

# Wirtschaftlichkeit der Energieholzproduktion durch Kurzumtriebsplantagen in der Schweiz

V. Anspach<sup>1</sup>

**Abstract** - Die Nachfrage nach Energieholz steigt in der Schweiz kontinuierlich, die nachhaltigen Reserven im Wald sind jedoch sehr begrenzt. In jüngerer Zeit wurden daher erste Kurzumtriebsplantagen (KUP) zur Energieholzproduktion angelegt. Aufgrund großer Wissenslücken wurde die Wirtschaftlichkeit von KUP mit Hilfe einer dynamischen Investitionsrechnung und der Monte-Carlo-Simulation anhand von 4 Plantagen untersucht. Die Ergebnisse der Investitionsrechnung zeigen, dass mit KUP Gewinne zwischen rund 360 und 1.150 Fr/ha<sup>2</sup> und Jahr erreicht werden können. In der Risikoanalyse wurden die wichtigsten Einflussgrößen auf die Wirtschaftlichkeit simuliert. Die Simulationen zeigen, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu über 80% Gewinne erzielt werden können.

## EINLEITUNG

Die Schweiz hat sich nationale Ziele zum Umbau der Energieversorgung gegeben. Die verstärkte energetische Nutzung von Holz ist dabei ein Baustein. Die Holznutzung hat 2013 einem Anteil von rund 9% der Wärmeerzeugung. Seit 2001 hat sich die Wärmeerzeugung aus Holz um rund ein Drittel erhöht. In den letzten Jahren wurden viele mittlere und große Holzheizkraftwerke gebaut (BfE, 2013). Von den in der Schweiz jährlich geernteten rund 6,3 Mio. m<sup>3</sup> Holz werden derzeit rund 2,4 Mio. m<sup>3</sup> energetisch genutzt. Der Markt für Energieholz wuchs in den zurückliegenden 10 Jahren um über 30%. Die Holznutzungspotenziale des Schweizer Waldes werden auf rund 7,4 Mio. m<sup>3</sup> je Jahr beziffert. Die zusätzlichen Energieholzpotenziale liegen bei 1,1 Mio. m<sup>3</sup> (BAFU, 2011). Die bestehenden Energieholzreserven sind sehr begrenzt, darüber hinaus steigen die Produktionskosten für die verbleibenden Reserven stetig, da diese schwerer zu bewirtschaften sind (z.B. im Berggebiet). Die Landwirtschaft kann zur Energieholzbereitstellung über den Anbau von KUP beitragen. In der Schweiz ist der Anbau von KUP noch relativ unbekannt, so dass noch keine betriebswirtschaftlichen Analysen der KUP-Produktion vorliegen. Im vorliegenden Beitrag soll deshalb die Wirtschaftlichkeit des Anbaus von KUP untersucht und eine Risikoanalyse vorgenommen werden.

## MATERIAL UND METHODEN

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wird anhand von 4 bestehenden KUP untersucht, auf denen 2012 eine empirische Datenerhebung erfolgte. Dabei wur-

den die Erträge, Erlöse, Kosten und Arbeitsaufwand für das Produktionsverfahren (von der Anlage bis zur Ernte) erfasst. In Tabelle 1 sind die Erträge, Schnitzelpreise und Erlöse der vier Plantagen dargestellt.

**Tabelle 1.** Ertrag, Verkaufspreis und Erlöse von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb je Hektar und Jahr.

Baumart, Sorten	Standort 1 Pappeln, Max 4	Standort 2 Pappeln, Max 4	Standort 3 Weiden, Inger und Fordis	Standort 4 Weiden, Inger
Ertrag in Tonnen (atro*) (0% Feuchte)	12	10	12	9
Ertrag in Tonnen (30% Feuchte)	17,1	14,3	17,4	12,9
Ertrag in Festmeter (FM)*	34,0	28,3	25,9	19,5
Ertrag in Schnitzelkubikmeter (SRm)*	95,2	79,4	72,6	54,5
Verkaufspreis in CHF je SRm	35	36	33	33
Erlös in CHF	3.332	2.858	2.396	1.799

\* bei 30% Restfeuchte; atro: absolute Trockenmasse.

Zuerst erfolgt eine dynamische Investitionsrechnung. Bei einer KUP fallen Einzahlungen und Auszahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten an. Um sie vergleichbar zu machen, werden diese auf einen Zeitpunkt bezogen und anschließend in gleichmäßigen Annuitäten verteilt. Dies erfolgt mittels Annuitätenmethode (Kröber et al., 2010). Die Kalkulationsdaten basieren auf der empirischen Datenerhebung. Die Maschinenkosten wurden nach betriebsindividuellen Daten anhand ART-Ansätze kalkuliert.

Der Lohnansatz liegt bei Fr. 28/h, die Kapitalverzinsung bei jährlich 3,5% (Gazzarin, 2011). Die allgemeine Teuerung liegt bei 2,1% (1980-2011), die Preisentwicklung von Energieholz bei einer Teuerung von 3,4% (2005-2012) (BFS, 2012).

Die Risikoanalyse erfolgt mittels Monte Carlo Simulation. Es werden für die wichtigsten Einflussfaktoren Verteilungsfunktionen bestimmt. Dabei werden zwei verschiedene Verteilungen für die einzelnen Kosten- und Leistungspositionen, die Dreiecksverteilung für die Approximation heutiger Verhältnisse sowie eine Beta-Verteilung für künftig erwartete Bedingungen untersucht. Die Parameter der Beta-Verteilungen werden mithilfe der Ergebnisse der Investitionsrechnung und aus Literaturdaten bestimmt. Dabei werden für die wichtigsten Einflussfaktoren, Kosten- und Leistungsvariablen, Kennwerte (Minimum, Maximum und Mittelwert) definiert, die in die Monte-Carlo-Simulation einfließen. Dabei wird unterstellt, dass mit zunehmendem Anbau von KUP, wachsender Professionalisierung und Erfahrung die Dreiecksverteilung nicht mehr sachgemäß ist. Deshalb werden Annahmen für eine Beta-Verteilung künftig erwarteter Bedingungen bezüglich Pflanzung, Ernte, Logistik, Arbeits- und Flächenkosten, Erträge und Holzpreis getroffen.

<sup>1</sup> V. Anspach ist Inhaber des Ingenieurbüros Anspach, Kreuzlingen, Schweiz (victor.anspach@ibanspach.ch).

<sup>2</sup> Umrechnungskurs: Ein Schweizer Franken entspricht rund 0,82 Euro.

## ERGEBNISSE

Beim Anbau von KUP gibt es vor allem zwei kostenintensive Prozesse. Die Anlage der Plantage im Pflanzjahr und die Ernte alle drei bzw. fünf Jahre. Für die Pflanzung (Maschinen, Stecklinge, Arbeit) liegen die Annuitäten zwischen 174 und 344 Fr./ha. Die Spannbreite begründet sich durch höhere Arbeitskosten der manuellen Pflanzung der Pappeln, unterschiedlichen Stecklingspreisen und den Maschineneinsatz.

Die Ernte der Pappeln ist ein zweiphasiger Prozess mit Fällgreifer und mobilen Hacker. Die Weiden werden in einer einphasigen Ernte mit einem Feldhäcksler mit Holzgebiss geerntet. Die Annuitäten für die Ernte liegen zwischen 517 und 1.226 Fr./ha. Der Arbeitsaufwand liegt zwischen 3 bis 7 Akh/ha und Jahr (Ernte Lohnunternehmer) bzw. 23 Akh/ha in Eigenmechanisierung.

Die Rückumwandlung der Flächen kann mittels Rodungsfräse und Forstmulcher im Lohn erfolgen (Annuitäten zwischen 86 und 118 Fr./ha). Die Flächenkosten leiten sich von den regionalen Pachtpreisen ab und weisen Annuitäten zwischen 496 und 1251 Fr./ha auf.

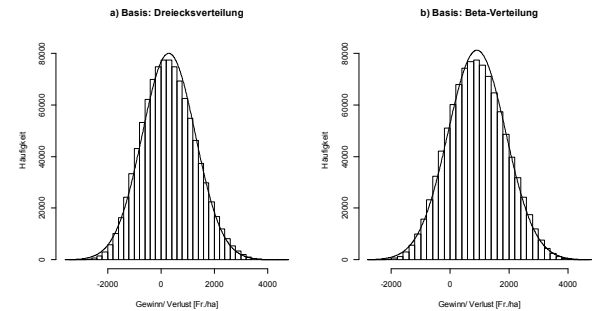
In Summe liegen die jährlichen Auszahlungen je Hektar bei den Weiden bei rund 2.250 Fr./ha und bei den Pappeln bei 3.772 bzw. 3.972 Fr./ha (Tabelle 2). Einzahlungen werden ausschliesslich durch Hackschnitzelverkauf generiert. Für die Hackschnitzel werden Annuitäten zwischen 2.552 und 4.806 Fr./ha erlöst. Förderungen oder Direktzahlungen werden für KUP nicht geleistet. Der kalkulatorische Gewinn variiert zwischen 300 und 1.146 Fr./ha.

**Tabelle 2.** Auszahlungen und Einzahlungen der KUP auf Basis der Barwerte.

Variable	Einheit	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4
Pflanzung	Fr. ha <sup>-1</sup>	344	352	193	174
Ernte	Fr. ha <sup>-1</sup>	1.226	517	1.243	1.003
Häckseln/ Logistik	Fr. ha <sup>-1</sup>	745	1.019	0	0
Pflege	Fr. ha <sup>-1</sup>	16	16	17	17
Rückumwandlung	Fr. ha <sup>-1</sup>	86	86	118	118
Arbeit	Fr. ha <sup>-1</sup>	179	656	72	72
Flächenpacht	Fr. ha <sup>-1</sup>	1.251	1.000	496	744
Gemeinkosten	Fr. ha <sup>-1</sup>	125	125	124	124
$\Sigma$ Auszahlungen	Fr. ha <sup>-1</sup>	3.972	3.772	2.263	2.252
Ertrag	t <sub>atro</sub> ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	12	10	12	9
Hackschnitzelpreis	Fr. t <sub>atro</sub>	401	413	285	285
$\Sigma$ Einzahlungen	Fr. ha <sup>-1</sup>	4.806	4.133	3.409	2.552
Gewinn (+)/ Verlust (-)	Fr. ha <sup>-1</sup>	833	362	1.146	300

Auf der Basis der Verteilungsannahmen wurden zwei Monte-Carlo-Simulationen mit je  $n=10^6$  Zufallsstichproben durchgeführt. Die erste MC-Simulation (SIM1) basiert auf Dreiecksverteilungen aller Kosten- und Leistungspositionen, die Zweite SIM 2 auf einer Beta-Verteilung. Die Wahrscheinlichkeitsdichte der Variable „Gewinn/Verlust“ sind in Abbildung 1 für die beiden Simulationen dargestellt. Der Mittelwert liegt bei SIM1 mit 299 Fr./ha deutlich tiefer als bei SIM2 mit 910 Fr./ha. Diese Verschiebung ist auf die unterstellten Verteilungen bei den wichtigen Positionen „Ernte“ und „Flächenpacht“ sowie bei der Leistung zurückzuführen. Diese „Verschiebung“ der Verteilungskurve führt dazu, dass die Wahrscheinlichkeit, die Gewinnzone zu erreichen bei SIM2 deutlich höher liegt als bei SIM1. Die Wahrscheinlichkeit für einen Gewinn liegt bei SIM1 bei 60,0%, während diese bei SIM2 auf 81,5% ansteigt. Das Risiko eines

Verlusts ist damit bei der auf die heutigen Verhältnisse zugeschnittenen Simulation SIM1 mit 2/5 (40%) rund doppelt so hoch wie in Simulation SIM2, welche künftig erwartete Bedingungen approximiert.



**Abbildung 1.** Verteilung der Zufallsvariable „Gewinn/ Verlust“ a) SIM1: Kosten- und Leistungspositionen in Dreiecksverteilungen; b) SIM2: Kosten- und Leistungspositionen in Beta-Verteilungen.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

KUP stellen unter den getroffenen Annahmen ein wettbewerbsfähiges Produktionsverfahren dar. Bei einem jährlichen kalkulatorischen Gewinn zwischen 300 und 1.146 Fr./ha erzielen KUP ein, gegenüber anderen Produktionsverfahren, vergleichbares Ergebnis. KUP dürften damit vor allem an ackerbaulich weniger gut geeigneten Standorten eine Anbaualternative darstellen und aufgrund des geringen Arbeitsanspruches gerade für extensivierende Betriebe interessant sein.

Die MC Simulationen zeigen die finanziellen Unsicherheiten des Verfahrens. Der Vergleich der beiden Simulationen SIM1 und SIM2 dokumentiert jedoch, dass die Gewinnchancen für den Anbau von KUP in Zukunft noch ansteigen könnten: So sinkt das Risiko, einen Verlust zu erleiden, von 40% im Gegenwartsszenario (SIM1) auf knapp die Hälfte (18,5%) in SIM2 ab. Gewinnchancen liegen vor allem in der Entwicklung der Energiepreise.

Zu den wichtigsten hemmenden Faktoren gehört neben allgemein großen Wissenslücken in der Praxis, die fehlende Berücksichtigung von KUP im Schweizer Direktzahlungssystem und die relativ hohen Anfangsinvestitionen für die Anlage der KUP.

## LITERATUR

- BAFU (2011). Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BfE (2013). Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien. Bundesamt für Energie, Bern.
- BFS (2012). Landesindex der Konsumentenpreise. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Gazzarin, C. (2011). Maschinenkosten 2011. ART-Bericht 747. Agroscope, Ettenhausen.
- Kröber, M., Heinrich, J. Wagner, P. und Schweinle, J. (2010). Ökonomische Bewertung und Einordnung von Kurzumtriebsplantagen in die gesamtbetriebliche Anbaustruktur. In: Bemann A., Knust C. (Hrsg.): Agrowood – Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin.