

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 150 (1999)
Heft: 4

Artikel: Energieholzproduktion in Mittel- und Niederwäldern der Schweiz
Autor: Bally, Bettina
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098416>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Energieholzproduktion in Mittel- und Niederwäldern der Schweiz¹

BETTINA BALLY

Keywords: Coppice; coppice with standards; energy wood; logging methods. FDK 222 : 32 : 651 : 831 : (494)

1. Einleitung und Projektziele

Vor allem in Skandinavien und in Deutschland werden grosse Anstrengungen unternommen, mit Hilfe von Energieholzplantagen eine rentable Energieholzproduktion zu erzielen. Diese Plantagen zeichnen sich durch kurze Umtriebszeiten und einen sehr hohen Zuwachs aus. In der Schweiz stehen solche Energieholzplantagen noch nicht zur Diskussion. Hier fällt Energieholz hauptsächlich als Nebenprodukt von Eingriffen an, die für die Erzeugung von Stammholz notwendig sind. Die Gestehungskosten für das Energieholz sind bei diesen Eingriffen kaum konkurrenzfähig gegenüber konventionellen Energieträgern wie Öl oder Gas.

Aber auch in der Schweiz stand nicht immer die Stammholzproduktion im Vordergrund; davon zeugen die ehemaligen Nieder- und Mittelwälder, einst die klassische Form der Energieholzbewirtschaftung. Für den Nieder- und den Mittelwaldbetrieb charakteristisch sind ähnlich wie in den Energieholzplantagen die kurzen Umtriebszeiten sowie der hohe Anteil der Energieholzproduktion.

Die Wiederaufnahme der früheren Bewirtschaftungsarten von Mittel- und Niederwald würde einige der bei den Energieholzplantagen erwarteten Vorteile auch aufweisen: Die Bewirtschaftung ist einfach; es werden wenig Investitionen bei der Bestandesbegründung und bei der Pflege getätigt. Bei der Holzernte besteht vor allem wegen des einheitlichen Sortimentes ein grosses Rationalisierungspotential. Mit der im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft erstellten Studie wurden die Möglichkeiten der Energieholzproduktion bei Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung vor allem in ökonomischer Hinsicht evaluiert.

Es wurden dabei folgende Grundlagen erarbeitet:

- Entwicklung und Verbreitung des Mittel- und Niederwaldes in der Schweiz
- Energieholzpotalential im Mittel- und Niederwaldbetrieb
- nachhaltig nutzbare Biomasse aus Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung
- geeignete Erntemethoden im Mittel- und Niederwald
- Ertrag aus Mittel- und Niederwaldschlägen
- ökologische Aspekte der Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung (Artenvielfalt, Einfluss auf den Boden)

Die Wirtschaftlichkeit dieser früher verbreiteten Betriebsformen wurde derjenigen der Hochwaldbewirtschaftung gegenübergestellt. Dazu wurde die Wertschöpfung bei Mittel-, Nieder- und Hochwaldbewirtschaftung für Modellbestände berechnet.

2. Der Mittelwald und der Niederwald in der Schweiz

2.1 Verbreitung und Standortsgüte

Mittelwald

Die Mittelwälder nehmen knapp 5% der gesamten Waldfläche der Schweiz ein. *Tabelle 1* zeigt ihre Verteilung (LFI, 1988).

Tabelle 1: Flächenanteile nach Regionen, Angaben in 1000 ha.

	Jura	Mittel-land	Vor-alpen	Alpen	Alpen-südseite	Schweiz
Mittelwald	11,8	10,7	1,5	6,0	18,7	48,7

Bei den Mittelwaldbeständen im Tessin handelt es sich grösstenteils um ausgewachsene Niederwälder ohne die für den Mittelwald typische Zweischichtigkeit.

Aus dem Landesforstinventar (LFI) geht hervor, dass die Mittelwälder gesamtschweizerisch mehrheitlich auf guten und sehr guten Standorten stocken.

Niederwald

Der Niederwald stockt vorwiegend in den Kantonen Waadt, Genf, Wallis und Tessin. Eine im Rahmen der vorliegenden Untersuchung im Jahre 1993 durchgeführte Umfrage bei den zuständigen Forstämtern ergab das folgende Bild über dessen Bewirtschaftung (*Tabelle 2*): Von insgesamt 25 555 ha Niederwald werden noch 1663 ha (6%) als solcher bewirtschaftet; 7080 ha (28%) befinden sich in Hochwaldüberführung bzw. – umwandlung und 16 812 ha (66%) werden überhaupt nicht mehr bewirtschaftet. Der überwiegende Teil des Niederwaldes, nämlich 21 080 ha bzw. 82% der Fläche, befindet sich im Kanton Tessin.

Tabelle 2: Das Niederwaldareal in den Kantonen Waadt, Genf, Wallis und Tessin nach der Art der Bewirtschaftung. Angaben in ha.

	Waadt	Genf	Wallis	Tessin	Total
Gesamtfläche	1'675	2'600	200	21'080	25'555
als Niederwald bewirtschaftet	725	0	100	838	1'663
in Überführung begriffen	320	1'300	0	3'820	5'440
in Umwandlung begriffen	40	300	100	1'200	1'640
Bewirtschaftung aufgegeben	590	1'000	0	15'222	16'812

Vor allem auf der Alpensüdseite stockt ein sehr hoher Anteil, nämlich 84% der Niederwaldfläche, auf guten bis sehr guten Standorten. Auf der Alpennordseite ist dieser Anteil mit 63% deutlich kleiner. Dies kann als Folge der Umwandlungen von Niederwald in Hochwald interpretiert werden, die in erster Linie auf guten Standorten durchgeführt wurden.

2.2 Ökologischer Wert

Mittelwald

Die herausragende ökologische Bedeutung des Mittelwaldes liegt in seiner Artenvielfalt: Der Artenreichtum der Strauch- und Krautschicht ist vor allem durch den im Gegensatz zum geschlossenen Hochwald stärkeren Lichteinfall bedingt. So finden sich im Mittelwald Sträucher, die in der Regel nur am Waldrand gedeihen. Im Mittelwald kommen wesentlich mehr Vogelarten vor als in den Hochwäldern. Der Mittelwald stellt

¹ Dieser Aufsatz basiert auf einer von Ambio, Zürich (B. BALLY, F. SCHNIDER und U. BUSIN) 1996 im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft verfassten Studie.

laut Schweizerischem Vogelschutzverband einen der artenreichsten Lebensräume der Schweiz dar. Aus ökologischer Sicht haben Mittelwälder eine grosse Bedeutung und sind ausserordentlich schutzwürdig.

Niederwald

Grundsätzlich ist der Niederwald ärmer an Lebensräumen und Nischen als der Mittel- und Hochwald. Für bestimmte Tier- und Pflanzenarten wird jedoch durch Kahlschlag ein geeigneter Lebensraum geschaffen, der schnell besiedelt wird. Auch wenn bisher Untersuchungen über die ökologische Bedeutung des Niederwaldes fehlen, wird dessen Erhaltung aus den oben genannten Gründen von Naturschutzkreisen gefordert.

3. Wuchsleistung und Energieholzpotential

Mittelwald

Wird der Zuwachs der Derbholzmasse² von Mittelwald und Hochwald verglichen, so liegen die Werte der Mittelwaldbewirtschaftung tiefer als diejenigen des Hochwaldes. Ganz anders sieht dieser Vergleich aus, wenn die für die Energieholzproduktion nutzbaren geringen Durchmesserklassen mitberücksichtigt werden: Die Wuchsleistung des Mittelwaldes entspricht dann derjenigen des Hochwaldes. Es ist sogar möglich, dass sie bei kurzen Umtriebszeiten der Hauschicht darüber liegt (KRISSEL und MÜLLER, 1989; HAGEN, 1960).

Im Mittelwald fällt Energieholz bei der Ernte der Hauschicht an. Zudem kann auch bei Eingriffen in die Oberschicht ein beträchtlicher Teil des anfallenden Holzes nur als Energieholz verwendet werden. Für die folgende Berechnung wird mit einem Energieholzanteil von 80% gerechnet (MAYER, 1977, DENSTER, 1986).

Für eine Hochrechnung des Energiepotentials aus der Mittelwaldbewirtschaftung für die Schweiz dienen folgende Ausgangsgrössen: Die ehemaligen Mittelwälder nehmen eine Fläche von ca. 30 000 ha (1988) ein. Der Gesamtzuwachs ist im wesentlichen abhängig von der Standortsgüte und den Baumarten. Da gemäss Landesforstinventar die ehemaligen Mittelwälder grösstenteils auf produktiven Standorten stocken, wird mit einem durchschnittlichen Gesamtzuwachs von 6,0 m³ pro ha und Jahr gerechnet.

Die Hochrechnung der potentiell jährlich nutzbaren Energieholzmenge bei nachhaltiger Mittelwaldbewirtschaftung ergibt damit 144 000 m³.

Niederwald

Bedauerlicherweise fehlen für den Niederwald präzise Zuwachszahlen vollständig, da dieser nicht oder erst in jüngster Zeit (z. B. im Kt. Waadt) inventarisiert wurde. Anhand von Literaturangaben aus dem In- und Ausland wurde versucht, eine Schätzung des Zuwachses im schweizerischen Niederwald vorzunehmen (SCHNIDER, 1996³). Aufgrund dieser Angaben wurde für die Alpensüdseite ein mittlerer Jahreszuwachs (inklusive Reisig) von 3 m³/ha auf schlechten und von 6 m³/ha auf guten Standorten festgesetzt. Für die übrige Schweiz wird ein Jahreszuwachs von 2 m³/ha auf schlechten und von 3,5 m³/ha auf guten Standorten angenommen. Für die Hochrechnung des Energieholzpotentials aus der Niederwaldbewirtschaftung wird nur diejenige Niederwaldfläche berücksichtigt, die sich nicht in Umwandlung oder Überführung befindet, das sind insgesamt 16 620 ha. Der Energieholzanteil bei den Niederwaldnutzungen beträgt 100%.

² Baumteile, die mindestens 7 cm dick sind (inkl. Astmaterial)

³ Schnider F. 1996: Untersuchung über die nachhaltig nutzbare Energieholzmenge, Bewirtschaftungs- und Erntemethoden in Niederwäldern (unveröffentlicht)

Aus den Zuwachszahlen und der Standortsgüte lässt sich ein jährlich nutzbares Energieholzpotential aus der Niederwaldbewirtschaftung von ca. 77 270 m³ berechnen.

4. Erntetechnik

4.1 Einführung

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung zeigte sich, dass über Erntemethoden und Erntekosten im Mittel- und Niederwald in der Schweiz bisher keine Untersuchungen gemacht worden sind. Da aber die Erntekosten hier schätzungsweise 80 bis 90% des gesamten Bewirtschaftungsaufwandes ausmachen, sollten diese für eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Mittel- und Niederwaldbetriebes bekannt sein. In den folgenden Kapiteln werden die Besonderheiten der Holzernte im Nieder- und Mittelwald beschrieben. Anhand von Ernteversuchen wurden geeignete Erntemethoden nach ökologischen und ökonomischen Kriterien evaluiert.

4.2 Besonderheiten der Holzernte im Mittel- und Niederwald

Um die mit der Ernte von Mittelwaldflächen verbundenen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Probleme realistisch einschätzen und geeignete technische Verfahren auswählen zu können, muss man die wesentlichen Rahmenbedingungen dieser Holzernte kennen. In dieser Hinsicht bestehen einige Besonderheiten gegenüber der Holzernte im Hochwald.

- Genutzte Holzmasse: Mittel- und Niederwälder weisen charakteristischerweise hohe Stammzahlen je Flächeneinheit und kleine Durchmesser auf. Das bedeutet sehr geringe Stückmassen. Da es sich um Stockausschläge handelt, sind es meist mehrere Sprosse je Stock. Die Brusthöhendurchmesser (BHD) liegen in der Regel im Bereich zwischen 7 und 15 cm. Der Anteil der verbleibenden Stämme ist im Mittelwald sehr gering (<10%). Im Niederwald werden alle Bäume genutzt. Die Holzernte wird dadurch generell erleichtert, da kaum Rücksicht auf verbleibende Stämme genommen werden muss.
- Bodenverdichtung/Wurzelverletzungen: Die Schonung des Bodens und der Wurzeln ist unbedingt erforderlich, damit die Ausschlagfähigkeit der Stöcke und dadurch auch die Ertragsleistung nicht beeinträchtigt werden. Dies erfordert den Verzicht auf flächiges Befahren des Bestandes und die Verwendung von Erntefahrzeugen mit sehr niedrigem Bodendruck und bodenschonender Bereifung.
- Hiebwerkzeug: Hinsichtlich der Technik des Stockschlages finden sich in der Literatur sehr genaue Angaben: Der Stockhieb soll mit scharfen Werkzeugen erfolgen (Axt, Säge). Rindenverletzungen sollen möglichst vermieden werden. Der Schnitt mit der Motorsäge wurde teilweise als problematisch beurteilt. Es zeigte sich jetzt aber, dass das Ausschlagsvermögen bei sorgfältigem Umgang mit der Motorsäge kaum beeinträchtigt wurde.
- Hiebhöhe: Der Hieb sollte so tief wie möglich am Stock angebracht werden, damit die späteren Stockausschläge nicht bruchgefährdet sind.
- Erntezeitpunkt: Der Stockhieb soll im Spätwinter oder kurz vor dem Laubausschlag im Frühjahr stattfinden.

4.3 Ernteversuche

4.3.1 Ernteversuche im Mittelwald

Die Ernteversuche wurden im Hardwald bei Mülhausen im Elsass durchgeführt. Die auf Rheinschottern gelegene Fläche

ist eben, optimal durch Strasse und Maschinenwege erschlossen und auch für schwere Maschinen gut befahrbar.

Der Bestand setzte sich aus einer Oberschicht und einer ca. 50jährigen Hauschicht (Hagebuche, Linde, Eiche, Ahorn) zusammen. Ihre Höhe betrug ca. 14 m, 80% der Stämme wiesen einen BHD von 5–15 cm auf.

Bei den Ernteversuchen blieben pro ha ca. 60 Bäume der Oberschicht stehen.

Erntemethoden

Da keine ausreichenden Lagerplätze vorhanden waren, musste auf den Einsatz eines Grosshackers verzichtet werden. Die Versuche unterschieden sich deshalb bloss in der Methode des Fällens und Vorliefern.

1. Fällen und Vorliefern an die Rückegasse mit dem Vollernter, Hacken auf der Rückegasse mit dem Mobilhacker.
2. Fällen von Hand mit der Motorsäge, Vorliefern und Hacken auf der Rückegasse mit dem Mobilhacker im gleichen Arbeitsgang.

Verfahren 1 (Vollernter)⁴

Die Bäume wurden einzeln vom Vollernter erfasst, gefällt und dicktörtig rechtwinklig an die Rückegasse abgelegt. Der Abstand zwischen zwei Rückegassen betrug 15 m. Ein Forstwart mit Motorsäge assistierte. Nachdem der ganze Bestand gefällt war, kam der Mobilhacker zum Einsatz, der wegen der idealen Anordnung der gefällten Bäume an der Rückegasse und der günstigen Stammdurchmesser aussergewöhnlich effizient arbeiten konnte. Wenn die mitgeführte Mulde (11 m³) voll war, fuhr der Hacker zum Maschinenweg, wo die leeren Transportcontainer mit einem Fassungsvermögen von je 37 m³ standen. Im Durchschnitt dauerte ein voller Zyklus (hacken – kippen – zurückfahren in den Bestand) 15 Minuten.

Verfahren 2 (Fällen von Hand und Hacken im selben Arbeitsgang)⁵

Der wesentliche Unterschied zum ersten Verfahren liegt darin, dass auf das maschinelle Vorliefern verzichtet wurde. Die Bäume wurden motormanuell gefällt und so, wie sie zu liegen kamen, vom Hacker ergriffen und verarbeitet. Forstwart und Hacker arbeiteten gleichzeitig im Bestand, jedoch ohne dass das Verfahren einen Aufenthalt des Forstwartes im Kranbereich voraussetzte. Auch hier wurde darauf geachtet, dass sich der Hacker auf Rückegassen (Abstand 15 m) bewegte.

Nachkalkulation der Erntekosten

Die Nachkalkulation der Erntekosten ist in *Tabelle 3* dargestellt. Sie basiert auf den während des Schlages gemessenen Zeiten. Die Kostenansätze (ohne MWSt) des beauftragten Unternehmers schliessen die Transport- und Installationskosten ein.

Das Verfahren 1 könnte mit Maschinen, die für diese Gegebenheiten besser angepasst sind, optimiert werden: Der eingesetzte Vollernter bietet zahlreiche Funktionen (wie Entasten, Ablängen, Einmessen, Volumen berechnen, Holzlisten erstellen), die für diese Arbeit nicht benötigt wurden. Eine Erntemaschine mit einem einfachen Fällkopf wäre wesentlich billiger, leichter und damit flexibler und schneller zu hand-

⁴ Fläche: 10 300 m² Vollernter: Lokomo 990, Kran 10,3 m
Volumen: 495 Sm^{3*} Prozessor: FMG 762
Anzahl Bäume: 2565 Mobilhacker: Einzug 50 x 40 cm, 11 m³
Transport: Container à 37 m³

⁵ Fläche: 4200 m² Mobilhacker: Einzug 50 x 40 cm, 11 m³
Volumen: 225 Sm³ Transport: Container à 37 m³
Anzahl Bäume: 841

*Sm³ = Schnitzelkubikmeter; 1 fm = 2,8 m³/1 Sm³ = 0.36 fm.

haben. Mit einem leichteren Fällkopf könnten die für die Mittelwälder typischen eng wachsenden Stockausschläge besser gefasst werden. Nach Aussagen des an den Ernteversuchen beteiligten Unternehmers liessen sich die Kosten für Fällern und Vorliefern beim Einsatz eines angepassten Fällkopfes halbieren.

Das Verfahren 2 ist gegenüber dem vollmechanisierten Ernteverfahren billiger. Es muss aber dabei beachtet werden, dass das Arbeitstempo vom beteiligten Forstwart nicht über eine längere Zeitperiode durchgehalten werden könnte. Nur mit dem Einsatz eines zweiten Mannes könnte das Verfahren routinemässig angewendet werden. Damit würden bei diesem Verfahren die Erntekosten pro Sm³ ca. Fr. 23.50 betragen. Gegenüber dem Verfahren 1, bei dem das Holz bereits vorgefertigt auf der Rückegasse lag, erhöhte sich die Einsatzdauer des Hackers pro Sm³ nur um ca. 25%.

Die in den beschriebenen Versuchen ermittelten Erntekosten dürfen nur auf befahrbare, gut erschlossene Mittelwälder übertragen werden. Die ehemaligen Mittelwälder in der Schweiz weisen diese Bedingungen grösstenteils auf.

Tabelle 3: Nachkalkulation der Produktionskosten für Hackschnitzel im Mittelwald.

Personal/ Maschine	Stunden- ansatz Fr.	Verfahren 1 (Vollernter)		Verfahren 2 (Fällen von Hand und Hacken im selben Arbeitsgang)	
		Aufwand h	Kosten Fr./Sm ³	Aufwand h	Kosten Fr./Sm ³
Vollernter	500.—	9.70	9.80		
Mobilhacker	300.—	15.25	9.24	8.62	11.49
Forstwart	54.—			13.00	3.12
Motorsäge	11.70			13.00	0.68
Total Kosten an LKW-Strasse			19.04		15.29
Transport der Schnitzel 5–10 km			5.—		5.—
Total Kosten inklu- sive Transport			24.04		20.29

4.3.2 Ernteversuche im Niederwald

Die Ernteversuche im Niederwald wurden im Tessin auf einer befahrbaren und auf einer nicht befahrbaren Fläche durchgeführt.

Verfahren 1: befahrbare Fläche (Geländeneigung 25%)

Motormanuelles Fällen, Vorrücken und Hacken durch Mobilhacker auf der Rückegasse.

Verfahren 2: Steilhang (Geländeneigung 55%)

Motormanuelles Fällen, Rücken hangaufwärts mit Seilkran, Transport zum Holzlagerplatz mit Traktor.

Basierend auf den in *Tabelle 4* aufgeführten Kostenansätzen beliefen sich die Erntekosten für die befahrbare Fläche auf 32.15 Fr./Sm³ und für den Steilhang auf 65.20 Fr./Sm³ (inklusive Montage und Demontage der Seilbahn sowie Schlagräumung).

Im Vergleich zum Mittelwald entstanden auf der befahrbaren Fläche im Niederwald wesentlich höhere Kosten. Diese erklären sich aus dem zusätzlichen Aufwand für den Schlag und Abtransport der zahlreichen Kopfbäume («Capitozzi» mit Durchmesser bis 80 cm), die für die Niederwälder im Tessin charakteristisch sind, nördlich der Alpen jedoch nicht vorkommen. Für den in Kapitel 5 dargestellten Vergleich der Wertschöpfung im Hoch-

Mittel- und Niederwald wurden, da es sich um Bestände der Alpennordseite handelt, für den Niederwald dieselben Erntekosten eingesetzt wie für den Mittelwald.

Tabelle 4: Zur Ermittlung der Erntekosten im Niederwald verwendete Ansätze für Personal und Maschinen

Personal/Maschine	Stundenansatz Fr.	Kosten Fr./Sm ³
Forstwart	54.—	
Motorsäge	12.—	
Mobilhacker (inkl. Fahrer)	300.—	
Seilbahn	60.—	
Forstraktor (inkl. Fahrer)	100.—	
Grosshacker		11.—
Schnitzeltransport bis 10 km		5.—

5. Wertschöpfungsvergleich

5.1 Methode

Die Wirtschaftlichkeit des Mittel- und Niederwaldbetriebes wurde derjenigen des Hochwaldbetriebes in einem Wertschöpfungsvergleich gegenübergestellt.

Die Wertschöpfung ist definiert als Nettoproduktionsleistung; sie ergibt sich aus der Differenz von Ertrag und Aufwand (SPEIDEL, 1984). Im vorliegenden Fall wird sie pro Fläche berechnet – eine in der Land- und Forstwirtschaft übliche Berechnungsart.

Die Berechnungen für den Hochwald wurden mit Hilfe des Dynamischen-Forstbetriebs-Simulationsmodells (LEMM, 1991) durchgeführt. Vergleichszahlen boten die Betriebsabrechnungen des Waldwirtschaftverbandes Schweiz. Für den Mittel- und Niederwald wurden die Berechnungsgrundlagen im Rahmen dieser Studie erhoben.

5.2 Standortsangaben

Für den Wertschöpfungsvergleich wurde von vier konkreten Standorten ausgegangen:

1. Hardwald, Elsass
2. Niderholz, Kt. Zürich
3. Reppischtal, Kt. Zürich
4. Hönnggerberg, Kt. Zürich

Tabelle 5: Kenngrößen für den Wertschöpfungsvergleich

	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4
Hochwald				
Baumartenzusammensetzung	Eiche 60% Föhre 40%	Eiche 30% Föhre 30% Ahorn 40%	Fichte 50% Buche 50%	Eiche 50% Buche 50%
Simulationsdauer	eine Umtriebszeit (200 Jahre)	eine Umtriebszeit (180 Jahre)	eine Umtriebszeit (140 Jahre)	eine Umtriebszeit (160 Jahre)
Bonitäten	Eiche 14 Föhre 16	Eiche 18 Föhre 19 Ahorn 22	Fichte 24 Buche 22	Eiche 26 Buche 22
Mittelwald				
Oberholzbaumart	Eiche 100%	Eiche 100% Buche 50%	Eiche 50% Buche 50%	Eiche 50% Buche 25% Ahorn 25%
Vorratsverhältnisse (Derbholzvolumen)	Hauschicht: 60 m ³ Oberholz: 80 m ³	Hauschicht: 60 m ³ Oberholz: 100 m ³	Hauschicht: 60 m ³ Oberholz: 100 m ³	Hauschicht: 60 m ³ Oberholz: 100 m ³
Umtriebszeit	Hauschicht: 40 J Oberholz: 240 J	Hauschicht: 30 J Oberholz: 200 J	Hauschicht: 25 J Oberholz: 200 J	Hauschicht: 25 J Oberholz: 200 J
Niederwald				
Holzarten	Buche, Eiche, Hagebuche, Ahorn	Buche, Eiche, Hagebuche, Ahorn	Buche, Eiche, Hagebuche, Ahorn	Buche, Eiche, Hagebuche, Ahorn
Vorratsverhältnisse (Derbholzvolumen)	90 m ³	90 m ³	115 m ³	115 m ³
Umtriebszeit	40 J	35 J	30 J	30 J

Bei allen vier Standorten handelt es sich um gut erschlossene Wälder in befahrbarem, relativ ebenem Gelände. Die Standorte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Produktivität. Der Hardwald wurde für den Vergleich ausgewählt, weil er ein Standort mit sehr geringen Zuwachsleistungen ist (er stockt auf der Rheinschotterebene). Produktive bis sehr produktive Standorte sind das Reppischtal und der Hönnggerberg.

Auf allen Standorten stockt ehemaliger Mittelwald. Auf den Standorten Niderholz, Reppischtal und Hönnggerberg wurden in den letzten Jahren Holzschläge ausgeführt mit dem Ziel, die Mittelwaldbewirtschaftung kleinflächig wieder aufzunehmen. Diese Standorte wurden bezüglich Zuwachs, Aufwand und Ertrag von Holzschlägen im ehemaligen Mittelwald genauer untersucht. Auf dem Standort Hardwald wurden Ernteveruche ausgeführt, die wichtige Daten über die Erntekosten der Hauschicht lieferten (Kapitel 4.3.1).

Es wurde bewusst darauf verzichtet, auch Standorte in steilerem Gelände einzubeziehen. Einerseits stockt der ehemalige Mittelwald hauptsächlich auf flacherem Gelände, und andererseits hätten dann andere Erntetechniken berücksichtigt werden müssen, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war.

Bei den nachfolgenden Bestandesangaben ist zu beachten, dass es sich dabei nicht um reale Bestände handelt, sondern dass hier für die vier verschiedenen Standorte von Modellbeständen ausgegangen wurde. Die Standortsqualität entscheidet über die Bonitäten und die Zuwachsleistungen.

5.3 Erfolgsrechnung

Der Erlös beschränkt sich auf die Einnahmen durch die Holznutzung. Diese umfasst im Hochwald das Nutz- und Schichtholz, im Mittelwald das Nutz- und Energieholz (Schnitzel) und im Niederwald ausschliesslich Energieholzschnitzel. Andere Waldfunktionen wie Schutz-, Erholungsfunktion usw. werden nicht quantifiziert.

Beim Aufwand gelten die Aufwendungen der 1. und 2. Produktionsstufe (1. Produktionsstufe: Bestandesbegründung, Pflege, Forstschutz; 2. Produktionsstufe: Holzhauerei, Rücken bis an Lagerplatz). Aufwendungen für Strassenbau und -unterhalt sowie Verwaltung werden nicht berücksichtigt.

Beim Energieholz wurde mit einem dem Heizöl äquivalenten Erlös⁶ von Fr. 28.–/Sm³ gerechnet.

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Modellkalkulationen findet sich in *Tabelle 6* und *Abbildung 1*.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Ergebnisse der Erfolgsrechnung.

	Hochwald	Mittelwald	Niederwald
Standort 1			
Gesamtwuchsleistung m ³ /ha J	4,42	4,00	3,00
Energieholzanteil %	24	80	100
Kosten 1. Produktionsstufe ¹ Fr./ha J	168	27	50
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./ha J	433	272	180
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./m ³	98	68	60
Nettoholzertrag Fr./ha J	410	336	210
Nettoholzertrag Fr./m ³	93	84	70
Erfolg Fr./ha J	-191	37	-20
Erfolg Fr./m ³	-43	9	-7
Standort 2			
Gesamtwuchsleistung m ³ /ha J	5,49	5,17	3,5
Energieholzanteil %	18	80	100
Kosten 1. Produktionsstufe Fr./ha J	187	27	57
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./ha J	450	321	210
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./m ³	82	62	60
Nettoholzertrag Fr./ha J	831	494	245
Nettoholzertrag Fr./m ³	151	96	70
Erfolg Fr./ha J	194	146	-22
Erfolg Fr./m ³	35	29	-6
Standort 3			
Gesamtwuchsleistung m ³ /ha J	11,21	6,2	5
Energieholzanteil %	10	80	100
Kosten 1. Produktionsstufe Fr./ha J	240	27	67
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./ha J	785	372	300
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./m ³	70	60	60
Nettoholzertrag Fr./ha J	1311	558	350
Nettoholzertrag Fr./m ³	117	90	70
Erfolg Fr./ha J	286	159	-17
Erfolg Fr./m ³	25	26	-3
Standort 4			
Gesamtwuchsleistung m ³ /ha J	7,18	6,2	5
Energieholzanteil %	15	80	100
Kosten 1. Produktionsstufe Fr./ha J	210	27	67
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./ha J	397	372	300
Kosten 2. Produktionsstufe Fr./m ³	56	60	60
Nettoholzertrag Fr./ha J	1430	554	350
Nettoholzertrag Fr./m ³	199	89	70
Erfolg Fr./ha J	823	155	-17
Erfolg Fr./m ³	114	25	-3

¹ Die Kosten sind im Niederwald wegen der für die Erneuerung der Stöcke notwendigen Pflanzungen höher als im Mittelwald, wo dank der Kernwüchse eine natürliche generative Verjüngung stattfindet.

Hochwald

Der Erfolg beim Hochwald variiert je nach Standort und Baumarten ausserordentlich. Die Simulationsergebnisse zeigen für den mageren Standort keine kostendeckende Bewirtschaftung. Auf den produktiven Standorten, auf denen stärkere Dimensionen erwartet werden, ist aber der potentielle Gewinn pro ha und pro m³ gefällttes Holz weit höher als bei der Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung. Bei den vier verschiedenen Beständen liegt der Erfolg zwischen Fr. -43.–/m³ und Fr. 114.–/m³ bzw. zwischen Fr. -191.– und Fr. 823.– pro ha und Jahr. Dies wird durch verschiedene Faktoren verursacht: Die Kosten der ersten Produktionsstufe betragen je nach Zuwachs zwischen Fr. 22.–/m³ und Fr. 38.–/m³. Die Holzerntekosten variieren zwischen Fr. 56.–/m³ und Fr. 98.–/m³. Am grössten ist die Variabilität bei den Holzerlösen; hier variiert der erwartete durchschnittliche Erlös zwischen Fr. 93.–/m³ und Fr. 199.–/m³.

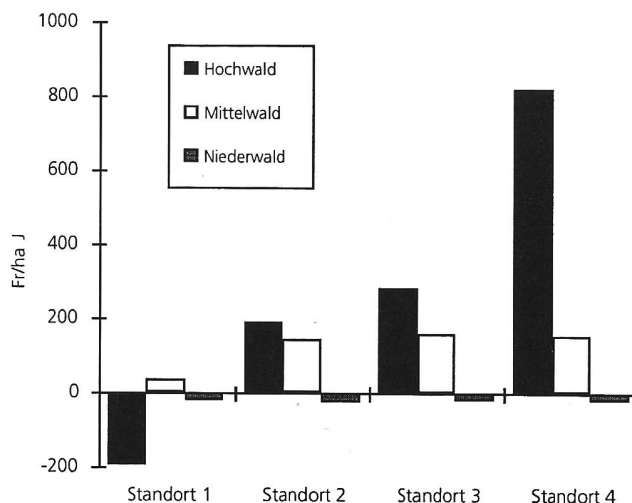


Abbildung 1: Erfolgsrechnung für die vier Standorte in Franken pro Hektar und Jahr.

Mittelwald

Hier wurde für alle vier Bestände eine kostendeckende Bewirtschaftung berechnet. Die Variabilität ist gegenüber dem Hochwald deutlich tiefer: die Kosten der ersten Produktionsstufe sind unbedeutend. Für das Energieholz sind die erwarteten Erlöse konstant. Variabel sind nur die Erlöse für das Stammholz und die Erntekosten für die stärkeren Dimensionen des Oberholzes. In den vier verschiedenen Beständen variiert der Erfolg pro m³ zwischen Fr. 9.– und Fr. 29.– bzw. zwischen Fr. 37.– und Fr. 155.– pro ha und Jahr.

Niederwald

Die Kalkulationen für die vier Modellbestände der Niederwaldbewirtschaftung zeigen, dass auch bei günstigen Verhältnissen keine kostendeckende Bewirtschaftung erzielt werden kann.

5.4 Diskussion

Im Niederwald und vor allem im Mittelwald liegen die Kosten der ersten Produktionsstufe (Bestandesbegründung und Pflege) deutlich tiefer als im Hochwald. Beim Mittelwald betragen die Erntekosten mindestens 90% und beim Niederwald ca. 80% der Gesamtkosten. Beim Hochwald variiert der Anteil der Erntekosten an den Gesamtkosten zwischen 23% (Standort 3) und 35% (Standort 4). Für die Wirtschaftlichkeit der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung sind neben dem Erlös für das Energieholz die Erntekosten der entscheidende Faktor. Die Erntekosten im Elsass beliefen sich auf Fr. 24.–/Sm³ oder Fr. 60.–/m³. Wird mit einem heizöläquivalenten Erlös von Fr. 28.–/Sm³ bzw. Fr. 70.–/m³ gerechnet, beträgt die Differenz zwischen verkauftem Produkt und Erntekosten Fr. 10.–/m³.

Beim Mittelwald wurde im Gegensatz zum Niederwald bei allen vier Modellbeständen eine kostendeckende Bewirtschaftung berechnet. Gegenüber dem Niederwald sind die Kosten der ersten Produktionsstufe geringer, zusätzlich wird das Ergebnis verbessert durch den Anteil an Stammholz, das mit dem Oberholz produziert wird.

Die Simulation für den Hochwald ergab auf dem mageren Standort keine kostendeckende Bewirtschaftung. Auf den produktiven Standorten, auf denen stärkere Dimensionen

⁶ Der heizöläquivalente Energieholzpreis ist so berechnet, dass für den Verbraucher etwa die gleichen Energiekosten wie beim Heizöl entstehen. Die unterschiedlichen Wirkungsgrade der Heizsysteme sind dabei berücksichtigt (Preisbasis Heizöl: Fr. 355.–/t)

erwartet werden, ist aber der potentielle Gewinn pro ha und pro m³ gefälltes Holz weit höher als bei der Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung.

Auf mageren, aber gut erschlossenen und nicht zu steilen Standorten kann somit die Mittelwaldbewirtschaftung gegenüber der Hochwaldbewirtschaftung konkurrenzfähig sein. Für den Waldbesitzer müsste vor allem dieser Aspekt der kostendeckenden Bewirtschaftung von mageren, für die Hochwaldbewirtschaftung kaum rentablen Standorten interessant sein. Hier könnte die Mittelwaldbewirtschaftung nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus ökonomischen Gründen eine angepasste Alternative darstellen.

Zusammenfassung

Die Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung sind alte, bis Mitte dieses Jahrhunderts weit verbreitete Betriebsarten, die vorwiegend der Energieholzproduktion dienen. Diese zeichneten sich ähnlich wie die heute in Skandinavien und Deutschland stockenden Energieholzplantagen durch kurze Umtriebszeiten aus.

Die vorliegende Arbeit zeigt die Möglichkeit, Energieholz im Nieder- und Mittelwald dank rationeller Erntemethoden zu heizöläquivalenten Preisen zu produzieren. Die Wertschöpfung der Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung wurde anhand von Modellbeständen berechnet und derjenigen der Hochwaldbewirtschaftung gegenübergestellt. Auf mageren, gut erschlossenen, befahrbaren Standorten wurde für den Mittelwald im Gegensatz zum Hochwald eine kostendeckende Bewirtschaftung berechnet.

Résumé:

La production de bois d'énergie dans des taillis-sous-futaie et des taillis en Suisse

Largement répandus jusqu'au milieu du XX^e siècle, les taillis-sous-futaie et les taillis sont d'anciennes techniques qui servaient essentiellement à la production de bois d'énergie. Ces régimes de taillis et taillis-sous-futaie se distinguaient par une rotation courte comparable aux plantations de bois d'énergie en Scandinavie et en Allemagne.

L'étude montre les possibilités de produire du bois d'énergie à des prix équivalents aux prix du pétrole grâce aux méthodes de récolte appropriées. La plus-value a été calculée sur la base de peuplements types et on l'a comparée à celle d'un régime de futaie. Pour les stations maigres, praticables et bien aménagées, le régime de taillis-sous-futaie couvre les frais d'exploitation ce qui n'est pas le cas pour la futaie.

Summary

Energy Wood Production in Coppice With Standards and Coppice Forests in Switzerland

Coppice with standards and coppice forests are the result of silvicultural systems widely applied until the mid-twentieth century, mainly for fuel production. Similar to energy plantations in Scandinavia and Germany the above-mentioned systems are characterised by a short rotation.

The present paper tries to show that, owing to efficient logging methods, energy wood can be produced from coppice and coppice with standards forests so cheaply that it proves to be highly competitive compared to oil. The economic value of coppice and coppice with standards was calculated on the basis of models and compared to high forest cultivation. Contrary to high forests, the coppice with standards system is cost-covering on poor, well developed and easily accessible sites.

Literatur

- BALLY B.; SCHNIDER, F.; BUSIN, U. 1996: Energieholzproduktion in Mittel- und Niederwäldern der Schweiz. Zürich, Ambio, 75 S.
- DENSTER V., K.O. 1986: Die Mittelwaldwirtschaft kann ordnungsgemässe Forstwirtschaft sein. Allg. Forstzeitschr. 47: 1172–1173.
- HAGEN, C. 1960: Die Entwicklung der forstlichen Zustandserfassung in einigen Waldgebieten der Ostschweiz und ihre Beziehung zur allg. Entwicklung, ein Beitrag zur Geschichte der Forsteinrichtung und Waldwertschätzung, Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 36, 3: 143-217.
- KRISSL, W.; MÜLLER, F. 1989: Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Oesterreichs. FBVA-Berichte Nr. 40, 132 S.
- LEMM, R. 1991: Ein dynamisches Forstbetriebs-Simulationsmodell, Professur für Forsteinrichtung und Waldwachstum der ETH Zürich, 235 S.
- MAYER, H. 1977: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage, Gustav Fischer Verlag, 483 S.
- LFI, 1988: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Erstaufnahmen 1982–1986. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw., Ber. 3095, 375 S.
- SPEIDEL, G. 1984: Forstliche Betriebswirtschaftslehre, Paul Parey, 226 S.

Verfasserin:

BETTINA BALLY, dipl. Forsting. ETH, AMBIO, Wildbachstrasse 46, CH-8008 Zürich.