

Energie- und CO₂-Bilanz der Pelletsproduktion

Verfasst von Wilhelm Moser
Datum November 2009
Nummer 397 TR nK-I-1-99 22

wilhelm.moser@bioenergy2020.eu

BIOENERGY 2020+ GmbH

Firmensitz Graz
Innfeldgasse 21 b
8010 Graz
Österreich

Außenstelle Wieselburg
Gewerbepark Haag 3
3250 Wieselburg
www.bioenergy2020.eu

T ++43(0)7416 522 38-10
F ++43(0)7416 522 38-99
centre@bioenergy2020.eu

Firmenbuch: FN 232244k
Landesgericht für ZRS Graz
UID-Nr.: ATU 56877044

[Energie_und_CO2-Bilanz_der_Pelletsproduktion, Druckdatum 11.02.2010]



Competence Centers for
Excellent Technologies

Auftraggeber AEE Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien -
klima:aktiv holzwärme

Projektleitung Walter Haslinger walter.haslinger@bioenergy2020.eu
Mitarbeit Wilhelm Moser wilhelm.moser@bioenergy2020.eu

Projektnummer nK-I-1-99
Projektlaufzeit Oktober 2009 - November 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	4
2	Materialien und Methoden	4
2.1	Datengrundlage	4
2.2	Systemgrenzen für die Bilanzierung	4
2.3	Annahmen	5
3	Ergebnisse	6
4	Diskussion und Ausblick	8
5	Literatur	8

1 Zielsetzung

Ziel ist die Erstellung einer Kohlendioxid- (CO_2) und Energiebilanz für die Herstellung von Holzpellets in Österreich. Neben den jeweiligen Bilanzen von 8 befragten Produzenten sind gewichtete Durchschnittswerte zu ermitteln. Von konkretem Interesse sind folgende Kenngrößen: Wärmeverbrauch, Verbrauch an elektrischem Strom sowie die Kohlendioxidemissionen jeweils für die Erzeugung von einer Tonne Holzpellets.

2 Materialien und Methoden

2.1 Datengrundlage

Die zentrale Datengrundlage stellt ein Fragebogen dar, der von 8 österreichischen Unternehmen im Bezug auf die Pelletproduktion ausgefüllt wurde. Die anzugebenden Daten betreffen das Wirtschaftsjahr der Daten (2008 und 2009), die Jahresproduktion an Holzpellets, die verwendeten Rohstoffe (Sägespäne, Hobelspäne, (Säge)Hackgut, Faser-/ Rundholz und Presshilfsmittel), den Wärmeenergieverbrauch und Technik für die Trocknung der Rohstoffe, den eingesetzten Dampf, die eingesetzte elektrische Energie inklusive Strommix (bzw. $\text{g CO}_2/\text{kWh}_{\text{el}}$) sowie den Eigenvertrieb der produzierten Holzpellets.

Die angegebenen Zahlen können auf Plausibilität überprüft werden: Die erzeugte Pelletsmenge muss der Menge an Rohstoffen entsprechen, die Trocknungswärme bezogen auf die feuchten Rohstoffe liefert einen Vergleichswert, die installierten elektrischen Hauptverbraucher können über die Auslastung der Produktionskapazität mit dem Jahresstromverbrauch in Korrelation gebracht werden.

2.2 Systemgrenzen für die Bilanzierung

Für die Bilanzierung des Pelletierungsprozesses werden die in der folgenden Abbildung dargestellten Systemgrenzen betrachtet:

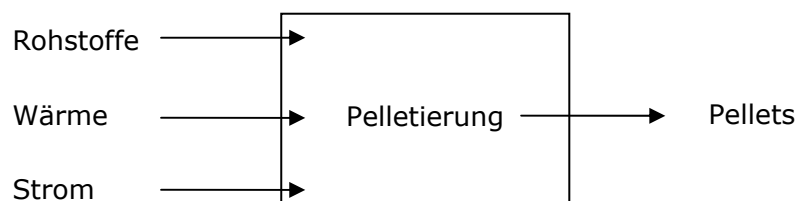


Abbildung 1: Systemgrenzen für die Bilanzierung des Pelletierungsprozesses

2.3 Annahmen

Die erforderliche Energie und damit verbundene CO₂-Emissionen für die Gewinnung und den Transport der Rohstoffe sind außerhalb der Systemgrenzen und werden deshalb nicht berücksichtigt (kein „kumulierten“ Energiebedarf bzw. keine kumulierten CO₂-Emissionen).

Für den Wassergehalt der Rohstoffe werden folgende Annahmen getroffen: Hobelspäne 10 %, Sägespäne und (Säge)Hackgut 50 % (vergleiche [Hartmann 2005] und [Hartmann et al. 2007]).

Für Holzpellets werden ein Wassergehalt von 8 % und ein Heizwert von 4,75 kWh/kg = 17,1 MJ/kg angenommen (vergleiche [Hartmann 2005] und [Hartmann et al. 2007]). Aufgrund des Kohlenstoffgehalt-Gehalts von wasserfreien Fichtenholz von 50 % sind unter Berücksichtigung des Wassergehalts je kg Pellets 1,685 kg Kohlendioxid gespeichert.

Die erforderliche Wärmeenergie zur Trocknung feuchter Rohstoffe entfällt in 2 Fällen (nur trockene Rohstoffe) und ist in weiteren 4 von 8 Fällen biogenen Ursprungs (Biomasse-KWK). Die beiden verbleibenden Unternehmen geben Fernwärme bzw. Abwärme aus Industrie als Wärmequelle für die Trocknung an. Für die CO₂-Bilanz wird angenommen, dass auch diese beiden Wärmequellen CO₂-neutral sind.

Angaben für die Verwendung von Dampf fehlen in den Fragebögen. Dampf wird zum Teil für die Einstellung des Wassergehalts der Pellets verwendet. Werden beispielsweise 5 m-% Dampf zugemischt, entspricht die enthaltende Verdampfungswärme 34 kWh/t bzw. 0,7 % der in den Pellets enthaltenen Energie (bezogen auf den Heizwert der Pellets, Verdampfungswärme Wasser 2,44 MJ/kg nach [Hartmann 2005]). Dieser Energieaufwand und damit verbundene CO₂-Emissionen werden nicht berücksichtigt.

Der Energiebedarf und die CO₂-Emissionen für die Errichtung bzw. Entsorgung der Pelletierungsanlage sind nicht bekannt, aufgrund der relativ langen Lebensdauer jedoch wahrscheinlich vernachlässigbar.

Mit diesen Annahmen verbleibt als Quelle für die CO₂-Emissionen im Pelletierungsprozess der Bedarf an elektrischem Strom, wenn dieser nicht zur Gänze aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wird.

Zusätzlich wird der im Fragebogen erhobene Transport zu den Endkunden ausgewertet. Für den Kraftstoff Diesel werden folgende Werte verwendet: Heizwert 42,8 MJ/kg, Dichte 0,84 kg/l [Frisknecht et al 2007], CO₂-Emissionen 3,172 kg/kg Diesel [Spielmann et al 2007]. Energieaufwände und Emissionen für die Herstellung der LKWs und Infrastruktur werden nicht berücksichtigt (nur direkter Energiebedarf und direkte CO₂-Emissionen).

3 Ergebnisse

In Tabelle 1 sind der spezifische Wärmebedarf, der spezifische Strombedarf, der spezifische Gesamtenergiebedarf und die Kohlendioxid-Emissionen bezogen auf den eingesetzten elektrischen Strom sowie je Tonne produzierter Pellets der einzelnen Unternehmen angegeben.

Tabelle 1: Bilanzierungsergebnisse der einzelnen Unternehmen

Unternehmen	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8
Wärmeenergie	kWh/t	615	953	587	1 151	346	0	0	0
bezogen auf Heizwert		12,9%	20,1%	12,4%	24,2%	7,3%	0 %	0 %	0 %
Elektrischer Strom	kWh/t	117	170	98	127	102	90	100	63
bezogen auf Heizwert		2,5%	3,6%	2,1%	2,7%	2,1%	1,9%	2,1%	1,3%
Gesamtenergie Pelletierung	kWh/t	731	1 123	685	1 278	448	90	100	63
bezogen auf Heizwert		15,4%	23,6%	14,4%	26,9%	9,4%	1,9%	2,1%	1,3%
CO ₂ -Emissionen elektr. Strom	g/kWh	38	134	138	258	275	42	138	146*
Kohlendioxid	kg/t	4,4	22,8	13,5	32,7	28,1	3,7	13,8	9,2
bezogen auf Heizwert	g/kWh	0,9	4,8	2,9	6,9	5,9	0,8	2,9	1,9
bezogen auf gespeichertes Kohlendioxid		0,3%	1,4%	0,8%	1,9%	1,7%	0,2%	0,8%	0,5%

* Aufgrund fehlender Angabe Mittelwert aller anderen Angaben.

In Tabelle 2 sind für diese Werte die minimalen, maximalen und nach produzierter jährlicher Pelletsmenge gewichteten mittleren Werte angeführt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bilanzierung

Größe	Einheit	Minimum	Maximum	Gewichteter Mittelwert	Anteil am Heizwert/ gespeicherten CO₂
Wärmeenergie	kWh/t	0	1151	534	11,2 %
Elektrischer Strom*	kWh/t	63	127	97	2,0 %
Gesamtenergie für Pelletierungsprozess	kWh/t	63	1278	631	13,3 %
CO ₂ -Emissionen elektrischer Strom*	g/kWh	38	275	149	-
Kohlendioxid*	kg/t	3,7	32,7	14,5	0,9 %

Bemerkenswert ist, dass im ungünstigsten Fall für die Trocknung bis zu 1151 kWh je Tonne Pellets bzw. 24 % der in den Pellets gespeicherten Energie aufgewendet werden muss, wenn ausschließlich feuchte Rohstoffe verarbeitet werden. Ebenso auffällig ist der große Streubereich für den Bedarf an elektrischem Strom. Im ungünstigsten Fall ist dieser doppelt so hoch wie im günstigsten Fall. In der Literatur wird ein Strombedarf von 40 kWh/t Pellets [Hartmann 2005] bzw. [Hartmann et al. 2007] bis 90 kWh/t [Kaltschmitt et Streicher 2009] angegeben. Die Streuung bei den spezifischen Kohlendioxid-Emissionen wird weiters durch den vom Netz bezogenen Strommix stark beeinflusst.

Für den Transport zum Endkunden sind kaum Daten vorhanden, lediglich ein Unternehmen vertreibt laut Angaben eine nennenswerte Menge direkt. Für den Vertrieb von knapp 26.000 t Pellets werden 135.000 l Kraftstoff verbraucht, also 5,2 l/t**. Dies entspricht einer Energiemenge von 51,9 kWh/t Pellets (1,1 % des Heizwertes der Pellets) bzw. 13,9 kg CO₂/t Pellets (0,8 % des gespeicherten CO₂).

* Der Stromverbrauch des Unternehmens 2 lag um 42 % oberhalb jenes, der aufgrund installierter Leistung und Auslastung zu erwarten wäre. Auch der spezifische Stromverbrauch ist deutlich höher als bei den anderen Unternehmen. Dieser Ausreißer wurde deshalb bei den Stromkennzahlen nicht berücksichtigt.

** Dieser Wert entspricht einem durchschnittlichen Transport von 4 t Pellets über eine Entfernung von 100 km inklusive Leerfahrt bei einem Kraftstoffverbrauch von 20 l/100km.

4 Diskussion und Ausblick

Die getroffenen Annahmen zeigen den Bedarf für weiterführende Arbeiten: Da detaillierte Fragebögen oft nicht oder nur schlecht ausgefüllt werden, könnten in einem Monitoring-Projekt mit einer repräsentativen Auswahl an Pelletswerken und entsprechenden Datenerhebungen genauere Daten generiert werden (z.B. Wassergehalt der Rohstoffe, Wärmequelle für Trocknung, vorgelagerte Zerkleinerung, Zudosierung von Dampf, Anteil an Nukearstrom).

Für die erforderliche Energie und damit verbundene CO₂-Emissionen für die Gewinnung und den Transport der Rohstoffe sowie für die Errichtung bzw. Entsorgung der Pelletierungsanlage sind Daten aus anderen Quellen vorhanden (z.B. Gemis oder Ecoinvent), um zu einem kumulierten Energiebedarf bzw. kumulierten CO₂-Emissionen zu gelangen.

5 Literatur

Hartmann 2005

HANS HARTMANN: *Leitfaden Bioenergie - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen*. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow, Deutschland 2005

Hartmann et al. 2007

HANS HARTMANN, KLAUS THUNEKE, KLAUS REISINGER: *Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen*. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow, Deutschland 2007

Kaltschmitt et Streicher 2009

MARTIN KALTSCHMITT, WOLFGANG STREICHER (HRSG.): *Regenerative Energien in Österreich*. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009

Frischknecht et al 2007

ROLF FRISCHKNECHT, NIELS JUNBLUTH ET AL: *Overview and Methodology - ecoinvent report No. 1*. Dübendorf, Schweiz 2007

Spielmann et al 2007

MICHAEL SPIELMANN, CHRISTIAN BAUER, ROBERTO DONES, MATTHIAS TUCHSCHMID: *Transport Services - ecoinvent report No. 14*. Dübendorf, 2007