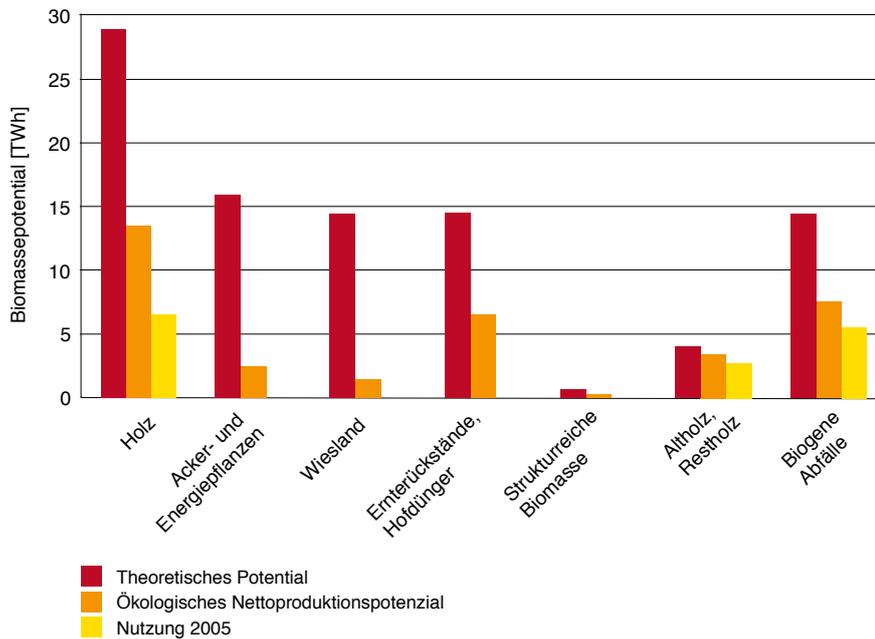


Abbildung 3.4: Potenzial für die energetische Nutzung von Biomasse in der Schweiz im Jahr 2040. Dargestellt sind das theoretische Potenzial, das ökologisch vertretbare Potenzial sowie die Nutzung im Jahre 2005. (BFE-Bio 2004).

Nasse, nicht verholzte Biomasse kann durch Vergärung in einen gasförmigen Energieträger umgewandelt und direkt zur Stromerzeugung in Motoren (Blockheizkraftwerken) genutzt oder zur Verteilung im Erdgasnetz aufbereitet werden. Die Aufbereitung für das Erdgasnetz ermöglicht einen vollständigen Stoffumsatz und damit einen höheren Wirkungsgrad, insbesondere dort, wo die Wärme nicht sinnvoll genutzt werden kann. Bei der Nutzung der Biogase in Blockheizkraftwerken ist aufgrund der beschränkten Lagerfähigkeit der Biomasse meist kein wärmegeführter Betrieb möglich. Damit höhere Gesamtnutzungsgrade erzielt werden können und die Wirtschaftlichkeit verbessert werden kann, werden vermehrt Möglichkeiten der Abwärmenutzung geprüft (z.B. Heizen von Gewächshäusern und Stallungen, Kälteerzeugung mit Absorptionskältemaschinen, Trocknen von Heu oder Früchten etc.).

3.3.2 Ökologische und wirtschaftliche Aspekte

Die Nutzung von Biomasse aus Abfällen oder extensivem Anbau ist weitgehend CO₂-neutral. Allerdings können klimawirksame Schadstoffe aus dem Anbau und der Nutzung der Biomasse die

CO₂-Neutralität zunichte machen. Beim Biogas ist die Freisetzung von Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) aus dem Biomasse-Anbau, Substrat-Austrag und Biogaserzeugung entscheidend, während beim Energieholz klimawirksame Feinstaubemissionen aus Kleinanlagen zu vermeiden sind.

Bei der Stromerzeugung aus Biomasse hängen die Kosten und die Wirkungsgrade stark von der Grösse und Auslastung der Anlage sowie vom eingesetzten Brennstoff ab. Im Fall der WKK besteht zudem eine Kopplung zwischen Wärme- und Stromkosten. Bei Energieholzpreisen von weniger als 5 Rp./kWh belaufen sich die Stromgestehungskosten bei hoher Auslastung der Anlage im WKK-Betrieb auf 15 bis 25 Rp./kWh. Gewerbliche Biogasanlagen verarbeiten meist biogene Abfälle, für die sie – zumindest heute noch – mit Entsorgungsgebühren in der Größenordnung von 80 Fr./t rechnen können. Damit erzielen sie vergleichbare Stromgestehungskosten wie WKK-Anlagen. Die Stromproduktion aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen hingegen ist wegen der hohen Investitionskosten im Vergleich zu grossen Biogasanlagen und ohne die Beiträge aus Entsorgungsgebühren deutlich teurer und kostet bis zum Doppelten.

3.3.3 Potenzial bis 2050

Das unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte energetisch nutzbare langfristige Potenzial beträgt nach Schätzungen rund 126 PJ (35 TWh) (vgl. Abbildung 3.4). Gemäss den Energieperspektiven 2035 des BFE beläuft sich das ökologische Ausbaupotenzial der Elektrizitätsproduktion für Biomasse auf 3,2 bis 4,2 TWh, wenn ein Drittel des Biomasse-Potenzials zur Stromerzeugung verwendet wird (BFE 2007). Eine entsprechende Einschätzung des Energie Dialogs Schweiz (ETS 2009) liegt bei 5 TWh.

Die Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse steht in Konkurrenz zur Umwandlung in flüssige oder gasförmige Treibstoffe. Die Produktion von biogenen Treibstoffen aus Abfallbiomasse ist ökologisch sinnvoll. Will man jedoch ein Maximum an mechanischer Arbeit aus der Biomasse gewinnen und nicht nur weniger wertvolle Wärme, steht die Stromproduktion im Vordergrund. Eine landwirtschaftliche Produktion von biogenen Treibstoffen im grossen Stil ist in der Schweiz nicht realistisch und nicht sinnvoll (BFE-Bio 2010). Sie hätte zur Folge, dass die einheimische Nahrungs- und Futtermittelproduktion verdrängt würde und vermehrt durch Importe ersetzt werden müsste. Biotreibstoffe der 2. Generation könnten bei konstanter Gesamtmobilität und Flotteneffizienz weniger als 8% der Schweizer Individualmobilität abdecken (TA Swiss 2010). Biotreibstoffe werden in Zukunft jedoch eine Rolle im Langstreckentransport oder auch im Luftverkehr spielen.

Die Gewinnung von Methangas aus nasser Biomasse durch Vergasung ermöglicht einen vollständigen Stoffumsatz und damit einen verbesserten Wirkungsgrad. Die Vergasung aus Biomasse kann die etablierten Vergärungsverfahren ergänzen.

3.3.4 Technologiespezifische Bewertung und Folgerungen

Die Verfügbarkeit von Biomasse ist unabhängig von der Tageszeit und nur bedingt abhängig von der Jahreszeit. Zahlreiche fortschrittliche Verwertungstechnologien sind bereits vorhanden. Die Biomassenutzung findet politisch und gesellschaftlich

eine breite Akzeptanz, sofern die Nutzung nachhaltig erfolgt. Das begrenzte Angebot und die unterschiedlichen Nutzungsinteressen können jedoch zu Konflikten führen, insbesondere zwischen Biomasse als Nahrungsmittel, als stoffliche Ressource und als Energieträger. Um die Effizienz zu erhöhen und die Kosten zu senken, geht der Trend in Richtung zentrale Anlagen.

Das Ziel besteht darin, Biomasse unter Berücksichtigung von sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten zu produzieren und zu verwerten (BFE-Bio 2010). Dazu müssen die erforderlichen technischen und wissenschaftlichen Grundlagen bereitgestellt werden. In einer aktuellen Studie (TA Swiss 2010) zum Thema «Zweite Generation Biotreibstoffe» konnte gezeigt werden, dass die Nachhaltigkeit der jeweiligen Wertschöpfungskette hauptsächlich von der Wahl der Biomasse abhängt. Die Verwendung von Abfallmaterialien wie Gülle, Bioabfall und Restholz wirkt sich günstig auf die Nachhaltigkeit und Treibhausgasbilanz der ganzen Kette aus. Dies gilt auch für die Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse.

Die energetische Nutzung der Biomasse lässt sich weiter verbessern, wenn bei den bekannten Technologien die Systeme weiter optimiert und integriert werden oder neue Verfahren entwickelt werden. Das setzt entsprechende finanzielle Mittel für die Forschung voraus. Für die Umsetzung empfiehlt sich die Vernetzung von Industrie und Forschung, damit nicht in die Entwicklung von energetisch unvorteilhaften Biomasseanlagen investiert wird. Um die Biomassenutzung zu beschleunigen, sollten verschiedene Fördermechanismen geprüft werden. Dazu gehören finanzielle Anreize und praxisnahe Vorschriften, aber auch Information, Beratung und Weiterbildung. Dabei sind gesundheitliche, sicherheitstechnische und umweltrelevante Aspekte zu beachten, neue Entwicklungen zu berücksichtigen und die Betriebssicherheit durch entsprechende Massnahmen und Leitlinien zu verbessern. Eine Abschätzung der Entwicklung von Gestehungskosten und Treibhausgasemissionen basierend auf Lebenszyklusanalysen (LCA) findet sich in Kapitel 3.11.

Literatur

BAFU, BFE 2012: Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischen Standardverfahren. www.proclim.ch/news?2367

BFE-Bio 2010: Strategie für die energetische Nutzung von Biomasse in der Schweiz. www.proclim.ch/news?2365

BFE 2007: Die Energieperspektiven 2035 – Band 1 Synthese. www.proclim.ch/news?2415

BFE-Bio 2004: Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. www.proclim.ch/news?2366

ETS 2009 (Energie Trialog Schweiz 2009): Energie-Strategie 2050 – Impulse für die schweizerische Energiepolitik. Grundlagenbericht. Zürich. 144 Seiten. www.proclim.ch/news?877

TA Swiss 2010: Future Perspectives of 2nd Generation Biofuels. www.proclim.ch/news?1397