

Holz als Energieträger



Reinhard FINK, Dipl.-Ing., WIV, Jahrgang 1955, Studium des Wirtschaftsingenieurwesens für Maschinenbau an der TU-Graz mit dem Schwerpunkt im Bereich der Dampf- und Wärmetechnik und des Energiemanagements. Derzeit am Institut für Umweltforschung (ifu) in Graz, hauptsächlich mit Fragen der integrierten Energieplanung und der Umweltechnologien, beschäftigt.

Rund 44% der Fläche Österreichs sind mit Wald bedeckt. Der jährliche Holzzuwachs übersteigt den jährlichen Holzeinschlag, und die Durchforstung zur Pflege des Waldes ist im Rückstand. Diese und ähnliche Argumente beherrschen die Diskussion um die energetische Nutzung von Holz in Österreich. Sie lassen die Vermutung zu, daß es durchaus möglich sein müßte, den Anteil der Biomasse an der Deckung des Primärenergiebedarfes von derzeit 6% beträchtlich anzuheben. Der vermehrte Einsatz von Biomasse ist vor allem über automatisch beschickte Feuerungsanlagen im Wärmemarkt zu erwarten. Bei der Beurteilung der hierfür gegebenen Möglichkeiten sind neben den regional- und betriebswirtschaftlichen Aspekten auch ökologische Auswirkungen zu berücksichtigen. Schwerpunkt dieses Beitrages ist der betriebswirtschaftliche Aspekt der Verbrennung von Holz in automatisch beschickten Feuerungsanlagen.

Brennstoff

Um den Anteil der Biomasse an der Deckung des Primärenergiebedarfes auszuweiten, kommt neben dem traditionellen Scheitholz die Verwendung von nicht verwertbaren Holzsortimenten aus der Land- und Forstwirtschaft (Waldrestholz) und von Nebenprodukten aus der Holzverarbeitenden Industrie (Sägerestholz, Produktionsabfälle) in Frage. Diese im weiteren als Restholz bezeichneten Sortimente werden einer in der Regel notwendigen Aufbereitung zu einem für automatisch beschickte Feuerungsanlagen geeigneten Brennstoff unterzogen und kommen unter der Bezeichnung Hackgut fein (Waldhackgut), Hackgut grob (Sägehackgut), Rinde gehackt oder ungehackt, Pellets, Briketts, Sägespäne usw. in den Handel. Preisbestimmend sind nicht der Wert des Holzes selbst, sondern der Aufwand für die Bereitstellung sowie die lokale Situation von Angebot und Nachfrage. So wird der Preis für Brennstoffe aus Sägerestholz nach oben in erster Linie durch die Papierindustrie, der Preis für Brennstoffe aus Waldrestholz nach unten durch die Bereitstellungskosten limitiert. Ergänzend muß hinzugefügt werden, daß ein noch nicht vorhandener Markt für solche Brennstoffe vereinzelt Versorgungsschwierigkeiten verursacht.

Feuerungstechnik

Mit Hilfe von Brennstoffen aus Restholz kann aus technischer Sicht jede gewünschte Form von Wärme erzeugt werden. Sei es Niedertemperaturwärme zur Raumbeheizung und Warmwasserbereitung oder Prozesswärme mit hohem Temperaturniveau für

die gewerbliche und industrielle Verwendung.

Die Wärmeerzeugung wird vorteilhaft in automatisch beschickten Feuerungsanlagen durchgeführt. Es handelt sich hierbei um Anlagen, bei denen der Brennstoffnachschub vom Vorratslager in die Feuerung selbsttätig und nach Bedarf erfolgt. Der Vorteil gegenüber händisch beschickten Holzfeuerungsanlagen besteht im erhöhten Bedienungskomfort und in einem wesentlich besseren Teillastverhalten. Dies wird durch eine dem Lastzustand angepaßte Brennstoff- und Verbrennungsluftregelung und einer differenzierten Verbrennungsluftführung (Primär-, Sekundärluft) erreicht. Zusätzlich wirkt sich die Geometrie des Brennstoffes (Oberfläche/Volumen) auf das Abbrandverhalten günstig aus. Je nach Beschaffenheit des Brennstoffes (Körnigkeit, Feuchtigkeit, Verschmutzungsgrad) stehen verschiedene Arten von automatisch beschickten Holzfeuerungsanlagen zur Verfügung.

Während die Einblas- und Rostfeuerung

(Abb. 1) eher für gewerbliche Zwecke konzipiert sind, kommen Vorofenfeuerungen mit Schwerkraft- oder Stokerzuführung (Abb. 2) hauptsächlich bei privaten Anwendern zum Einsatz. Unterschub- bzw. Retortenfeuerungen (Abb. 3) werden sowohl gewerblich als auch privat genutzt. Beispielsweise werden für die zur Zeit viel diskutierten Biomasse-Nahwärmenetze in erster Linie rindenbeschickte Rostfeuerungen verwendet. Eine genaue Funktionsbeschreibung der einzelnen Anlagentypen, Vor- und Nachteile, eingesetzte Brennstoffe und typische Einsatzfälle findet man in [1, 2, 3].

Der vermehrte Einsatz von Biomasse ist vor allem über automatisch beschickte Feuerungsanlagen zu erwarten.

Ökologische Aspekte

Bei der Verwertung von Holz zur Wärmeerzeugung sind sowohl mit der Brennstoffbereitstellung als auch mit dessen energetischer Nutzung ökologische Risiken verbunden. Die Gefahr eines zu hohen Nährstoffentzuges bei der Nutzung von Waldrestholz bzw. noch ungeklärte Emissionsbestandteile bei der Verbrennung von Holz geben Anlaß, dessen Nutzung im großen Rahmen kritisch zu betrachten. Bedenkt man, daß sich beispielsweise nach [4] bei Nadelholz ca. 60% der Nährsalze (N, P, K, Ca, Mg) in den Nadeln und Ästen und ein beträchtlicher Teil in der Stammrinde befinden, stellt sich die Frage nach dem Verhältnis zwischen dem einzugehenden Risiko und dem erzielbaren Nutzen. Aus Untersuchun-

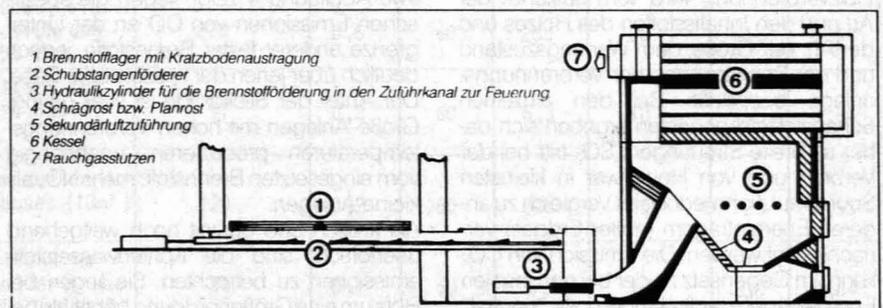


Abb. 1: Rostfeuerung (Quelle: Gutsch); Leistungsbereich von über 300 kW; Brennstoff: Rinde, Hackgut grob

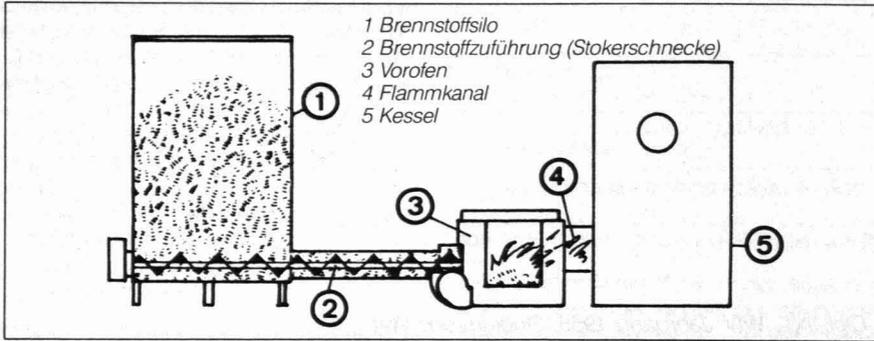


Abb. 2: Vorofenheizung mit Stokerzuführung (Quelle: W. Schwaiger, ÖKL); Leistungsbereich bis max. 200 kW; Brennstoff: Späne, Hackgut fein, Pellets

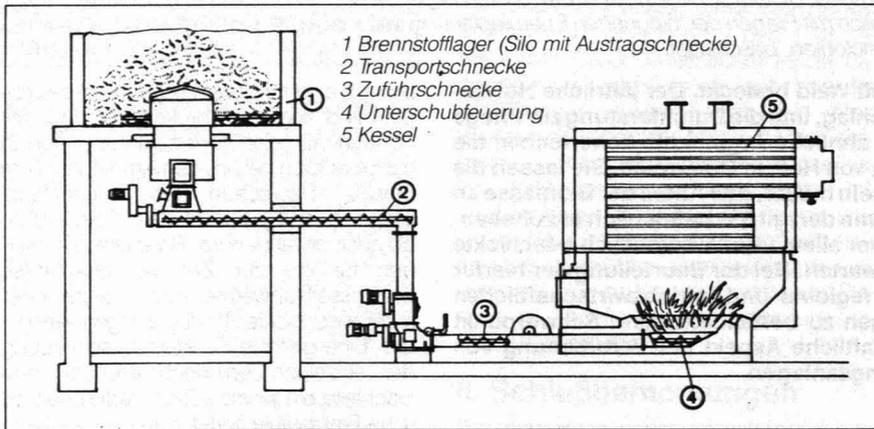


Abb. 3: Unterschubfeuerung (Quelle: Fröhling); Leistungsbereich von 20 kW bis mehreren MW; Brennstoff: Späne, Hackgut, Pellets

gen [5] geht hervor, daß die Entnahme von Wipfeln, Ästen und der Rinde nur um etwa ein Drittel mehr an Biomasse, jedoch einen um das Mehrfache erhöhten Nährstoffaustrag verursacht.

Neben den unmittelbaren Nährstoffverlusten durch die Entnahme können zusätzlich sekundäre Effekte, wie z.B. Verringerung des Humusvorrates, Zunahme der Erosion oder eine Verschlechterung des bodennahen Klimas, eintreten. Die Gesamtwirkung der Vollbaumnutzung ist in ihrer Komplexität noch nicht erkannt und bedarf noch weiterer, langfristiger Untersuchungen. Entnimmt man dem Wald mehr als zu dessen Pflege erforderlich wäre (notwendige Durchforstungsarbeiten zur Pflege des Waldes sind allerdings erheblich im Rückstand), müssen in jedem Fall mögliche Strategien zur Rückführung der Nährstoffe in den Wald überlegt werden.

Die Zusammensetzung der Abgase bei der Holzverbrennung wird vom Zustand, der Art und den Inhaltsstoffen des Holzes und der Art, der Größe, dem Wartungszustand und der Betriebsweise der Verbrennungsanlage beeinflusst. Bei den einzelnen Schadstoffkomponenten ergeben sich daher oft breite Streuungen. SO_2 tritt bei der Verbrennung von Holz zwar in kleinsten Spuren auf, kann jedoch im Vergleich zu anderen Energieträgern (außer Erdgas) vernachlässigt werden. Die Emission von CO_2 kann, im Gegensatz zu der bei den fossilen Energieträgern auftretenden, als "neutral" beurteilt werden: Bei der Entstehung von Biomasse wird etwa die gleiche Menge an

Emissionen Energie- träger	Emissionen				
	SO_2 kg/TJ ¹⁾	NO_x kg/TJ ¹⁾	CO kg/TJ ¹⁾	C_2H_6 kg/TJ ¹⁾	Staub kg/TJ ¹⁾
Steinkohle	550	50	5.500	200	200
Braunkohle	800	20	4.000	300	300
Briketts	350	20	4.000	300	100
Koks	500	70	6.500	10	50
Heizöl EL ²⁾	220	50	70	15	5
Heizöl L ³⁾	450	60	70	10	15
Gase	—	50	60	10 ²⁾	0,1
Holz	—	20	4.000	150	400

¹⁾ Bezogen auf den Energieträgereinsatz
²⁾ Davon ca. 75% CH_4 , ³⁾ Schwefelgehalt 0,5%
⁴⁾ Schwefelgehalt 1,0%

Abb. 4 : Emissionen verschiedener Energieträger nach [6] bei der Verbrennung in Etagen- und Zentralheizungsanlagen

Kohlenstoff durch Assimilation verbraucht, wie durch die Verbrennung freigesetzt wird. Wie Abbildung 4 zeigt, liegen die spezifischen Emissionen von CO an der Untergrenze anderer fester Brennstoffe, jedoch deutlich über jenen der Heizöle bzw. Gase. Der Anteil der Stickoxyde ist sehr gering. Große Anlagen mit hohen Verbrennungstemperaturen produzieren, unabhängig vom eingesetzten Brennstoff, mehr NO_x als kleine Anlagen.

Als kritisch und derzeit noch weitgehend unerforscht sind die Kohlenwasserstoffemissionen zu betrachten. Sie liegen bei Holz um eine Größenordnung höher als bei flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen, aber deutlich unter den Werten für Kohle.

Die in Abbildung 4 angegebenen Werte beziehen sich auf Kleinfeuerungsanlagen. Bei der Verbrennung in Großfeuerungsanlagen werden unabhängig vom Brennstoff, ermöglicht durch die aufwendige Technologie, in der Regel gegenüber Kleinanlagen bessere Emissionswerte erzielt (außer bei den Stickoxyden).

Regionalwirtschaftliche Aspekte

Ausgehend von den regionalen Umsätzen, welche durch die Bereitstellung des Energieträgers (Brennstoffhandel), durch die Errichtung einer Feuerungsanlage (bauliche und maschinelle Investitionen) oder durch den Betrieb einer Anlage (Verkauf von Wärme) entstehen, kann auf die Einkommenswirkung und damit auf die regionale Wertschöpfung geschlossen werden. Diese ist umso größer, je größer der Anteil der regionalen Eigenleistungen bei der Bereitstellung des Produktes »Wärme« ist: Dieser Anteil ist in der Regel bei der Wärmebereitstellung mittels Kleinfeuerungsanlagen (< 100 kW) größer als bei Großfeuerungsanlagen. Bei der Nahwärmeversorgung wird die Investition für die gesamte Anlage, außer den Umformeranlagen auf der Wärmeabnehmerseite, den Grabungsarbeiten und der Rohrleitungsverlegung meist mangels geeigneter Anbieter außerhalb, die Aufbringung des Brennstoffes innerhalb der Region getätigt. Die regionale Beschäftigungswirkung ist abhängig von der Art des verwendeten Brennstoffes. Während bei der Verwendung von Waldrestholz durch die notwendige Bringung und Aufbereitung zusätzliche Beschäftigung entsteht, ist bei Brennstoffen aus Sägerestholz keine zusätzliche Beschäftigung zu erwarten. Eine Untersuchung zu diesem Thema wird zur Zeit am Institut für Umweltforschung durchgeführt.

Betriebswirtschaftliche Aspekte

Ökologische und regionalwirtschaftliche Fragen im Zusammenhang mit der energetischen Nutzung von Restholz stellen sich in erster Linie den Entscheidungsträgern in den Gebietskörperschaften. Den Anlagenbetreiber selbst interessiert vor allem die betriebswirtschaftliche Komponente. Sie wird nachfolgend für drei Leistungsbereiche anhand typischer Einsatzfälle für Brennstoffe aus Restholz aufgezeigt und mit heizölbeheizten Anlagen verglichen. Als Berechnungsmethode wird der »Kostenfunktionsvergleich« und daraus abgeleitet das »Energetische Kostenäquivalent« herangezogen.

Kostenfunktionsvergleich

Die für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zugrundegelegten Kenngrößen sind die Jahresgesamtkosten K (öS/a) und die spezifischen Wärmebereitstellungskosten k (öS/kWh) in Abhängigkeit von den jährlichen Vollaststunden t (h/a). Diese Abhängigkeit erlaubt die Berücksichtigung verschiedener Nutzungsgewohnheiten und



läßt außerdem die Auswirkung von überdimensionierten Anlagen auf die Bereitstellungskosten anschaulich erkennen.

Bei den Jahresgesamtkosten unterscheidet man zwischen dem leistungsabhängigen Kostenanteil (fix), der sich aus der Multiplikation des Leistungsfaktors m (öS/kW.a) mit der installierten Kesselleistung P (kW) ergibt und dem arbeitsabhängigen Kostenanteil (variabel), der das Produkt aus dem Arbeitsfaktor n (öS/kWh) und der jährlich erzeugten Nutzenergie A (kWh/a) ist. Die spezifischen Wärmebereitstellungskosten k ergeben sich aus der Division der Jahresgesamtkosten K durch die Nutzenergie A . Der Wert von m wird bestimmt durch die Höhe der Verzinsung und der Abschreibung der Investitionskosten, den Personal-, Instandhaltungs- und Betriebsmittelkosten. Der Wert von n ist abhängig vom Preis des verwendeten Brennstoffes und dem Nutzungsgrad der Anlage. Bei allen Anlagen sind die Instandhaltungs- und Betriebsmittelkosten mit je 1% der Investitionssumme berücksichtigt. Weiters ist bei der Berechnung der Kapitalkosten (Abschreibung und Verzinsung) bei einer Lebensdauer von 15 bzw. 20 Jahren (maschinell; baulich) eine 8%-ige Verzinsung angenommen. Die durchschnittlichen Nutzungsgrade gehen mit $\eta = 0,65 \pm 5\%$ bei der Holzvariante und mit $\eta = 0,75 \pm 5\%$ bei der Ölvariante für alle Leistungsbereiche einheitlich in die Rechnung ein. Weitere, dem Kostenfunktionsvergleich zugrundegelegte Annahmen, sind in Abbildung 5 dargestellt.

Aus den einzelnen Kostenfaktoren lassen sich die jährlichen Gesamtkosten K wie folgt ermitteln:

$$K = m \cdot P + n \cdot A \quad (\text{öS/a})$$

$$\text{Daraus ergibt sich mit } t = A/P \text{ (h/a)}$$

$$K = (m + n \cdot t) P \quad (\text{öS/a})$$

$$\text{oder spezifisch mit } k = K/A \quad (\text{öS/kWh})$$

$$k = m/t + n \quad (\text{öS/kWh})$$

Die graphische Darstellung der Ergebnisse

des Kostenfunktionsvergleiches für den Referenzfall (Holz) und den Vergleichsfall (Öl) im Leistungsbereich II zeigt Abbildung 6. Die berechneten Kosten (inkl. MWSt.) beziehen sich auf die Schnittstelle Kesselausgang, sie beinhalten nicht das Wärmeverteilsystem.

Für den vorliegenden Vergleich wurden als eine Möglichkeit der Parametervariation die Nutzungsgrade η um $\pm 5\%$ variiert. Betrachtet man bei der η -Variation die beiden Extremfälle, nämlich schlechter Nutzungsgrad für die Ölheizung und guter Nutzungsgrad für die Holzheizung (Punkt P1), bzw. den umgekehrten Fall, schlechter Nutzungsgrad für die Holzheizung und guter Nutzungsgrad für die Ölheizung (Punkt P2), so können für den Leistungsbereich II folgende Aussagen getroffen werden:

- die Holzheizung ist ab einer Volllaststundenanzahl von 1300 (P2) wirtschaftlicher;
- die Ölfeuerungsanlage ist bis zu einer Volllaststundenanzahl von 650 (P1) wirtschaftlicher;
- für durchschnittliche Nutzungsgrade bei beiden Heizanlagen ergibt sich bei 840 h/a (P) Kostengleichheit.

Bei der Annahme der Volllaststunden muß berücksichtigt werden, daß sich die in der Literatur angegebenen Werte auf richtig dimensionierte Anlagen beziehen. In der Praxis treten jedoch sehr häufig Überdimensionierungen auf, so daß mit um ca. 20% verminderten Werten gerechnet werden sollte. Die in Abbildung 7 zusammengefaßten Ergebnisse für alle betrachteten Leistungsbereiche zeigen:

- Die spezifischen Kosten verhalten sich gegenläufig zur Anlagengröße (sowohl bei Öl als auch bei Holz).
- Im Leistungsbereich zwischen 100 und 1000 kW ist unter den angenommenen Bedingungen die Wärmebereitstellung mit automatisch beschickten Holzfeuerungsanlagen günstiger.
- Im Leistungsbereich unter 100 kW sind

Holz und Öl praktisch kostengleich. Die Ursache liegt darin, daß sich automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen für den kleinsten Leistungsbereich (20 kW) von Anlagen größerer Leistung (100 kW) baulich und damit preislich kaum unterscheiden (hoher Fixkostenanteil).

Energetisches Kostenäquivalent

Eine weitere Möglichkeit, Anlagenvarianten zu vergleichen, aber auch eine Anlage optimal auszuwählen, bietet das "Energetische Kostenäquivalent" [7]. Dieses Verfahren, bekannt aus der großtechnologischen Energieerzeugung, geht von der Voraussetzung der Gesamtkostengleichheit aus. Es wird in Abhängigkeit von den Volllaststunden die mögliche Auswirkung einer Teilkostenänderung auf andere Kostenarten ermittelt.

Den Überlegungen liegt folgende Theorie zugrunde:

$$k_1 = m_1/t + n_1$$

Gesamtkosten für Variante 1

$$k_2 = (m_1 + \Delta m)/t + (n_1 + \Delta n)$$

Gesamtkosten für Variante 2

Bei Kostengleichheit gilt $\Delta k = k_2 - k_1 = 0$. Der sich daraus ergebende Quotient wird als "Energetisches Kostenäquivalent" bezeichnet.

$$\Delta m/\Delta n = -t = -tg\gamma$$

Die graphische Lösung dieses Zusammenhanges wird in Abbildung 8 für die im Leistungsbereich I dargestellten Varianten erläutert.

Die Verwertung von Holz zur Wärmeerzeugung in großem Rahmen ist mit ökologischen Risiken verbunden.

Auf der Abszisse wird der Arbeitsfaktor n (öS/kWh), auf der Ordinate der Leistungsfaktor m (öS/kW.a) aufgetragen. Wählt man maßstabsgerecht auf der Abszisse einen Nullpunkt NP und verbindet diesen mit dem auf der Ordinate aufgetragenen Wert

Leistungsbereich (kW)	Einsatzfall	verglichene Anlagen		Gesamtinvest. (Feuerg., Heizhaus, Lager) in 1000 öS	Personalkosten		Brennstoffkosten		m S/kWa	n S/kWh
		Feuerungsanlage Brennstoff	Brennstofflager		h/d	S/h	S/Einh.	kWh/Einh.		
I 400 - 1000	zweischichtig betr. Schulzentrum	Rostfeuerung 450 kW/Rinde (rm)	Zubau, einf. Ausführung (100 m ²)	1700	1,5	130	70	590	577	0,18
		Ölfeueg. 300 + 150 kW/Heizöl leicht (kg)	unterirdischer Öltank (80.000 l)	750	0,2	130	5,6	11,3	227	0,65
II um 100	größeres Gebäude im ländl. Raum	Vorofen Stoker (100 kW) Hackgut fein (rm)	Zubau, einf. Ausführung (50 m ²)	270	0,5	60	250	700	416	0,53
		Ölfeueg. 100 kW Heizöl extra leicht (l)	Öltank für (10.000 l)	97	0,2	60	6,3	10	153	0,84
III 15 - 40	Einfamilienhaus im ländl. Raum	Unterschubf. (25 kW) Hackgut fein (rm)	im Keller d. Hauses (10m ²)	120	0,2	60	200	700	725	0,53
		Ölfeueg. 25 kW Heizöl extra leicht (l)	Öltank im Keller d. Hauses (4000 l)	50	0,1	60	6,3	10	305	0,84

Abb. 5: Dem Kostenfunktionsvergleich zugrundegelegte Annahmen (Kostenangaben inkl. MWSt., Preisbasis Ende 1985)

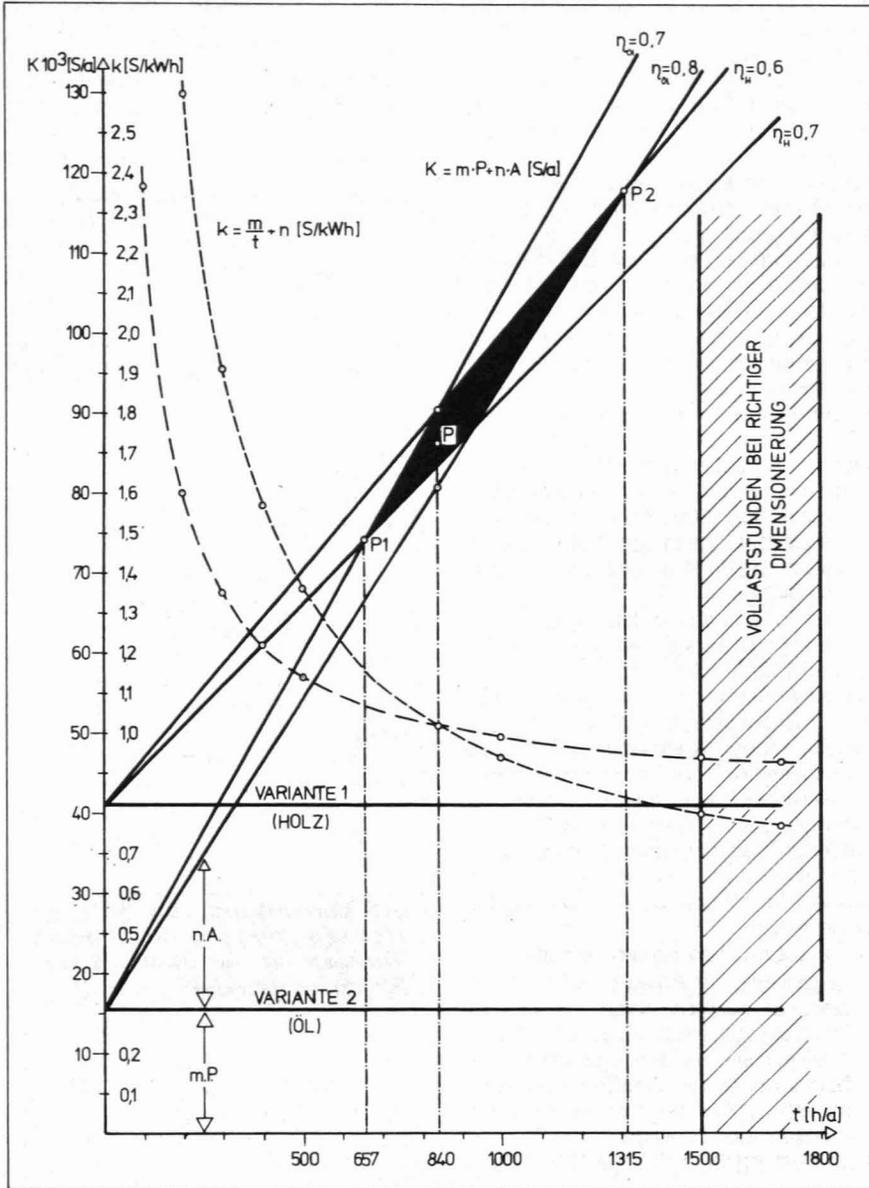


Abb. 6: Graphische Darstellung der Ergebnisse des Kostenfunktionsvergleiches für den Leistungsbereich II (um 100 kW). Die Kostenangaben beinhalten die MWSt.

Leistungsbereich (kW)	Volllaststunden t(h/a) bei Kostengleichheit für				spezifische Kosten bei t _m (€/kWh)	
	richtig dimens. Anlagen	η-01/min η-Holz/max (P1)	η-01/mittel η-Holz/mittel (P)	η-01/max η-Holz/min (P2)	Holz	Öl
I 400 - 1000	1300 - 1500	660	740	850	0,59	0,81
II un 100	1500 - 1800	650	840	1300	0,78	0,93
III 15 - 40	1500 - 1800	1130	1400	2100	0,97	1,02

Abb. 7: Ergebnisse des Kostenfunktionsvergleiches für alle betrachteten Leistungsbereiche, ausgedrückt durch die Volllaststunden bei Kostengleichheit für die Öl- und Holzvariante (spezifische Kosten inkl. MWSt.)

für m, erhält man eine Gerade mit der Neigung $\Delta m/\Delta n = -tg\gamma$ eine zweite Ordinate für die Werte von t. Die so erhaltene Gerade g (g) stellt die "Gerade der Kostengleichheit"

dar. Jede Kombination von m und n, die auf der Geraden zu liegen kommt, hat die gleich hohen Gesamtkosten. Nach der Wahl der gewünschten Volllaststunden verschiebt man die entsprechende Gerade so-

lange parallel, bis die erste und gleichzeitig kostengünstigste Variante auf ihr zu liegen kommt.

Unter der Annahme der Kostengleichheit von Holz- und Ölheizung sind folgende Aussagen möglich:

Leistungsbereich I (Abbildung 8)

- Die Holzheizung ist unter den angenommenen Bedingungen bei $t = 740$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, darüber ist Holz günstiger. Bei richtig dimensionierten Anlagen liegt der Wert für t bei einem angenommenen zweischichtigen Schulbetrieb zwischen 1300 und 1500 h/a.
- Die Holzheizung ist bei $t = 1300$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, wenn entweder der Preis für Heizöl leicht von 5,6 auf 3,8 (€/kg) (-32%) sinkt, der Nutzungsgrad der Ölanlage von $\eta = 0,75$ auf nicht möglich $\eta = 1,06$ steigt (P3) oder der Fixkostenanteil der Ölheizung von 102.000,- auf null (-100%) sinkt.
- Die Holzheizung ist bei $t = 1300$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, wenn der Preis für Rinde von 70,- auf 146,- (€/m) (+108%) steigt, der Nutzungsgrad der Rostheizung von $\eta = 0,65$ auf $\eta = 0,31$ sinkt (P4) oder die Fixkostenanteile der Rostheizung von 260.000,- auf 380.000,- (€/a) (+46%) steigen (P5).

Leistungsbereich II (nicht abgebildet)

- Die Holzheizung ist unter den angenommenen Bedingungen bei $t = 840$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, darüber ist Holz günstiger. Für richtig dimensionierte Anlagen liegt der Wert für t bei Ein- und Zweifamilienhäusern zwischen 1500 und 1800 h/a.
- Die Holzheizung ist bei $t = 1500$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, wenn entweder der Preis für Heizöl extraleicht von 6,3 auf 5,3 (€/l) (-16%) sinkt, der Nutzungsgrad der Ölanlage von $\eta = 0,75$ auf $\eta = 0,88$ (+17%) steigt oder der Fixkostenanteil der Ölanlage auf Null sinkt.
- Die Holzheizung ist bei $t = 1500$ h/a kostengleich mit der Ölheizung, wenn entweder der Preis für Hackgut fein von 250,- auf 305,- (€/rm) (+ 22%) steigt, der Nutzungsgrad der Vorofenanlage von $\eta = 0,65$ auf $\eta = 0,52$ (-20%) sinkt oder der Fixkostenanteil der Vorofenanlage von 41.000,- auf 61.000,- (€/a) (+48%) ansteigt.

Die Anlagen für den Leistungsbereich III (15 bis 30 kW) sind unter den angenommenen Bedingungen bei 1400 h/a praktisch kostengleich. Dies entspricht annähernd dem Wert für richtige dimensionierte Anlagen bei Ein- und Zweifamilienhäusern (1500—1800 h/a).

Schlußfolgerung

Die Vorteile einer stärkeren Nutzung des heimischen Energieträgers Holz durch die Verbrennung in automatisch besckickten Feuerungsanlagen sind gegeben durch

- eine Verminderung der Außenabhängigkeit,



- eine Verbesserung der Zahlungsbilanz,
 - eine Erhöhung des regionalen Einkommens,
 - einen betriebswirtschaftlichen Vorteil gegenüber der Ölheizung im Leistungsreich über 100 kW,
 - einen Anreiz zum Abbau von Durchforstungsrückständen und eine damit verbundene
 - Bonitätsverbesserung des Waldes.
- Die verwendeten Feuerungsanlagen für die betrachteten Einsatzfälle bis 1000 kW sind weitgehend ausgereift. Probleme, an deren Lösung noch gearbeitet wird und die derzeit einer umfangreichen Nutzung von Restholz zur Wärmeerzeugung entgegenstehen, sind

Für einen Leistungsbereich um 100 kW ist die Holzheizung ab einer Vollaststundenzahl von 1300 h/a wirtschaftlich.

- Fragen des Nährstoffentzuges bei der Nutzung von Waldrestholz,
- ungeklärte Emissionsbestandteile bei der Verbrennung von Holz (im besonderen die Kohlenwasserstoffemissionen),
- das Auftreten von Versorgungsschwierigkeiten bei Großabnehmern durch einen noch nicht vorhandenen Brennstoffmarkt,
- eine unklare Preisentwicklung beim Brennstoff.

Literatur:

- [1] LAUER, F.; FINK, R.; BRUNNER, N.: Erfahrungsbericht Holzverbrennungsanlagen; Institut für Umweltforschung, ifu-B-29-85, Graz 1985.
- [2] SCHWAIGER, W.: Hackschnitzelfeuerungen; ÖKL, Landtechnische Schriftenreihe 110, Wien 1983.
- [3] NOSSEK; JONAS; SCHÖRGHUBER: Holzheizen - Ein Energieschwerpunkt des Landes NÖ, Verlag für Baudokumentation, Wien 1986.

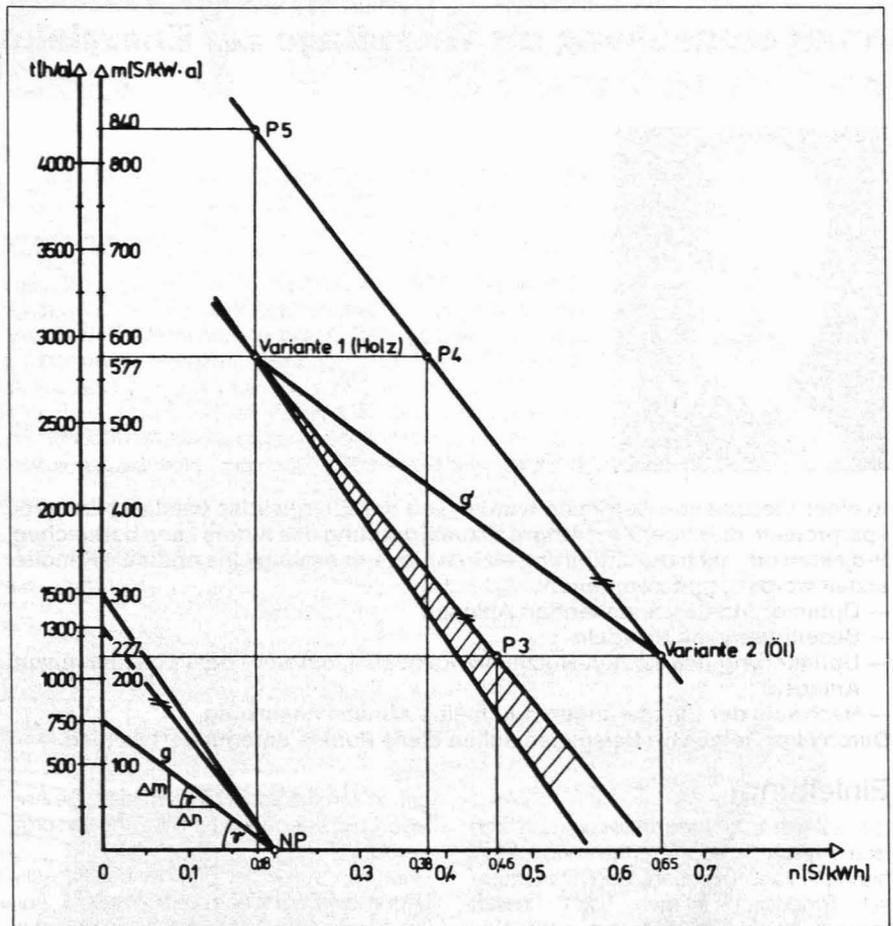


Abb. 8: Graphische Darstellung des "Energetischen Kostenäquivalentes" für den Leistungsbereich I (400 - 1000 kW) (inkl. MWSt.)

- [4] KNOFLACHER, H.M.; LAUER, M.; TRAUTMANSDORFF, K.E.: Umweltverträglichkeitsprüfung für Holznutzung, Institut für Umweltforschung, ifu-B-18-85, Graz 1985.
- [5] KRAPPENBAUER, A.: Holzrente, Biomassen- und Nährstoffaustrag, Hrsg. o. Prof. Dr. A. Krapfenbauer, Wien 1981.
- [6] Energiebericht und Energiekonzept 1984

der österreichischen Bundesregierung, Wien 1984.

- [7] MUSIL, L.: Allgemeine Energiewirtschaftslehre, Springer Verlag, Wien - New York 1972, S. 87.



AKTIVER UMWELTSCHUTZ.

Generell fungiert das Länderbank-Umweltreferat als Kommunikationsdrehscheibe zur Verwirklichung von umfassenden Umweltprojekten für Gewerbe und Industrie, um dem Investor einen sicheren Weg durch den Förderungsdschungel zu weisen, seine Vorhaben zu finanzieren und ihm technisches und wirtschaftliches Know-how (zum Beispiel betriebswirtschaftliche Analysen, Prognoserechnungen) zu vermitteln. Die Umweltreferenten haben zu allen für diese Bereiche in Frage kommenden öffentlichen und privaten Stellen jederzeit benützbare Kontakte, womit sie den Kunden ein effizientes und umfassendes Informationsnetzwerk zur Verfügung stellen können.

Rufen Sie bei Interesse das Umweltreferat der Länderbank. Tel. (0222) 66 24-4151 oder 41 55.

LÄNDERBANK