

Erneuerbare Energien aus der Landwirtschaft

Detailangaben

Forschungsgruppe Betriebswirtschaft

Victor Anspach, Sören Honegger, Christian Gazzarin und Markus Lips



0 Status Quo der Erneuerbaren Energien	3
1 Allgemeine Annahmen	3
1.1 Kostendeckende Einspeisevergütung	3
1.2 Arbeitskosten	3
1.3 Annuität (Zinsen und Tilgung)	4
1.4 Gestehungskosten	4
1.5 Vergleich mit Referenzenergieträger	4
2 Biogas	4
2.1 Investition	4
2.2 Energieproduktion pro Jahr	4
2.3 Arbeitszeitbedarf Landwirtschaft	4
2.4 Rohstoffe	4
2.5 Weitere Kosten	4
2.6 Nebenprodukte	5
2.7 Förderungsmassnahmen	5
2.8 Vergleich mit Referenzenergieträger	5
3 Photovoltaik	5
3.1 Investition	5
3.2 Energieproduktion	5
3.3 Arbeitsbedarf Landwirtschaft	5
3.4 Strukturkosten	5
3.5 Förderungsmassnahmen	5
3.6 Vergleich mit Referenzenergieträger	5
4 Windkraft	6
4.1 Investition	6
4.2 Energieproduktion pro Jahr	6
4.3 Arbeitszeitbedarf Landwirtschaft	6
4.4 Weitere Kosten.....	6
4.5 Förderungsmassnahmen	6
4.6 Vergleich mit Referenzenergieträger	6
5 Holzschnitzel	6
5.1 Investition (Heizung).....	6
5.2 Energieproduktion pro Jahr.....	6
5.3 Arbeitsbedarf.....	6
5.4 Rohstoff.....	6
5.5 Weitere Kosten	7
5.6 Förderungsmassnahmen	7
5.7 Vergleich mit Referenzenergieträger	7
6 Biodiesel (Rapsmethylester, RME)	7
6.1 Investition	7
6.2 Arbeitsbedarf Landwirtschaft	7
6.3 Rohstoff.....	7
6.4 Weitere Kosten	7
6.5 Nebenprodukte	7
6.6 Förderungsmassnahmen	8
6.7 Vergleich mit Referenzenergieträger	8

Quellen:

Windkraftanlage: www.oekolandbau.de/Copyright BLE/Dominic Menzler

Photovoltaik: www.oekolandbau.de/Copyright BLE/Thomas Stephan

Raps: www.oekolandbau.de/Copyright BLE/Thomas Stephan

Andere: ART



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

In Ergänzung zum Energie-Factsheet werden nachfolgend die gewählten Berechnungs- und Datengrundlagen dargestellt. Abschnitt 1 behandelt die allgemeinen Annahmen für die Kostenberechnung, während die Abschnitte 2 bis 6 die spezifischen Annahmen für die fünf untersuchten Energieerzeugungspfade beschreiben.

Abkürzungen

BHKW	Blockheizkraftwerk
h	Stunde
ha	Hektare
hl	Hektoliter
EnV	Einspeisevergütung
KEV	Kostendeckende Einspeisevergütung
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
kW _{therm}	Kilowatt thermisch
kWh	Kilowattstunde
kW _p	Kilowatt Peak
MW	Megawatt = 1000 kW
m/s	Meter pro Sekunde
PV	Photovoltaikanlage
WKK	Wärme-Kraft-Kopplung

0 Status Quo der Erneuerbaren Energien

0.1 Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien

In der Schweiz betrug im Jahr 2010 die Netto-Elektrizitätsproduktion 63'758 GWh. Von dieser Inlandsproduktion waren 57 % aus erneuerbaren Energiequellen. Dabei stammt der mit Abstand grösste Anteil aus der Wasserkraftnutzung (rund 54,8 %), rund 2,2 % sind aus anderen erneuerbaren Energiequellen. Von denen hat die Energiegewinnung aus Abfall (z.B. Kehrichtverbrennungsanlagen) und Abwasser (z.B. Biogaserzeugung in Abwasserreinigungsanlagen) die grösste Bedeutung (BfE 2011).

Die Nutzung von Biogas aus landwirtschaftlichen Rohstoffen, von Sonnenenergie, Holz oder Wind zur Stromerzeugung spielt derzeit noch eine sehr untergeordnete Rolle (Bild 1).

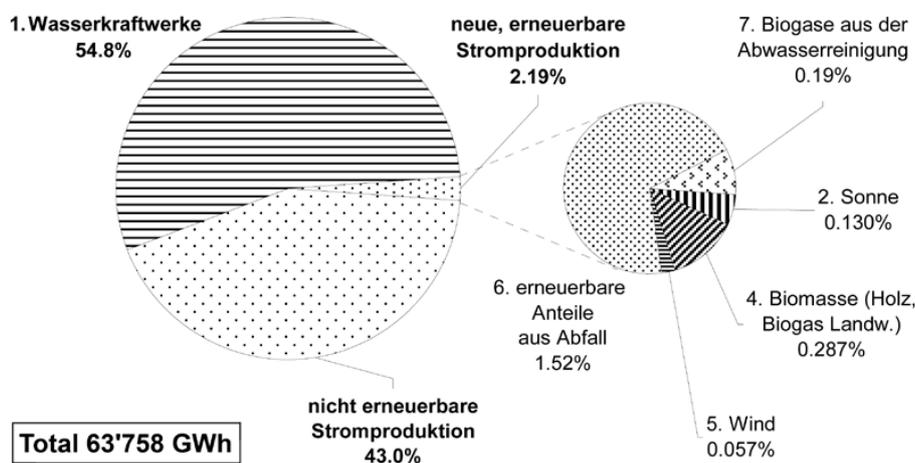


Bild 1: Schweizerische Netto-Elektrizitätsproduktion 2010 (Quelle: BfE 2011)

2010 waren in der Schweiz:

- 7'425 netzgekoppelte Photovoltaikanlagen mit einer elektrischen Leistung von 107,1 MW_p installiert. Dies entspricht einer durchschnittlichen Anlagegrösse von 14,4 kW_p.
- 72 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von 5,4 MW installiert. Die durchschnittliche Anlagegrösse beträgt rund 75 kW.
- 32 Windkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 42,3 MW installiert. Die durchschnittliche Anlagegrösse beträgt rund 1,3 MW.

0.1 Wärmeproduktion aus Erneuerbaren Energien

15,3 % der Wärmeerzeugung stammen in der Schweiz aus erneuerbaren Energien. Die Verbrennung von Holz hat dabei eine herausragende Bedeutung und stellt 54,1 % der erneuerbaren Wärme. Daneben ist die Abwärmenutzung aus Kehrichtverbrennungsanlagen (17,4 %) und die Nutzung von Umweltwärme (22,4 %) von Bedeutung. Wärmeerzeugung aus Solaranlagen (3,8 %) und die Abwärmenutzung aus der Abwasserreinigung (2,1 %) haben eine untergeordnete Bedeutung.

2010 waren 562'730 Holz-Einzelraumöfen (Ø Leistung 10,4 kW), 75'774 Holz-Gebäudeheizungen (Ø Leistung 34 kW), und 6'941 automatische Holzfeuerungsanlagen (Ø Leistung 270 kW) installiert (BfE 2011).

0.2 Flüssige Biotreibstoffe

In der Schweiz wurden 2010 rund 9,3 Mio. Liter Biodiesel und rund 2,6 Mio. Liter Bioethanol verbraucht. Die Inlandsproduktion betrug für Biodiesel rund 7 Mio. Liter, vor allem aus Abfallstoffen (z.B. Fritieröl) und importierten Rohstoffen. Rund 2,4 Mio. Liter Biodiesel wurden importiert. Eine eigene Produktion von Bioethanol gibt es in der Schweiz seit 2008 nicht mehr. Die gesamte verbrauchte Menge wird importiert (BfE 2011).

Quelle: BfE (2011): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien. Ausgabe 2010 – Vorabzug. Bundesamt für Energie, Bern.

1 Allgemeine Annahmen

1.1 Kostendeckende Einspeisevergütung

Grundsätzlich kann Strom aus erneuerbaren Energiequellen nach der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) mit einem gesetzlich festgelegten Vergütungssatz verkauft werden. Allerdings

muss derzeit von einer mindestens zweijährigen Wartezeit ausgegangen werden, da die Fördermittel bereits ausgeschöpft sind. Folgt nach entsprechender Wartezeit jedoch ein positiver Bescheid über eine Förderung nach KEV, muss eine Investitionsentscheidung gründlich nachkalkuliert werden, da sich sowohl die Vergütungssätze als auch die Anschaffungskosten verändern und diese für die Zukunft nicht kalkuliert werden können. Damit kann die gesetzliche Planungssicherheit derzeit als sehr ungenügend umschrieben werden und sich hemmend auf Investitionsentscheidungen von Landwirten auswirken.

1.2 Arbeitskosten

Für die entstehenden Lohnkosten oder als Lohnansatz bei Familienarbeitskräften auf dem landwirtschaftlichen Betrieb werden Fr. 28.– pro Stunde angenommen (Gazzarin und Albisser 2010). Die jährlichen Arbeitskosten ergeben sich aus der Multiplikation von Lohnansatz mit der spezifischen jährlichen Arbeitszeit des betrachteten Verfahrens.

1.3 Annuität (Zinsen und Tilgung)

Die Kapitalkosten (Zinsen und Tilgung) werden mittels der Annuitätenformel berechnet (Oppitz 1997). Entsprechend ist der Kapitaldienst in jedem Jahr gleich. Die Zinsbelastung nimmt laufend ab, während die Tilgung kontinuierlich zunimmt.

Grundsätzlich wird zur besseren Vergleichbarkeit der Verfahren angenommen, dass bei den landwirtschaftlichen Investitionen ausschliesslich Fremdkapital eingesetzt wird. Das Fremdkapital setzt sich jeweils aus einem zinslosen Investitionskredit mit den jeweils gültigen Rahmenbedingungen und einem Bankkredit mit einem Effektivzinssatz von 4 % (derzeitiger Zinssatz für langfristige Hypotheken bei Geschäftskunden ca. 3,5 %, vgl. bspw. Thurgauer Kantonalbank, zuzüglich Sicherheitszuschlag) zusammen. Nicht landwirtschaftliche Investitionen werden komplett über einen Bankkredit fremdfinanziert (bspw. Biodiesel) oder zu 20 % mit Eigenkapital zu einem Kalkulationszinssatz von 3 % finanziert (bspw. Hack-schnitzelheizung).

Bei den meisten Investitionen gibt es mehrere Teilkomponenten mit unterschiedlicher Nutzungsdauer. Entsprechend werden für alle Komponenten und Finanzierungsarten (Eigenkapital, Fremdkapital und evtl. Investitionskredite) je eine Annuität gerechnet.

1.4 Gestehungskosten

Die Brutto-Gestehungskosten resultieren aus allen Kosten abzüglich der Erlöse für die Nebenprodukte.

Die Netto-Gestehungskosten ergeben sich aus den Brutto-Gestehungskosten und den staatlichen Förderungsmassnahmen wie der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) oder dem Erlass der Mineralölsteuer.

1.5 Vergleich mit Referenzenergieträger

Das Konzept für den Vergleich mit Referenzenergieträgern ist in Lips (2007) beschrieben.

2 Biogas

Die Kalkulation der Biogasanlage beruht auf einer Anlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 190 kW_{el}. Die Biogasanlage wird aus einem Mix aus Gülle von rund 260 Grossvieheinheiten (GVE, je nach Intensität der Weidehaltung), Co-Substrate wie Grasschnitt und Müllereiabfälle sowie Grassilage und Maissilage betrieben. Die kalkulierte Auslastung der Anlage beträgt rund 7900 Volllaststunden und entspricht damit einer Nettoleistung von 173 kW_{el}.

2.1 Investition

Die Anschaffungskosten für die Biogasanlage werden in Höhe von rund Fr. 6000.– je kW_{el} installierte Leistung kalkuliert. Die Hauptkostenfaktoren stellen die Fermenter (1600 m³), das Blockheizkraftwerk (BHKW), das Fahrsilo für die Mais- und Grassilage und das Gärsubstratlager für eine Lagerdauer von 6 Monaten dar.

Zur Finanzierung stehen ein zinsloser Investitionskredit und ein klassischer Bankkredit zur Verfügung. Die mittlere kalkulierte Kapitalverzinsung beträgt 3,5 %.

2.2 Energieproduktion pro Jahr

Das BHKW zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung der Biogasanlage hat einen kalkulierten elektrischen Wirkungsgrad von 38 %. Von der erzeugten elektrischen Energie werden 1 % Transformationsverluste und ein Eigenstrombedarf von 8 % abgezogen. Die verbleibende Energie wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die potentiellen Gaserträge der eingesetzten Substrate sind auf Basis von Richtwerten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft kalkuliert¹.

Nach Erfahrungswerten deutscher Biogasanlagenbetreiber sind diese Ertragsdaten konservativ berechnet und können in der Praxis durchaus auch höher ausfallen.

2.3 Arbeitszeitbedarf Landwirtschaft

Der Arbeitszeitbedarf an der Biogasanlage (ohne Transporte, Gärrestrückführung und -ausbringung) muss nach Erfahrungswerten von Anlagenbetreibern mit mind. 3 Stunden täglich angesetzt werden.

2.4 Rohstoffe

Als Rohstoffe werden Rindergülle und Rindermist (4250 t), Schweinegülle (500 t), Schweinemist (500 t), Hühnermist (50 t) und als energiereiche Co-Substrate Ausputzgetreide/Müllereiabfälle (500 t), Rasenschnitt (500 t), Grassilage (750 t) und Maissilage (750 t) eingesetzt. Für die Wirtschaftsdünger wird eine mittlere Transportentfernung von 5 km veranschlagt. Für den Transport der Wirtschaftsdünger und die Rückführung der Gärreste sind Fr. 28.–/m³ veranschlagt. Für Maissilage beträgt der Bezugspreis frei Silo Fr. 87.–/t und für Grassilage Fr. 97.–/t (Agridea 2010a). Rasenschnitt und Getreideausputz werden kostenlos geliefert, Entsorgunggebühren werden jedoch nicht einbezogen. Insgesamt müssen für die Substrate ohne die Fütterung der Biogasanlage rund Fr. 300 000.– gezahlt werden.

2.5 Weitere Kosten

Für Reparaturen, Wartung und Instandhaltung werden jährlich rund Fr. 58 000.– veranschlagt, davon müssen allein für das BHKW mit rund Fr. 43 000.– oder 2.5 Rp./kWh_{el} kalkuliert werden. Daneben fallen noch sonstige

¹ <http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/>.

Kosten in Höhe von Fr. 125 000.– an. Hier sind vor allem die Fütterung der Anlage mit einem Rad- oder Teleskopklader zu Fr./t 10.– und der Lohnkostenansatz von Fr./h 28.– massgeblich.

2.6 Nebenprodukte

Das BHKW der Biogasanlage hat einen kalkulierten thermischen Wirkungsgrad von 44 %. Von der erzeugten Wärme werden 30 % für den Eigenwärmebedarf (Fermenterbeheizung) der Anlage benötigt. Von der darüber hinausgehenden Abwärme werden 20 % zu einem Preis von 4 Rp./kWh verkauft. Der Verkaufspreis stellt den Nettoerlös dar, die Nahwärmeleitungen und Heizungsanbindung werden kalkulatorisch nicht berücksichtigt. Die Kosten des Wärmenetzes werden durch die Differenz des kalkulierten Verkaufspreises zum tatsächlichen Marktpreis für Wärme getragen (vgl. Energiereferenzpreis Hackschnitzelheizung).

2.7 Förderungsmassnahmen

Der erzeugte Strom wird gemäss der KEV vergütet. Dabei werden sowohl die Grundvergütung, der Landwirtschaftsbonus als auch anteilmässig der WKK Bonus in Ansatz gebracht. Eine ggf. darüber hinausgehende Förderung der Biogasanlage wird nicht berücksichtigt.

2.8 Vergleich mit Referenzenergieträger

Der Referenzenergieträger ist Strom. Der über die letzten zwölf Monate (Juni 2010 bis Juni 2011) gemittelte durchschnittliche Endkundenpreis (Haushalt, Landwirtschaft und Gewerbe) wird als Preis für den Referenzenergieträger herangezogen. Der Referenzpreis beträgt 18.3 Rp./kWh.

3 Photovoltaik

Die Berechnungen basieren zum einen auf den für 2011 aktualisierten Angaben des ART-Berichts 694 (Gazzarin et al. 2008) und zum anderen auf neuen Berechnungen über maximal zahlbare Anschaffungskosten für Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) bei bestimmten Renditeerwartungen. Betrachtet wird eine PV-Anlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 30 kW_p.

3.1 Investition

Photovoltaikanlagen sind, mit Ausnahme der Wechselrichter (10 Jahre), auf eine Nutzungsdauer von mindestens 25 Jahren ausgelegt. 25 Jahre beträgt auch die maximale Förderung der Stromeinspeisung nach der KEV. Derzeit erhalten neue PV-Anlagen vorerst jedoch keinen positiven Bescheid für eine Vergütung nach KEV, sondern werden auf eine Warteliste gesetzt. In der Praxis muss

derzeit davon ausgegangen werden, dass die PV-Anlage für mindestens zwei Jahre auf der Warteliste steht und erst im Anschluss bei einem positiven Bescheid über die Vergütung nach KEV installiert werden kann². In der vorliegenden Kalkulation wird eine PV-Anlage mit positivem Bescheid 2011 betrachtet. Die PV-Anlage wird über einen Zeitraum von 25 Jahren abgeschrieben.

Die maximalen Anschaffungskosten für PV-Anlagen in der Grössenordnung von 30 kW_p liegen je nach Renditeerwartung der Investoren zwischen rund Fr. 3400.– und Fr. 5400.– je kW_p für eine schlüsselfertige und montierte Anlage inkl. Mehrwertsteuer. In den vorliegenden konservativen Kalkulation wurde von sehr geringen Renditeerwartungen von ca. 5 % (Gesamtkapitalrendite) ausgegangen. Die Investition beträgt Fr. 4500.– je kW_p bzw. rund Fr. 134 000.– für die gesamte PV-Anlage.

3.2 Energieproduktion

Bei der Energieproduktion wurde eine durchschnittliche Ertragserwartung gewählt, die von einer anfänglichen Stromerzeugung von 1000 kWh/kW_p ausgeht. Der jährliche Leistungsverlust der PV-Anlage wurde mit linear 0,5 % des Ausgangsniveaus über die 25 Jahre Laufzeit in Ansatz gebracht.

3.3 Arbeitsbedarf Landwirtschaft

Für den Betrieb der PV-Anlage fällt grundsätzlich nur eine vernachlässigbare Arbeitszeit an. (ART Bericht 694, S. 1). Für regelmässige Kontrollen werden jedoch 30 Minuten pro Monat bzw. 6 Stunden pro Jahr angenommen.

3.4 Strukturkosten

Die Strukturkosten setzen sich aus Aufwendungen bzw. Rückstellungen für Wartung und Reparaturen, Versicherungen, der Ersatzinvestitionen für die Wechselrichter und Sonstige Aufwendungen zusammen. Insgesamt wird 1 % der Anschaffungskosten für die jährlichen Strukturkosten in Ansatz gebracht.

3.5 Förderungsmassnahmen

In der vorliegenden Kostenrechnung wird mit der Vergütungshöhe aus 2011 gerechnet. Für eine 30 kW_p PV-Anlage entspricht die Vergütung 47.2 Rappen/kWh (48.3 Rp./kWh für die Stromerzeugung der ersten 10 kW_p und 46.7 Rp./kWh für die Strom aus der Leistungsklasse 10–30 kW_p).

3.6 Vergleich mit Referenzenergieträger

Der Referenzenergieträger ist Strom. Der über die letzten zwölf Monate (Juni 2010 bis Juni 2011) gemittelte durchschnittliche Endkundenpreis (Haushalt, Landwirtschaft

² vgl. https://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home/experts/re/crfl/waiting_list.html

und Gewerbe) wird als Preis für den Referenzenergieträger herangezogen. Der Referenzpreis beträgt 18.3 Rp./kWh.

4 Windkraft

Grundlage bilden die Kostenberechnungen aus dem ART Bericht 700 (Zumbühl *et al.* 2008), der für die Situation von 2010 aktualisiert wurde. Betrachtet wird eine Windkraftanlage mit einer elektrischen Leistung von 1,3 MW an einem exponierten Standort mit mittleren Windgeschwindigkeiten von 4,5 m/s.

Windkraftanlagen eignen sich nur für wenige Gebiete in der Schweiz. Zum einen stehen nur vergleichsweise wenige geeignete Standorte zur Verfügung, da die Rentabilitätsschwelle bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von rund 5,5 m/s liegt. Landwirtschaftliche Zonen mit diesen Verhältnissen gibt es nur wenige in der Schweiz (Jura und Voralpen). Geeignete Regionen können im Internet unter <http://www.wind-data.ch/windkarte> ausgemacht werden.

4.1 Investition

Die gesamte Windkraftanlage hat eine kalkulierte Nutzungsdauer von 20 Jahren. Die Anschaffungskosten, Investitionsaufteilung, Abschreibungen und Zinsen beruhen auf den Angaben im ART Bericht 700 (Zumbühl *et al.* 2008, S. 4, Tabelle 4) und haben sich nach Experteneinschätzungen in der Schweiz bis heute nicht verändert. Die Anschaffungskosten liegen bei rund 3,4 Mio. Fr.

4.2 Energieproduktion pro Jahr

Für die durchschnittlich erreichbare Energieproduktion basieren die Kalkulationsangaben auf dem ART Bericht 700. Aufgrund des technischen Fortschrittes können jedoch nach Experteneinschätzungen heute rund 15 % höhere Stromerträge erreicht werden. Die kalkulierte Stromerzeugung liegt demnach bei jährlich 1,46 Mio. kWh.

4.3 Arbeitszeitbedarf Landwirtschaft

Für den Betrieb fällt eine vernachlässigbare Arbeitszeit an (ART Bericht 700). Für regelmässige Kontrollen werden jedoch 30 Minuten pro Monat bzw. 6 Stunden pro Jahr angenommen.

4.4 Weitere Kosten

Die Betriebs-, Unterhalts- und Reparaturkosten wurden mit jährlich durchschnittlich 5,7 % der Anschaffungskosten veranschlagt (Rigassi *et al.* 2005).

4.5 Förderungsmassnahmen

Die Einspeisevergütung nach KEV wurde gemäss der Rechenvorschrift nach Anhang 1.3 EnV zur Ermittlung der Einspeisevergütung berechnet. Die mittlere Einspeisevergütung liegt bei 19.42 Rp./kWh.

4.6 Vergleich mit Referenzenergieträger

Der Referenzenergieträger ist Strom. Der über die letzten zwölf Monate (Juni 2010 bis Juni 2011) gemittelte durchschnittliche Endkundenpreis (Haushalt, Landwirtschaft und Gewerbe) wird als Preis für den Referenzenergieträger herangezogen. Der Referenzpreis beträgt 18.3 Rp./kWh.

5 Holzschnitzel

Die Kalkulationen basieren einerseits auf den Bereitstellungskosten für Brennholz aus dem bäuerlichen Wald (Albisser *et al.* 2009) und andererseits aus den Kostenkalkulationen für den Betrieb von Holzheizungen Ammann *et al.* (2009). Beide Quellen werden für das Jahr 2010 aktualisiert.

5.1 Investition (Heizung)

Die kalkulierte Nutzungsdauer beträgt für die Heizung 20 Jahre. Verschleissteile müssen jedoch schon nach 10 Jahren ersetzt werden (Experteneinschätzung). Betrachtet wird eine 60 kW Holzschnitzelheizung. Die notwendigen Investitionen für die Heizung beruhen auf aktualisierten Kalkulationsdaten gemäss Ammann *et al.* (2009) und liegen bei Fr. 63 000.– für Heizung, Heizungs- und Lagerraum.

5.2 Energieproduktion pro Jahr

Die jährliche Energieproduktion pro Jahr entspricht den Angaben aus Ammann *et al.* (2009, S. 67, Tabelle 2).

5.3 Arbeitsbedarf

Der Arbeitszeitbedarf setzt sich zusammen aus: Bäume fällen und im Wald zu Holzschnitzel verarbeiten sowie für die Heizung bereitstellen. Die Arbeitszeit entspricht den Angaben von Albisser *et al.* (2009, S. 6) und liegt bei rund 35 Stunden pro Jahr.

5.4 Rohstoff

Für die Rohstoffbereitstellung werden die Arbeits- und Maschinenkosten nach Albisser *et al.* (2009, S. 7) genutzt. Insgesamt werden für eine 60 kW Holzschnitzelheizung rund 25 Festmeter Brennholz benötigt.

5.5 Weitere Kosten

Die Strukturkosten beruhen auf den Kalkulationsdaten von Albisser *et al.* (2009, S. 7, Tabelle 7) und Ammann *et al.* (2009, S. 67).

5.6 Förderungsmassnahmen

Es wurden keine Förderungsmassnahmen berücksichtigt.

5.7 Vergleich mit Referenzenergieträger

Als Referenzenergieträger dient Heizöl. Als Referenzpreis wird der von Bundesamt für Statistik publizierte Durchschnittspreis für Heizöl auf Monatsbasis für die letzten 12 Monate (Juni 2010 bis Juni 2011) herangezogen³. Der Referenzpreis beträgt 90.51 Fr./hl.

Als Referenzanlage dient eine Ölheizung mit einer jährlichen Heiz-Wärmeproduktion von 39 000 kWh/a und einer Warmwasserproduktion mit einem Energiebedarf von 21 000 kWh/a⁴ für rund drei Wohneinheiten.

6 Biodiesel (Rapsmethylester, RME)

Bei der Kalkulation für Biodiesel gilt es zwei Bereiche zu unterscheiden:

1. Die landwirtschaftliche Primärproduktion von Raps ist in der Kostenposition „Rohstoff“ zusammengefasst.
2. Produktion und Vertrieb von Biodiesel, was alle anderen Kostenpositionen betrifft

6.1 Investition

Für die Produktion von Rapsmethylester wird eine Fabrikationsanlage mit einer jährlichen Produktion von 100 000 t bzw. 1.12 Mio. Hektoliter Biodiesel angenommen. Diese Kalkulation stützt sich auf entsprechende Berechnungen von Henniges (2007) für Deutschland. Gebäude werden über 20 Jahre, die Maschinen über 10 Jahre abgeschrieben (S. 122). Henniges (2007) gibt die Kosten für Zinsen (5 %) und Abschreibungen aggregiert an. Neben der Umrechnung in Schweizer Franken⁵ wird pauschal ein Zuschlag von 20 % für die Schweizer Verhältnisse verwendet (Angabe von Markus Sax, ART). Die Ausnahme dabei bilden die oben erwähnten Rohstoffkosten.

³ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/del/index/themen/05/02/blank/1key/durchschnittspreise.html>

⁴ http://www.haustechnik.ch/fileadmin/user_upload/pdf/haustechnik_info/gesamtkostenvergleich_de.pdf

⁵ Wechselkurs Fr. ⇔ € gemäss <http://www.cash.ch/boerse/kursinfo/fullquote/Currency%20Dealings/897789/148/1>

6.2 Arbeitsbedarf Landwirtschaft

Für den Anbau von einer Hektare Raps sind rund 29 Arbeitsstunden notwendig (Lips und Ammann 2006). Bewertet mit dem Stundenansatz von Fr. 28.– sind diese Kosten in den Rohstoffkosten enthalten. (Die Arbeitskosten für die Produktion von Rapsmethylester basieren auf den Angaben von Henniges (2007) und werden entsprechend umgerechnet.)

6.3 Rohstoff

Die Produktion von Raps wird Mittel einer detaillierten Vollkostenrechnung abgebildet. Die Direktkosten stammen aus der Agridea-Publikation Deckungsbeiträge 2010 (Agridea 2010b). Weiter werden daraus auch die Angaben zur Erntemenge (32 dt Trockensubstanz pro Hektare) übernommen. Der Wassergehalt beträgt 15 % was einen Einfluss auf die Transport- und Trocknungskosten hat (Agridea 2008). Die eingesetzte Arbeitszeit pro Hektare Raps beträgt 29 Stunden (Lips und Ammann 2006). Maschinenkosten werden auf Basis des Maschinenkostenberichts 2010 (Gazzarin und Albisser 2010) kalkuliert. Der Pachtzins und die anderen Gemeinkosten werden von Lips und Ammann (2006) übernommen. Von den resultierenden Gestehungskosten werden die Direktzahlungen von Fr. 2680.–/ha (Flächenbeitrag Fr. 1040.–, Beitrag für offene Ackerfläche Fr. 640.–, Anbaubetrag Raps Fr. 1000.–; Agridea 2009) abgezogen, was die Rohstoffkosten ergibt.

6.4 Weitere Kosten

Unter „Weitere Kosten“ sind sechs Kostenpositionen zusammengefasst. Drei davon basieren auf Henniges (2007):

1. Nebenkosten wie Versicherungen
2. Betriebsmittel für Rapspressen und Veresterung
3. Ein Risikozuschlag von 5 %

Für den Transport von der Abladestelle zur Biodiesel-Produktionsstätte wird eine Distanz von 100 km angenommen. Basierend auf den Angaben des Transportunternehmens Traveco werden Transportkosten von Fr. 2.65 pro dt Raps und 100 km verwendet.

Der Aufwand für die Dienstleistungen des Tankstellenbetreibers wird mit 0.15 Fr. pro Liter angenommen (Auskunft von Herrn Henggeler von Agrola aus dem Jahre 2007). Dies umfasst den Kosten für Tanklager, Transport zu den Tankstellen, Unterhalt und Betrieb der Tankstellen.

6.5 Nebenprodukte

Für Rapsschrot wird die Preisangabe von Swiss Granum (2010) von Fr. 27.–/dt (Kuchenpreis Raps) verwendet. Glycerin wird mit einem Preis von Fr. 2.50/dt bewertet, ist mengenmässig jedoch kaum von Bedeutung.

6.6 Förderungsmassnahmen

Im Rahmen des Mineralölsteuergesetzes (MinöStG 2008) und der Mineralölsteuerverordnung (MinöStV 2008) sind Treibstoffe wie Bioethanol und Biodiesel von der Mineralölsteuer befreit.

6.7 Vergleich mit Referenzenergieträger

Der Referenzenergieträger ist Diesel wie er an den Tankstellen angeboten wird. Das Bundesamt für Statistik veröffentlicht entsprechende Preise⁶. Der Referenzpreis beträgt 1.8 Fr./hl.

Der Diesel-Preis besteht aus verschiedenen Komponenten:

1. Nettopreis für Treibstoff
2. Kosten für Dienstleistungen des Tankstellenbetreibers (Fr. 0.15/Liter), siehe Abschnitt 6.4)
3. Mineralölsteuer
4. Mehrwertsteuer (MwSt)

Beim Quervergleich interessiert nur die notwendige Verteuerung des Nettopreises. Während die MwSt proportional angepasst wird (jeweils 8 % der Preiserhöhung des Nettopreises), bleiben die anderen beiden Komponenten konstant.

Literaturverzeichnis

- Agridea 2008. Datenblätter Ackerbau, Lindau.
Agridea 2009, Wirz Handbuch 2010 Betrieb und Familie; Wirz Verlag, Basel.
Agridea 2010a. Preiskatalog 2010, Lindau.
Agridea 2010b. Deckungsbeiträge 2010, Lindau.
Albisser, G., Ammann, H. und Brecht, I. (2009). Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Waldnutzung, ART-Bericht Nr. 713, Tänikon.
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ART_Bericht_713_D.pdf

- Albisser, G., Gazzarin, Ch., 2010. Vollkostenkalkulationen für Betriebszweige. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon.
Ammann, H., Brecht, I. und Albisser Vögeli, G. (2009). Holzheizungen im Vergleich. Agrarforschung 16 (3), S.64–69, 2009.
Gazzarin, Ch., Zumbühl, Th. und Toggenweiler, P. (2008). Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben. ART-Berichte Nr. 694, Tänikon.
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ART_Bericht_694_D.pdf
Gazzarin, Ch. und Albisser, G. 2010. Maschinekostenbericht 2010 Art-Bericht Nr. 733, Agroscope Reckenholz-Tänikon, Ettenhausen.
Gubler, N., Gazzarin, Ch., Dux, D. und Engeli, H., (2007). Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen, ART-Bericht Nr. 676, Tänikon.
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ART_Bericht_676_D.pdf
Henniges, O. (2007). Die Bioethanolproduktion: Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland unter Berücksichtigung der internationalen Konkurrenz. Lohmar – Köln: Eul
Lips, M., Ammann, H., 2006. Vollkostenkalkulationen für Ackerkulturen. Agrarforschung 13(5), 210–214.
Lips, M. 2007. Einstiegsschwellen für die landwirtschaftliche Bioenergie, Agrarforschung 14(10): 508–512
Oppitz, V., 1995. Gabler Lexikon Wirtschaftlichkeitsrechnung, Gabler, Wiesbaden.
Rigassi, R., Horbaty, R., Brühwiler, B. (2005): Sicherheit von Windkraftanlagen in der Schweiz. Hauptbericht für das Bundesamt für Energie, Bern.
Swiss Granum, 2010. Ölsaaten: durchschnittliche Preise Ernte 2010, Bern.
Zumbühl, Th., Gazzarin, Ch. und Rigassi, R. (2008). Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben. ART-Berichte Nr. 700, Tänikon.
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ART_Bericht_700_D.pdf



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Betriebswirtschaft Tänikon, CH-8356 Ettenhausen Telefon +41 (0)52 368 3131, Fax +41 (0)52 365 11 90 info@agroscope.ch www.agroscope.ch
Grafik	Ursus Kaufmann, ART
Copyright	2011 ART

⁶ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/01/keyw.html>.