

# Wirtschaftlichkeit der Holzenergie in der Gemeinde

Autor(en): **Hausheer, Othmar / Kessler, Frank Martin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal  
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **146 (1995)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766946>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wirtschaftlichkeit der Holzenergie in der Gemeinde

Von *Othmar Hausheer* und *Frank Martin Kessler*

*Keywords:* wood energy, thermal energy, energy production costs, economic viability.

FDK 831: 922.2: UDK 620.9: 658.26

## 1. Einleitung

Bei den aktuellen Energieholzpreisen und den im Vergleich zu konventionellen Öl- und Gasheizungen hohen Installations- und Unterhaltskosten einer Holzfeuerungsanlage ist der Energieträger Holz wenig konkurrenzfähig.

Von den Verfechtern der Holzenergienutzung werden, als Gegengewicht zu den Kosten-Nachteilen für den Feuerungsbetreiber, die regionalwirtschaftlichen und ökologischen Vorteile der Nutzung des einheimischen und erneuerbaren Energieträgers Holz ins Feld geführt.

Die ökologischen Aspekte der Holzenergienutzung wurden im Expertenbericht «Energie aus Heizöl oder Holz? Eine vergleichende Umweltbilanz» (*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 1990*) vertieft untersucht. Ebenfalls wurden in dieser Arbeit anhand von Modellrechnungen die Gesteungskosten der Wärmeproduktion mit Holz und Heizöl einem Vergleich unterstellt. Ferner wurden mittels Modellbetrachtungen die regional- und waldwirtschaftlichen Effekte einer vermehrten Holznutzung in der Schweiz abgeschätzt.

In der Studie «Wirtschaftlichkeit der Holzenergienutzung in der Gemeinde» (*Bundesamt für Energiewirtschaft, 1994*) wird eine vertiefte Analyse der betriebs- und regionalwirtschaftlichen Aspekte der Holzenergienutzung vorgenommen. Ziel der Studie ist, anhand von realisierten und betriebenen Anlagen, empirisch folgende Fragestellungen zu bearbeiten:

- Wie hoch sind die Wärmegestehungskosten (Rp./kWh) in Abhängigkeit der unterschiedlichen Betreibermodelle? Die gewählten Betreibermodelle werden im folgenden Kapitel 2 (Kommunale Wärmeproduktion) umschrieben.
- Mit welchen Kostenstrukturen wird Wärme produziert?

- Wie wirken sich folgende Massnahmen auf die finanzielle Attraktivität der Holzenergienutzung aus:
  - technisch verbesserte Holzbereitstellungsmethoden
  - staatliche Förderungsmassnahmen (Investitionsbeiträge, Energiepreiszuschläge usw.)
  - technische und betriebliche Optimierung der Feuerungsanlagen
  - Verringerung der Installationskosten
- Welche regionalwirtschaftlichen Auswirkungen ergeben sich durch die Nutzung der Holzenergie im Vergleich zur gleichen Wärmeproduktion mit Öl?

## 2. Kommunale Wärmeproduktion

Es werden die folgenden drei Betreibermodelle untersucht:

- Gemeinde
- Holzverarbeitungsbetrieb
- Energieholzanbieter

Im *Betreibermodell Gemeinde* wird das Energieholz durch den Forstbetrieb der Einwohner- oder Bürgergemeinde angeboten. Einwohner- oder Bürgergemeinde sind zugleich auch Feuerungsbetreiber und Wärmeverbraucher (vgl. *Abbildung 1*).

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Gemeinden Elgg (ZH) und Subingen (SO) gewählt. In Elgg besitzt die Einwohnergemeinde die Waldun-

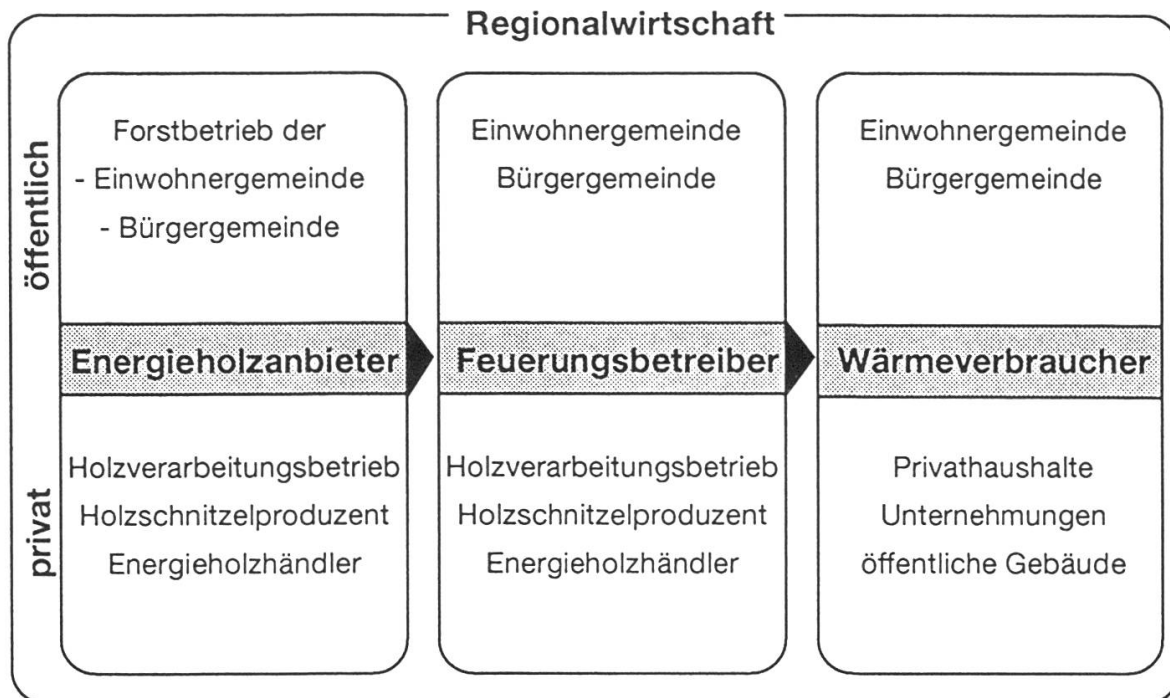


Abbildung 1. Energieholzketten und Betreibermodelle.

gen, betreibt die Feuerung und bezieht zudem einen grossen Teil der produzierten Wärme. Daneben werden auch private Wärmebezüger beliefert. In Subingen wird das Energieholz durch die Bürgermeinde geliefert. Feuerungsbetreiber und Wärmeverbraucher ist die Einwohnergemeinde.

Im *Betreibermodell Holzverarbeitungsbetrieb* wird das Energieholz durch einen Holzverarbeitungsbetrieb bereitgestellt. Die Feuerung wird ebenfalls durch diesen Holzverarbeitungsbetrieb betrieben. Wärmeverbraucher sind Privatpersonen, die Einwohnergemeinde und der Holzverarbeitungsbetrieb.

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Daten der Sägerei Kernen, Reutigen (BE), sowie der Sägerei Unholz, Greifensee (ZH), analysiert. In beiden Fällen wird Sägereirestholz in einer im Betrieb integrierten Hackanlage zu Holzschnitzeln verarbeitet und einer auf dem Sägereigelände installierten Feuerungsanlage zugeleitet. Die Wärme wird über ein Nahwärmenetz den Verbrauchern zugeführt.

Im *Betreibermodell Energieholzanbieter* werden die Holzschnitzel durch einen spezialisierten Holzschnitzelproduzenten dem Feuerungsbetreiber (Privater, Einwohnergemeinde usf.) verkauft.

Für die vorliegende Untersuchung wurde die Fernwärmeversorgung Fewagsa, Schönried (BE), gewählt. Diese bezieht die Holzschnitzel vom Schnitzelproduzenten und -händler Enhosag Energieholz AG Saanenland, Gstaad (BE). Als zweites Untersuchungsbeispiel wurde die Holzenergie- und Forstunternehmung Kym, Hölstein (BL), gewählt. Neben der Schnitzelaufbereitung betreibt Kym zugleich noch eine Feuerungsanlage und beliefert damit die Einwohnergemeinde und Privatbezüger mit Wärme.

Die gesamte Holzenergiekette vom Energieholzanbieter über den Feuerungsbetreiber bis zum Absatz der Wärme an den Verbraucher wird als ein (kommunaler) Wärmeproduktions- und -verkaufsbetrieb aufgefasst (vgl. *Abbildung 1*). Für jede Energiekette wird eine detaillierte Kostenanalyse durchgeführt. Um die Gestehungskosten der Holzwärmeproduktion mit derjenigen der Ölwärmeproduktion vergleichen zu können, wird davon ausgegangen, dass die Wärme mit einer der Holzfeuerung entsprechenden Ölfeuerungsanlage produziert und an das Nahwärmenetz abgegeben wird.

### 3. Wärmegestehungskosten

*Tabelle 1* zeigt die Resultate der Kostenanalyse. Die Wärmegestehungskosten (Rp./kWh) spiegeln die kostenseitige Effizienz für jede Energieholzkette (Elgg, Subingen usf.) zum jeweiligen Untersuchungszeitraum. Aufgrund der unterschiedlichen Betreibermodelle, der unterschiedlichen Leistung und vor allem der zum Zeitpunkt der Untersuchung unterschiedlichen Auslastung sind die Gestehungskosten pro kWh selbst innerhalb des selben Betreibermodells nur schwer miteinander vergleichbar. Die Berechnungen zeigen

indes, dass Wärmegestehungskosten (exkl. Nahwärmenetz) im Bereich von 12 Rp./kWh möglich sind. Neben den Anlagen in Reutigen, Greifensee und Hölstein sind auch in Elgg bei Betrieb unter Vollaustattung Gestehungskosten im Bereich von 12 Rp. zu erwarten. Die Wärmeproduktion von Ölfeuerungen mit vergleichbarer Leistung lässt Gestehungskosten im Bereich von 9 Rp./kWh resultieren.

*Tabelle 1. Eckdaten.*

<i>Betreibermodell</i>	<i>Gemeinde</i>		<i>Holzverarbeitungsbetrieb</i>		<i>Energieholzanbieter</i>	
	<i>Elgg</i>	<i>Subingen</i>	<i>Reutigen</i>	<i>Greifensee</i>	<i>Schönried</i>	<i>Hölstein</i>
Leistung <sup>1</sup> (in kW)	700 (1400)	130 (200)	800 (1500)	500	430	500
Anzahl Kessel	2 <sup>2</sup>	1	2	1	1	2
Länge Wärme- verteilnetz (in m)	3600	0	2500	–	1400	480
Schnitzelpreis (in Fr./Sm <sup>3</sup> )	44	40	25	25	32.50	30
Schnitzelart	grün, Nadel	grün, Nadel	Restholz	Restholz	grün, Nadel	grün, Laub
Nutzenergie (in kWh)	824 117	146 618	1 100 000	446 091	616 150	590 000
Gestehungskosten inkl. Nahwärmenetz (Rp./kWh)	27,7 <sup>3</sup>	–	19,6	14,8	47,3 <sup>4</sup>	17,6
Gestehungskosten exkl. Nahwärmenetz (Rp./kWh)	19,6 <sup>3</sup>	27,9	12,5	13,6	34,6 <sup>4</sup>	11,9
Gestehungskosten exkl. Nahwärmenetz inkl. Subventionen (Rp./kWh)	18,6 <sup>3</sup>	20,8	7,0	–	23,3 <sup>4</sup>	–
Tarifstruktur <sup>5</sup>	AP/LP/AG	–	AP/AG	AP	AP/AG	AP
Regionaler Anteil an Wertschöpfung <sup>6</sup> (in %)	80	100	73	47	64	76

<sup>1</sup> Wert in Klammer zeigt verfügbare Leistung im Endausbau.

<sup>2</sup> Für den Sommerbetrieb steht eine Ölfeuerung zur Verfügung.

<sup>3</sup> Bestehende Anlage zu rund 1 Drittel ausgelastet.

<sup>4</sup> Bestehende Anlage ist schlecht ausgelastet, teuer gebaut und mit Restrukturierungskosten belastet.

<sup>5</sup> AP = Arbeitspreis; LP = Leistungspreis; AG = Anschlussgebühr.

<sup>6</sup> Wert zeigt, welcher Anteil der Gestehungskosten durch die regionale Wirtschaft erbracht wird.

Die hohen Gestehungskosten von Schönried (Fernwärmeversorgung Fewagsa) sind das Resultat einer in der Hochkonjunktur zu gross dimensionierten und daher nicht ausgelasteten Heizanlage. Zudem ist die der Untersuchung zugrunde liegende Jahresrechnung mit ausserordentlichen Aufwendungen wegen der eingeleiteten Restrukturierungsmassnahmen belastet. In

Subingen dürften die Kosten nach erfolgtem Anschluss eines öffentlichen Gebäudes noch leicht, aber nicht wesentlich sinken. Die Gestehungskosten unter Einberechnung der Subventionen zeigen, dass für die einzelnen Anlagen in stark unterschiedlichem Ausmass Investitionsbeiträge von Bund, Kanton und Gemeinde bezahlt wurden. In Elgg reduzieren sich die Gestehungskosten um 1 Rp./kWh, in Subingen um 7,1 Rp./kWh, Reutigen um 5,5 Rp./kWh und in Schönried um 11,3 Rp./kWh.

#### 4. Kostenstruktur

Die *Abbildung 2* bzw. die *Tabelle 2* zeigen die Aufteilung der Wärmegestehungskosten der untersuchten Feuerungsanlagen. Aufgrund der unterschiedlichen Produktionsstrukturen und Holzschnittelpreise resultieren erwartungsgemäss unterschiedliche Kostenstrukturen. Wenn davon ausgegangen wird, dass die Anlagen mit den tiefsten Gestehungskosten auch die optimaleren Produktionsstrukturen besitzen (Reutigen, Greifensee, Hölstein), dürften optimale Kostenstrukturen für Anlagen der untersuchten Grössenordnung wie folgt aussehen: 50% Energiekosten, 40% Kapitalkosten und 10% Wärmenebenkosten. Der relativ hohe Anteil der Kapitalkosten von 59,3% an den gesamten Produktionskosten der Anlage in Greifensee ist auf den teuren Landerwerb zurückzuführen. Könnte die Anlage in Greifensee mit Landerwerbskosten wie in Reutigen oder Schönried produzieren, resultiert der erwähnte Kapitalkostenanteil von 40% bzw. ein Energieanteil im Bereich von 50%.

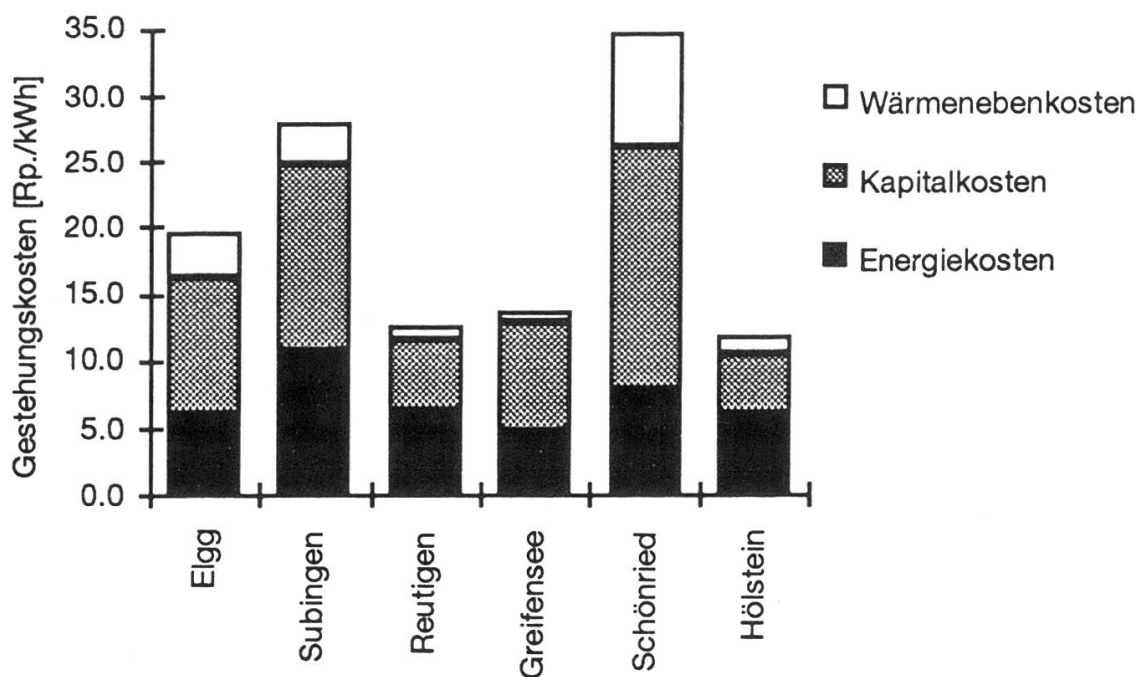


Abbildung 2. Kostenstruktur.

- Der Anteil der fixen Kosten an den gesamten Wärmegestehungskosten (ohne Nahwärmenetz) dürfte somit im Falle eines optimalen Betriebes rund 50% betragen. Der Rest entfällt auf Energiekosten von 50% (variable Kosten). Fixkostenanteile von über 50% weisen daraufhin, dass die Anlage über keine optimale Auslastung verfügt. Bei der Planung einer Schnitzelfeuerung sollten diese Kostenverhältnisse (50% fixe Kosten/50% variable Kosten) sowie Wärmegestehungskosten im Bereich von 12 Rp./kWh als Zielgrößen angestrebt werden. Der Kapitaleinsatz bzw. die Gestehungskosten können zudem vermindert werden, wenn Holzfeuerungsanlagen in Regionen mit relativ günstigen Landpreisen (Randregionen) realisiert werden.

Eine zweite Kosteneinsparmöglichkeit ergibt sich durch Senken der (variablen) Energiekosten. Tiefere Energiekosten ergeben sich durch die vermehrte Verwertung von Sägereirestholz oder durch die Verbesserung der Holzernte- und Holzbereitstellungsmethoden (vgl. *Bundesamt für Energiewirtschaft*, 1993). Ferner sollten Feuerungsbetreiber vermehrt am Markt für Holzschnitzel nach preisgünstigen Lieferanten Ausschau halten und Lieferofferten einholen.

Tabelle 2. Kostenstruktur.

	Elgg		Gemeinde Subingen		Holzverarbeitungsbetrieb Reutigen Greifensee				Energieholzanbieter Schönried Hölstein			
	(Fr.)	(%)	(Fr.)	(%)	(Fr.)	(%)	(Fr.)	(%)	(Fr.)	(%)	(Fr.)	(%)
Energiekosten	49 324	30,5	15 800	38,6	68 320	49,8	21 270	34,9	48 040	22,5	36 000	51,2
Kapitalkosten	83 627	51,7	20 696	50,6	56 874	41,5	36 020	59,3	113 360	53,2	26 600	37,8
Wärmenebenkosten	28 666	17,7	4 410	10,8	11 900	8,7	3 500	5,8	51 733	24,3	7 700	11,0
Total Kosten	161 617	100,0	40 906	100,0	137 094	100,0	60 790	100,0	213 133	100,0	70 300	100,0

## 5. Preiswirkungen

Wie sich Veränderungen der Schnitzelpreise, der Investitionen, der Investitionsbeiträge, der Unterhaltskosten oder der Nutzenergie auf die Wärmegestehungskosten auswirken, ist der *Tabelle 3* bzw. der *Abbildung 3* zu entnehmen. In Elgg z.B. hätte eine vergleichbare Anlage mit 10% tieferen Investitionen eine Senkung der Gestehungskosten (ohne Nahwärmenetz) um 1,0 Rp./kWh auf 18,6 Rp./kWh zur Folge. Die selbe Wirkung hätte ein einmaliger Investitionsbeitrag von 10% des Investitionsvolumens. Eine Steigerung der abgesetzten Nutzenergie um 10% bringt in Elgg um 1,2 Rp./kWh verminderte Gestehungskosten von 18,4 Rp./kWh. Auch eine Verminderung des Schnitzelpreises um 20% hat um 1,2 Rp./kWh tiefere Gestehungskosten von 18,4 Rp./kWh zur Folge.

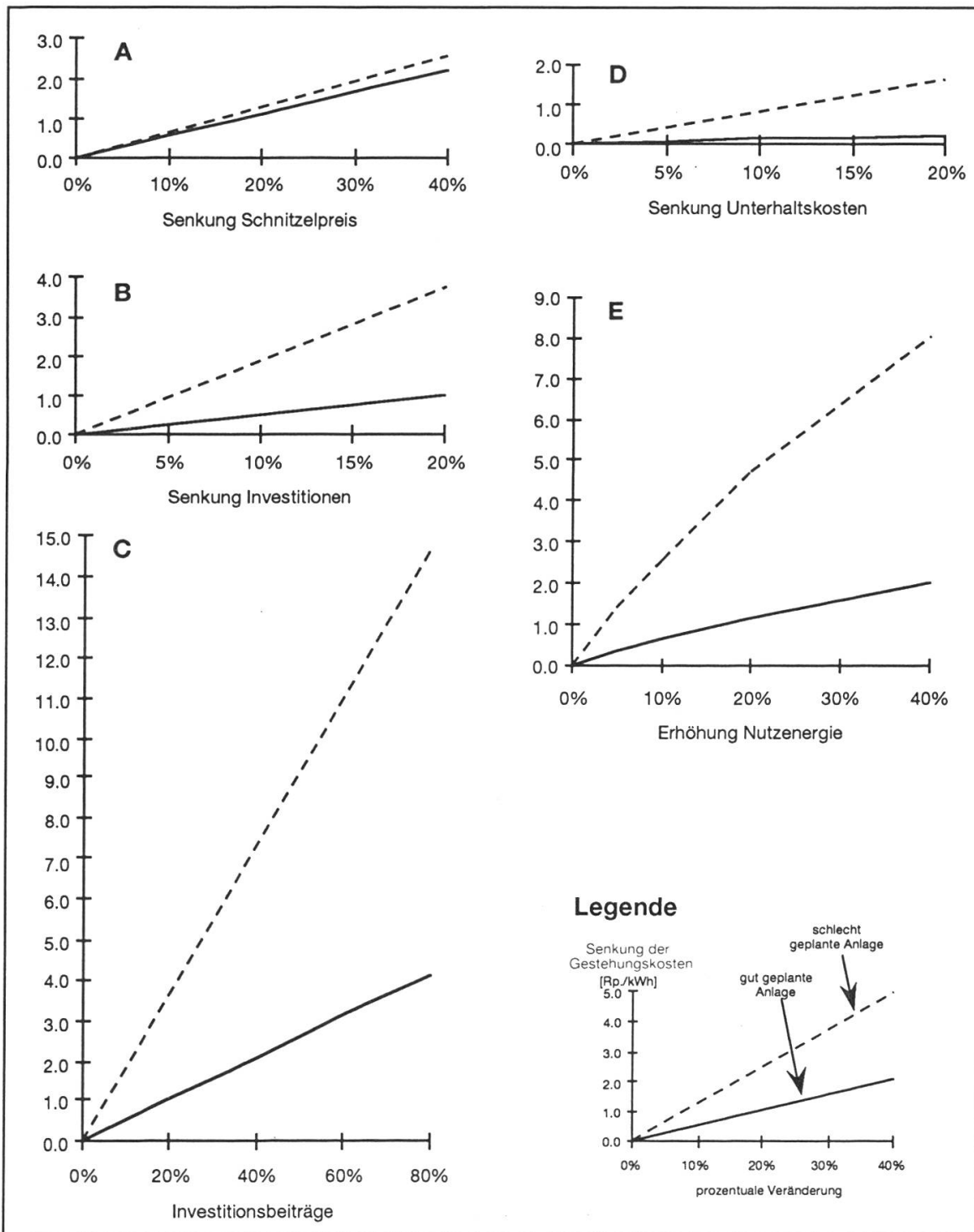


Abbildung 3. Preiswirkungen.

Die Resultate der Sensitivitätsanalyse zeigen, dass im Falle von optimal geplanten und auch ausgelasteten Anlagen (z.B. Reutigen, Hölstein) mit Gestehungskosten im Bereich von 12 Rp./kWh (ohne Nahwärmenetz) das Kostensenkungspotential begrenzt ist. Einigermaßen spürbare Einsparungen sind am ehesten durch tiefere Holzenergiekosten und hohe Investitionsbei-



träge von über 50% des Investitionsvolumens zu erwarten. Im Falle von Anlagen mit Gestehungskosten von über 20 Rp./kWh (z.B. Subingen, Schönried) sind vor allem keine optimale Auslastung sowie eine zu teuer gebaute Anlage der Grund der hohen Gestehungskosten. Grosse Anstrengungen zur Senkung der Unterhaltskosten bringen im Vergleich zu den anderen Massnahmen verhältnismässig wenig.

Anhand dieser Berechnungen ist ersichtlich, in welchem Ausmass z.B. Fortschritte in der Feuerungstechnologie, verbesserte Holzernte- und Holzbereitstellungsmethoden, optimale bauliche Lösungen oder eine bedürfnis- und absatzgerechte Planung die Gestehungskosten senken können.

Tabelle 3. Preiswirkungen (Rp./kWh).

Betreibermodell	Gemeinde		Holzverarbeitungsbetrieb		Energieholzanbieter	
	Elgg	Subingen	Reutigen	Greifensee	Schönried	Hölstein
<b>Gestehungskosten</b>						
exkl. Nahwärmenetz	19,6	27,9	12,5	13,6	34,6	11,9
inkl. Nahwärmenetz	27,7	–	19,6	14,8	47,3	17,6
<b>Schnitzelpreise</b>						
	(44 Fr.)	(40 Fr.)	(25 Fr.)	(25 Fr.)	(32.50 Fr.)	(30 Fr.)
+ 40,0%	+ 2,3	+ 3,8	+ 2,2	+ 1,4	+ 2,6	+ 2,4
+ 20,0%	+ 1,2	+ 1,9	+ 1,1	+ 0,7	+ 1,3	+ 1,2
– 10,0%	– 0,5	– 0,9	– 0,6	– 0,3	– 0,6	– 0,6
– 20,0%	– 1,2	– 1,9	– 1,1	– 0,7	– 1,3	– 1,2
– 30,0%	– 1,8	– 2,8	– 1,7	– 1,1	– 1,9	– 1,8
– 40,0%	– 2,3	– 3,8	– 2,2	– 1,4	– 2,6	– 2,4
<b>Investitionen</b>						
	(1,6 Mio. Fr.)	(0,3 Mio. Fr.)	(0,7 Mio. Fr.)	(0,2 Mio. Fr.)	(1,4 Mio. Fr.)	(0,3 Mio. Fr.)
– 5,0%	– 0,5	– 0,7	– 0,3	– 0,2	– 0,9	– 0,2
– 10,0%	– 1,0	– 1,4	– 0,6	– 0,4	– 1,8	– 0,4
– 20,0%	– 2,0	– 2,8	– 1,1	– 0,8	– 3,7	– 0,9
<b>Investitionsbeiträge<sup>1</sup></b>						
5,0%	– 0,5	– 0,7	– 0,3	– 0,2	– 0,9	– 0,2
10,0%	– 1,0	– 1,4	– 0,6	– 0,4	– 1,8	– 0,4
30,0%	– 3,0	– 4,2	– 1,6	– 1,3	– 5,5	– 1,3
50,0%	– 5,1	– 7,1	– 2,6	– 2,2	– 9,2	– 2,2
80,0%	– 8,1	– 11,3	– 4,2	– 3,5	– 14,7	– 3,6
<b>Unterhaltskosten</b>						
– 5,0%	– 0,2	– 0,2	– 0,1	0	– 0,4	0
– 10,0%	– 0,3	– 0,3	– 0,1	– 0,1	– 0,8	– 0,1
– 20,0%	– 0,7	– 0,6	– 0,2	– 0,2	– 1,7	– 0,3
<b>Nutzenergie<sup>2</sup></b>						
+ 5,0%	– 0,6	– 0,9	– 0,3	– 0,4	– 1,4	– 0,3
+ 10,0%	– 1,2	– 1,7	– 0,6	– 0,9	– 2,6	– 0,5
+ 20,0%	– 2,3	– 3,1	– 1,2	– 1,6	– 4,7	– 1,0

<sup>1</sup> in Prozent der Investitionen für die komplette Feuerungsanlage

<sup>2</sup> unter proportionaler Erhöhung des Primärenergieeinsatzes

## 6. Wirkung der CO<sub>2</sub>-Abgabe

Im März 1994 eröffnete das *Eidgenössische Departement des Innern*, Bern, die Vernehmlassung zur CO<sub>2</sub>-Abgabe. Für Heizöl extra leicht wird ab dem Jahre 2000 mit einer CO<sub>2</sub>-Abgabe von 11 Fr./100 kg gerechnet. Modifiziert man die von der *Schweizerischen Erdöl-Vereinigung*, Zürich, im April 1994 publizierte Heizkosten-Analyse für Ölfeuerungen, werden sich die Gesteungskosten der Ölwärme um 1 bis 1,5 Rp./kWh erhöhen. Die Gesteungskosten der Ölwärme (9 bis 10 Rp./kWh) dürften mit der Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe durchaus in die Grössenordnung optimal geplanter und auch ausgelasteter Schnitzelfeuerungsanlagen (12 Rp./kWh) zu liegen kommen.

Werden neben der Einführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe die Holzernte- und Holzbereitstellungsmethoden verbessert (vgl. *Bundesamt für Energiewirtschaft*, 1993) und auch Investitionsbeiträge an optimal geplante und ausgelastete Anlagen gewährt, so dürfte im kommunalen Verbund produzierte Wärme aus Holz für den Endverbraucher ähnlich teuer werden wie im Verbund produzierte Ölwärme.

## 7. Regionalwirtschaftliche Auswirkungen

Die durch den Betrieb einer Holzfeuerung im Vergleich zu einer Ölfeuerung zusätzlich in der Region geschaffene Wertschöpfung schwankt in den vorliegenden Untersuchungsbeispielen zwischen 192 000 Fr. pro Jahr und 14 000 Fr. pro Jahr (vgl. *Abbildung 4*). Im Durchschnitt aller in die Unter-

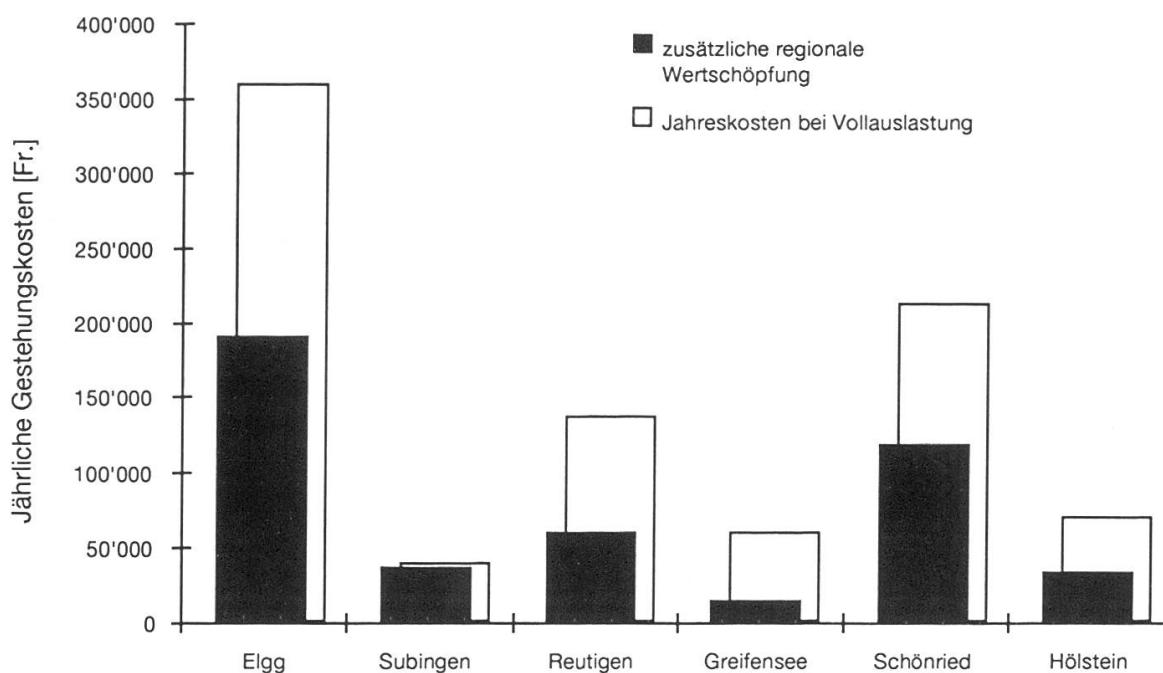


Abbildung 4. Zusätzliche regionale Wertschöpfung.

suchung einbezogenen Holzenergieketten errechnet sich eine zusätzliche Wertschöpfung von 75 900 Fr. pro Jahr. Es ist daher davon auszugehen, dass die regionalwirtschaftliche Bedeutung einer Holzfeuerungsanlage im Bereich einer halben bis einer ganzen zusätzlichen Arbeitsstelle liegen dürfte. In einem in einer Randregion liegenden kleinen Dorf kann eine halbe bis eine zusätzliche Arbeitsstelle von Bedeutung sein; in Regionen mit grosser Wirtschaftskraft ist die regionalpolitische Bedeutung einer Schnitzelfeuerungsanlage eher klein. Die zusätzliche Wertschöpfung bzw. Beschäftigung wird vor allem in der regionalen Forstwirtschaft bzw. in der Holzverarbeitenden Industrie anfallen.

### **Zusammenfassung**

In der Studie «Wirtschaftlichkeit der Holzenergie in der Gemeinde» (*Bundesamt für Energiewirtschaft*, 1994) wird eine vertiefte Analyse der betriebs- und regionalwirtschaftlichen Aspekte der Holzenergie vorgenommen. Die Kostenanalyse von sechs in Betrieb stehenden Anlagen zeigt, dass Wärme aus Holz mit Gestehungskosten im Bereich von etwa 12 Rp./kWh produziert werden kann. Inklusiv den Verteilkosten (Kosten Nahwärmenetz) von 3 bis 5 Rp./kWh kostet die Nutzenergie aus Holz 15 bis 17 Rp./kWh. Damit Feuerungsanlagen mit einer Leistung im Bereich von 500 bis 1000 kW mit Gestehungskosten von rund 12 Rp./kWh (ohne Verteilkosten) produzieren, ist folgende Kostenstruktur als Zielgrösse anzustreben: 50% Energiekosten, 40% Kapitalkosten und 10% Wärmenebenkosten. Ein Kapitalkosten-Anteil von über 40% deutet auf keine optimale Auslastung hin.

Mit der Einführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe werden sich die Gestehungskosten der Ölwärme um 1 bis 1,5 Rp./kWh erhöhen. Die Gestehungskosten der Ölwärme von 9 bis 10 Rp./kWh (ohne Verteilkosten) dürften somit durch die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe durchaus in die Grössenordnung optimal geplanter Anlagen zu liegen kommen.

Wird statt einer Ölfeuerung eine Holzfeuerung betrieben, dürfte dadurch eine halbe bis eine ganze zusätzliche Arbeitsstelle geschaffen werden.

## Résumé

### Rentabilité de l'énergie-bois au niveau de la commune

Dans l'étude «Rentabilité de l'énergie-bois au niveau de la commune» (Office fédéral de l'énergie 1994), une analyse approfondie des aspects économiques d'entreprise et régionaux de l'énergie-bois est faite. L'analyse des coûts de six installations en fonction démontre que de la chaleur à base de bois peut être produite à un coût d'environ 12 ct/kWh. Les frais de distribution inclus (coûts du réseau de chauffage à courte distance) de 3–5 ct/kWh, l'énergie utilitaire tirée du bois coûte de 15 à 17 ct/kWh. Pour que des installations de chauffage à capacité de 500 à 1000 kW produisent dans les limites d'environ 12 ct/kWh (sans les frais de distribution), il faut se fixer comme but la structure des coûts suivante: 50% de coûts d'énergie, 40% de frais financiers et 10% de coûts calorifiques auxiliaires. Une part des frais financiers (capitaux investis) de plus de 40% ne permettrait pas une prestation optimale.

Avec l'introduction de la taxe sur le CO<sub>2</sub> le prix de revient de la chaleur à base de mazout augmente de 1 à 1,5 ct/kWh. Le prix de revient de la chaleur produite sur cette base serait alors de 9 à 10 ct/kWh (sans frais de distribution), et pourrait être ainsi par l'introduction de la taxe sur le CO<sub>2</sub> tout à fait dans l'ordre de grandeur d'une installation planifiée d'une manière optimale.

Si l'on chauffe au bois et non pas au mazout, il serait possible de créer un emploi supplémentaire à mi-temps ou à temps entier.

Traduction: S. Croptier

### Literatur

*Bundesamt für Energiewirtschaft* (1993): Bois Energie, Récolte & Préparation. Programme recherche Biomasse. Bern.

*Bundesamt für Energiewirtschaft* (1994): Wirtschaftlichkeit der Holzenergienutzung in der Gemeinde. Aktionsprogramm Energie 2000. Schlussbericht. Bern, Vereinigung Holzenergie VHe Zürich.

*Bundesamt für Energiewirtschaft* (1994): Possibilités de réduction de coûts dans la réalisation de chauffages au bois décheté. Programme recherche Biomasse. Bern.

*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft* (1990): Energie aus Heizoel oder Holz? Eine vergleichende Umweltbilanz. Bern.

*Eidgenössisches Departement des Innern* (1994): Vernehmlassung zur CO<sub>2</sub>-Abgabe inkl. Erläuternder Bericht. Bern.

*Erdöl-Vereinigung* (1994): Heizkosten-Analyse. Erweiterung 1994. Zürich.

*Verfasser:* Othmar Hausheer, Dr. oec. publ., Frank M. Kessler, dipl. Forsting. ETH/SIA, Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich.