

Zur Situation des landwirtschaftlichen Energieverbrauchs in Bayern

Von Hermann Auernhammer und Friedrich Heins, Weihenstephan *)

Die Diskussion um und über die Energie nimmt heute auch in der Landwirtschaft einen breiten Raum ein. Vielfach werden dabei Statistiken zugrunde gelegt, die allerdings nur eine pauschale Auskunft geben können. Messungen in der Praxis sind dagegen begrenzt und Modellkalkulationen sind bekanntlich nur so gut, wie die darin getroffenen Annahmen und Unterstellungen.

Für den Bereich der Landwirtschaft in Bayern wurde deshalb in einer Repräsentativhebung versucht, exaktes Datenmaterial über die Ausstattung der Betriebe mit Elektroenergieverbrauchern und über den Gesamtverbrauch an Energie zu erhalten. Der nachfolgende Beitrag stellt daraus erste ausgewählte Ergebnisse vor.

The discussion on and for energy is taking up much space in all sectors including agriculture. It is frequently based on statistic that can only provide global information. Practical measurements, on the other side are limited and model calculations are as everybody knows just as good as are the underlying assumptions and suppositions.

A representative survey in the Bavarian agricultural sector was made to obtain exact data on to what extent farms are furnished with electrical energy consuming equipment and on the total consumption of energy. The following contribution presents first selected results.

Erhebungsablauf

Grundlage der Erhebung war die Gesamtheit aller 339 000, in der Gasöldatei Bayerns gespeicherten, Betriebe. Aus diesen wurden über einen Zufallsgenerator nach Gleichverteilung 1000 Einzelbetriebe ausgewählt. Für jeden Betrieb war dann vom örtlichen Berater für Landtechnik ein Fragebogen mit 630 Einzelpositionen auszufüllen und unter neutraler Bearbeitungsnummer dem Institut für Landtechnik Weihenstephan zu übersenden.

Durch den dadurch gewährleisteten Datenschutz und durch die fachkundige Erhebung in Form der Befragung ergab sich eine repräsentative Datengrundlage über:

- den Arbeitskräftebesatz und die Familienstruktur,
- die Bodennutzung und Verwertung des anfallenden Strohs,
- den Tierbestand von 1975 bis 1978,
- die Silagebereitungsart und die Trocknungsanlagen

sowie über:

- die einzelnen Energieverbraucher in Form von Elektromotoren mit Einfach- oder Mehrfachnutzung,
- den Elektroenergieverbrauch insgesamt für den Betrieb und
- über den Wärmeverbrauch des Haushalts gesondert.

Von den 1000 Fragebögen waren 806 oder entsprechend 80,6 % auswertbar. Die Daten wurden auf EDV-gerechte Datenträger gebracht und einer Vielzahl von Analysen unterzogen.

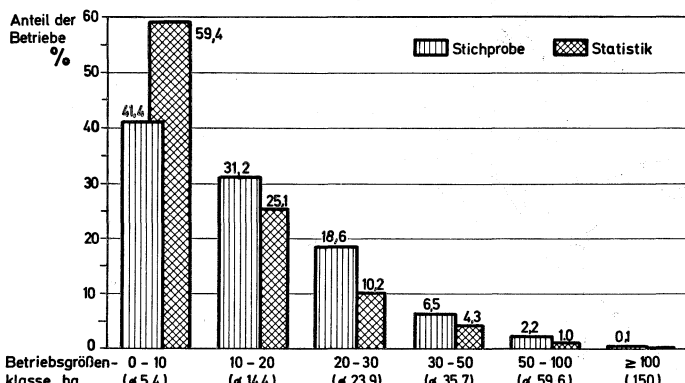


Abb. 1: Betriebsgrößenklassen und Häufigkeitsverteilung der Stichprobe im Vergleich zur Landesstatistik

*) Akad. Rat Dr. Hermann Auernhammer und Dipl.-Ing agr. Friedrich Heins sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Landtechnik Weihenstephan (Dir. Prof. Dr. H. L. Wenner).

Beurteilung der Stichprobe

Eine erste Analyse galt dem Vergleich der Stichprobe nach den erfaßten Betriebsgrößen mit den statistischen Werten des Statistischen Landesamtes für Bayern in München. Dabei (Abb. 1) zeigte sich eine brauchbare Übereinstimmung, auch wenn die Betriebe in der Klasse bis 10 ha und in der Klasse über 20 ha stärker vom statistischen Mittel abweichen. Eine engere Klassenwahl konnte bei diesem Vergleich aufgrund der dann zu gering werdenden Probanden je Klasse nicht gewählt werden.

Eine weitere Analyse galt der Einordnung der Betriebe nach ihren Standarddeckungsbeiträgen für die einzelnen Betriebszweige. Diese ermöglichten dann die Einordnung der Betriebe in:

- Futterbaubetriebe
- Veredelungsbetriebe
- Marktfrucht-
- und Gemischtbetriebe.

Auch bei diesen Kriterien ergab der Vergleich der Stichprobe mit der Statistik eine relativ gute Übereinstimmung.

Familienstruktur, Arbeitskräftebesatz und Arbeitszeitaufwand

Entsprechend der Fragestellung in den Erhebungsbögen ergab sich für Bayern eine überraschend hohe Anzahl an Personen auf den Betrieben (Tab. 1). So wohnen im Mittel auf jedem Betrieb 5,1 Personen. Einen Betriebsleiter gibt es in 89 % und eine Bäuerin ist nur noch auf 87 % der Betriebe anzutreffen. Ferner wohnt auf jedem Betrieb im Mittel eine Person, welche mit dem landwirtschaftlichen Betrieb selbst nichts zu tun hat.

Tab. 1: Personen- und Arbeitszeitanlagen in der Stichprobe

Merkmal	Betriebstyp				Gesamt-mittelwert
	Futterbau	Veredelung	Marktfrucht	Gemischt	
Mittlere Betriebsgröße (ha)	14,3	15,7	17,3	14,6	15,0
Personen auf dem Betrieb	5,1	5,6	4,8	5,6	5,1
Kinder 14 bis 18 Jahre	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
Kinder älter als 18 Jahre	0,5	1,0	0,3	0,6	0,5
Auszubildende	0,03	0,05	0,01	0,03	0,02
Fremdarbeitskräfte	0,02	-	0,13	0,10	0,06
andere Familienangehörige	1,3	1,2	1,0	1,3	1,3
Arbeitsaufwand in h/Jahr und Betrieb	3963	3994	3111	4381	3844

Entsprechend differenziert sind die Abweichungen bei den einzelnen Betriebstypen. Sehr deutlich hebt sich hierbei der Marktfruchtbetrieb von den restlichen Betriebstypen ab. Diese Feststellung gilt auch bei der pro Jahr zu leistenden Arbeitsstundenzahl. Allerdings fällt bei diesen - ausschließlich geschätzten Daten - die Gruppe der Gemischtbetriebe stärker aus dem Rahmen.

Ausstattung der Betriebe mit Elektroenergieverbrauchern

Als Hauptziel der Befragung galt die Ermittlung der Elektroenergieverbraucher in den Betrieben. Mehr als 60 verschiedene, in den Betrieben vorhandene Geräte wurden dabei vom Befragten erhoben, wobei bei einem Gang durch den Betrieb das spezifische Leistungsvermögen (kW-Zahl, Heizleistung und anderes) erfaßt wurde.

Ein wesentliches Merkmal war dabei die Mehrfachverwendung von Motoren, um damit nicht zu einem überhöhen Gesamtanschlußwert je Betrieb zu gelangen.

Bezogen auf die in vielen Betrieben eingesetzten Geräte ergab sich die Rangfolge nach Tabelle 2. Danach nehmen erwartungsgemäß die Vakuumpumpe und das Körnergebläse die Spitzenstellung ein. Unmittelbar darauf folgen jedoch schon die Hammerrmühlen und die Mahl- und Mischanlagen. Beide Gerätearten sind einzeln oder in der Gesamtheit sogar in mehr als zwei Dritteln aller Betriebe anzutreffen.

Indirekt sind nun mit diesen Geräten Bereiche der Produktion angesprochen, wie etwa die Futtereinlagerung, die Futteraufbereitung,

Tab. 2: Einsatzanteil der wichtigsten Geräte

Geräte	in % aller Betriebe
Vakuumpumpe (Melkmaschine)	68
Körnergebläse	59
Abladegebläse	57
Hammermühle	43
Jauchepumpe	40
Mahl-Misch-Geräte	26

Tab. 3: Anschlußwerte in einzelnen Bereichen der Produktion als gewichtete relative Anteile und als mittlere eingesetzte Gerätezahl mit der jeweiligen Anschlußwertsumme

Tätigkeitsbereich	gewichteter relativer Anteil am Anschlußwert %	eingesetzte Geräte	mittlere Summe der Anschlußwerte kW
Heueinlagerung	18	1,05	6,68
Getreide mahlen und mischen	15	1,11	5,37
Siloeinlagerung	12	1,23	7,92
Melken	8	1,73	2,99
Getreideförderung	7	1,07	3,15
Entmisten	7	1,13	3,70
Bearbeitung innerbetrieblicher Produkte wie Kartoffelsortieren, Musen, Kreissägen und sonstige	25	3,10	12,31

die Milchgewinnung und vieles andere mehr. Gerade deshalb kann eine Bereichsanalyse sehr wertvolle Hinweise liefern. Ähnlich wie bei den Einzelgeräten ergeben auch dabei nur wenige Bereiche eine hohe Erklärung für den Gesamtanschlußwert eines Betriebes (Tab. 3). Danach steht der Komplex der Heueinlagerung im Vordergrund. Er nimmt einen gewichteten Anteil von 18 % am Gesamtanschlußwert aller Betriebe ein und gliedert sich bei den eingesetzten Geräten in 75 % Abladegebläse, 17 % Kraneinsatz, 4 % Ballenbahnen und 4 % sonstige Geräte. Bezogen auf die absolut in den betreffenden Betrieben eingesetzten Geräte ist der Gesamtanschlußwert für die Heueinlagerung jedoch relativ niedrig. Die je Betrieb eingesetzten 1,05 Einzelgeräte benötigen etwa 6,7 kW Anschlußwert.

Kritischer ist dagegen die Situation bei der Siloeinlagerung. Dafür werden im Mittel 1,23 Geräte mit einem Gesamtanschlußwert von nahezu 8 kW eingesetzt.

Beide Bereiche erscheinen aber noch niedrig im Vergleich zur „Bearbeitung innerbetrieblicher Produkte“, also der Summe aus Schweißanlagen, Bohrmaschinen, Kreissägen, Musern und anderen mehr. Gerade diese Gruppe wurde in allen bisherigen Betrachtungen im Vergleich zu dieser Erhebung weit unterschätzt.

In diesem Zusammenhang interessieren nun die in Tabelle 4 aufgeführten Kenngrößen für den Gesamtgeräteanschlußwert pro Betrieb und für die Einzelverbraucher. Auch hierbei weicht der Marktfurcht-

Tab. 4: Gesamtgeräteanschlußwert je Betrieb, Zahl der Geräte je Betrieb und mittlerer Anschlußwert je Gerät in der Stichprobe

Merkmal	Betriebstyp				Gesamt-mittelwert
	Futterbau	Veredelung	Marktfurcht	Gemischt	
Gesamtanschlußwert je Betrieb (kW)	30,1	34,7	20,6	26,0	27,7
Anzahl der Elektrogeräte im Betrieb	7,9	7,5	5,5	7,1	7,3
Mittlerer Anschlußwert je Gerät (kW)	3,8	4,6	3,7	3,7	3,8

Tab. 5: Stromverbrauch je Betrieb und Jahr je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche

Merkmal	Betriebstypen				im Mittel aller Betriebe
	Futterbau	Veredelung	Marktfurcht	Gemischt	
Stromverbrauch je Betrieb und Jahr (kW)	7454,0	15667,0	8292,0	7707,0	7892,0
relativ zum Mittel (%)	94,5	198,5	105,1	97,65	100,0
Stromverbrauch je ha LF (kWh)	655,0	1181,0	950,0	808,0	753,0
relativ zum Mittel (%)	87,0	156,8	126,0	107,0	100,0

betrieb wieder sehr stark vom Mittel aller Betriebe ab. Er besitzt den geringsten Gesamtanschlußwert und er liegt im mittleren Anschlußwert je Gerät relativ günstig. Wie zu erwarten, hat dagegen der Veredelungsbetrieb den höchsten Gesamtanschlußwert und den höchsten Anschlußwert pro Gerät.

Gesamtstromverbrauch der Betriebe

Aus den aufgezeigten Ausstattungen der Betriebe, die hier nur sehr stark gekürzt [6] wiedergegeben werden können, leitet sich zwangsläufig der Stromverbrauch der einzelnen Betriebe ab. Er wurde in der Erhebung durch die Elektroenergieversorgungsunternehmen für die Jahre 1975 bis 1978 beigesteuert. Im Mittel verbraucht nach Tabelle 5 der landwirtschaftliche Betrieb in Bayern einschließlich Haushalt 7 892 kWh Strom pro Jahr. Allerdings ist dabei die Streuung – wie zu erwarten – sehr groß, denn hierin gehen die unterschiedlichen Betriebstypen, die verschiedenen Betriebsgrößen und die stark unterschiedlichen Ausstattungen der Haushalte mit Elektrogeräten ein.

Bezogen auf die Fläche wird deshalb die Streuung des Stromverbrauches schon stark eingeeengt. Sie beträgt nunmehr nur noch – 13 bis + 57 % innerhalb der einzelnen Betriebstypen. Jede kausale Analyse über die Höhe des Stromverbrauches einzelner Energieverbraucher muß jedoch an dieser Stelle unterbleiben.

Brennstoffverbrauch der Betriebe

Da eine Trennung in Haushalt und Betrieb ohne Einsatz getrennter Zählereinrichtungen nicht möglich ist, muß neben dem verbrauchten Strom der Brennstoffverbrauch erfaßt und analysiert werden.

Aufgrund der Umfrage betrug der Brennstoffverbrauch für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern 1978 42 716 kWh. Ein (geringer) Teil dieser Wärme kommt dem landwirtschaftlichen Betrieb zugute, da in einigen Fällen über die Hausheizung auch der Kuhstall mit warmem Wasser versorgt wird. Ein Einfluß auf den Gesamtbrennstoffverbrauch ließ sich allerdings mit den vorhandenen Daten real nicht nachweisen.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über den Gesamtbrennstoffverbrauch und die Häufigkeit der Verwendung einzelner Brennstoffe. Der Anteil der Betriebe mit Holzheizung (90,1 %) liegt wesentlich über dem des Heizölverbrauches (65,1 %). Die Bedeutung dieser beiden Brennstoffe für die Gesamtbrennstoffversorgung der landwirtschaftlichen Wohnhäuser Bayerns ist mit 47,6 % (Brennholz) und 45,2 % (Heizöl) etwa gleich hoch. Kohle trägt 6,9 % zur Deckung des Wärmebedarfs landwirtschaftlicher Wohnhäuser bei, während Erd- und Flüssiggas mit 0,3 % keine nennenswerte Bedeutung haben.

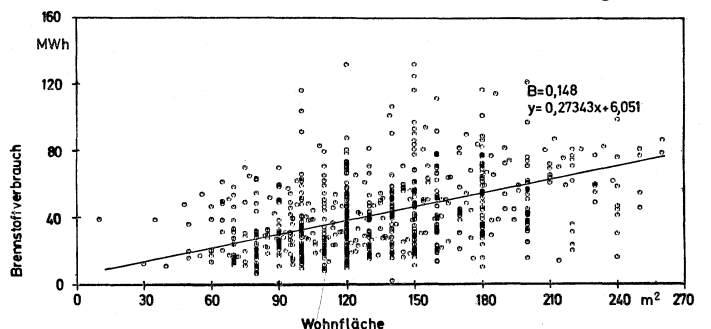


Abb. 2: Abhängigkeit des Brennstoffverbrauches von der Wohnfläche

Die Höhe des Brennstoffverbrauches hängt in erster Linie von der Wohnfläche und der Bauart und Heizleistung der Heizungsanlage ab. Tendenziell steigt natürlich der Brennstoffverbrauch mit zunehmender Wohnfläche an, durch lineare Regression konnte folgende Funktion ermittelt werden (Abb. 2):

$$Y = 273,4 X + 6051 \quad B = 0,148 \quad n = 794$$

Es bedeuten:

y = durchschnittlicher Brennstoffverbrauch je landwirtschaftliches Wohnhaus in kWh

X = durchschnittliche Wohnfläche je landwirtschaftliches Wohnhaus in m²

B = Bestimmtheitsmaß

n = Zahl der ausgewerteten Fälle

Ausgehend von 6051 kWh ist mit einer Zunahme des Brennstoffverbrauches von 273,4 kWh je m² Wohnfläche zu rechnen. Diese Funktion vermag allerdings nur 14,8 % der Gesamtstreuung zu er-

Tab. 6: Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns

Brennstoff	relative Häufigkeit der Verwendung %	durchschnittlicher Brennstoffverbrauch in landw. Wohnhäusern Bayerns (nur Werte > 0)			
		\bar{x} kWh	s kWh	95%-Vertrauensbereich von... kWh	bis... kWh
Heizöl	65,1	29661	37707	26413	32909
Erd- und Flüssiggas	8,8	1514	1289	1207	1821
Kohle	36,9	7983	8596	6998	8968
Brennholz	90,1	22559	17095	21308	23810
alle Brennstoffe	100,0	42716	32668	40448	44985

klären. Der relativ geringe nicht erklärte Rest von 6051 kWh weist dennoch darauf hin, daß die Wohnfläche die vermutlich wichtigste Größe ist, die den Wärmebedarf eines Wohnhauses beeinflusst.

Die Möglichkeit der Verwendung von verschiedenen Brennstoffen hängt weitgehend von der Bauart der installierten Heizungsanlage ab. Zentralheizkessel sind zu unterscheiden in

- Spezialölkessel
- Spezialfeststoffkessel
- Doppel- oder Wechselbrandkessel

Die Eigenschaften von Heizöl und Festbrennstoffen sind so verschieden, daß Kompromisse in der Regel einen etwas schlechteren Wirkungsgrad nach sich ziehen. Einzelöfen sind häufig nicht für alle Festbrennstoffe ausgelegt (etwa Spezialkohlekessel). Da jedoch in jedem Raum ein Ofen installiert werden muß, sind in einem Wohnhaus durchaus mehrere Brennstoffe in Einzelöfen verwendbar. Für landwirtschaftliche Wohnhäuser Bayerns ist die Situation in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Tab. 7: Installierte Heizungsanlagen und verwendete Brennstoffe in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978 in %

verwendete Brennstoffe	Bauart der Heizungsanlage			Summe
	Zentralheizung	Zentralheizung und Einzelöfen	Einzelöfen	
Heizöl	6,7	0,7	2,0	9,4
Heizöl und Festbrennstoffe	10,3	9,7	35,3	55,3
Festbrennstoffe	6,9	2,8	25,6	35,3
Summe	23,9	13,2	62,9	100,0

In Bayern sind noch 62,9 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit Einzelöfen ausgestattet, nur in 23,9 % aller Fälle wird ausschließlich zentral geheizt, 13,2 % besitzen eine Zentralheizung kombiniert mit einem oder mehreren Einzelöfen. Während Zentralheizkessel überwiegend auch mit Heizöl betrieben werden, herrscht bei den Einzelofenheizungen die Verwendung von Festbrennstoffen eindeutig vor. Gibt es beide Heizungssysteme im Wohnhaus, werden besonders häufig mehrere Brennstoffe eingesetzt. Ein typisches Beispiel einer Kombination beider Heizungssysteme stellt ein zentralbeheiztes Wohnhaus mit einem Kachelofen dar.

Die Beeinflussung des Brennstoffverbrauch von der Art des installierten Heizungssystems läßt Abbildung 3 erkennen. Danach wird in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit 62848 kWh/a nahezu doppelt so viel Wärme benötigt wie in mit Einzelöfen beheizten Wohnhäusern (31 548 kWh/a). Auch in Wohnhäusern mit kombinierten Heizsystemen orientiert sich der Brennstoffverbrauch

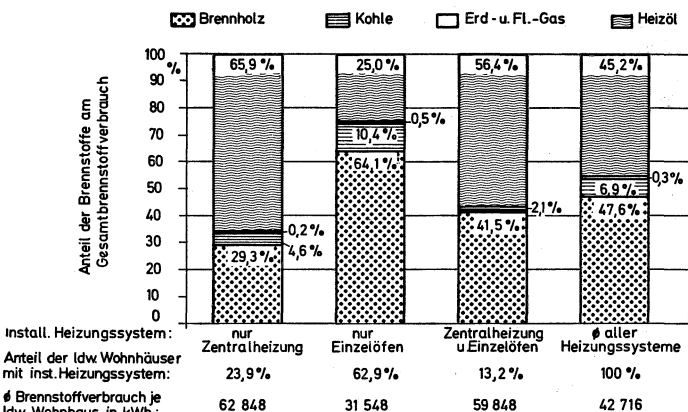


Abb. 3: Anteile der einzelnen Brennstoffe am Gesamtverbrauch in Abhängigkeit vom Heizungssystem

an den Werten für Wohnhäuser mit Zentralheizung. Charakteristisch ist weiterhin die verwendete Brennstoffart. In Wohnhäusern mit Einzelofenheizung deckt Brennholz 64,1 % des Wärmebedarfs, während in zentralbeheizten Gebäuden überwiegend Heizöl eingesetzt wird. Der absolut höchste Brennholzverbrauch (16,1 rm/a*) ist aber bei vorhandenen kombinierten Anlagen zu verzeichnen. Allerdings reicht auch diese Menge zur Deckung von 41,5 % des gesamten Brennstoffbedarfs.

Zentralheizkessel sind vorzugsweise in größeren Wohnhäusern installiert, was einen Teil der höheren Differenz im Brennstoffverbrauch zu einzelofenbeheizten Wohnhäusern erklärt. Ähnliches gilt für die Heizleistung. Die Unterschiede sind jedoch immer noch deutlich, wenn man Brennstoffverbrauch und Heizleistung auf die Wohnfläche bezieht. Zeile 4 und 5 der Tabelle 8 lassen erkennen, daß mit dem Übergang von Einzelofen- auf Zentralheizung der spezifische Brennstoffverbrauch von 281,2 kWh/m² Wohnfläche auf 412,3 kWh je m² Wohnfläche, also um etwa 47 %, zunimmt. Die spezifische Heizleistung (Tab. 8, Zeile 5) verdoppelt sich sogar.

Tab. 8: Brennstoffverbrauch in Wohnhäusern mit Einzelöfen und Zentralheizung und deren wichtigste Einflußgrößen

Merkmal	Einheit	Wohnhäuser			Mittelwert aller landw. Wohnhäuser in Bayern
		Zentralheizung	Einzelöfen	Einzelöfen und Zentralheizung	
Brennstoffverbrauch	kWh	62848,0	31548,0	59848,0	42716,0
Heizleistung	kW	44,8	16,7	45,3	29,3
Wohnfläche	m ²	156,3	122,7	158,6	138,6
spez. Brennstoffverbrauch	kWh/m ²	412,3	281,2	397,2	327,8
spez. Heizleistung	W/m ²	288,4	142,8	297,3	209,2

Nach Erfahrungswerten der Heizkesselhersteller kann der jährliche spezifische Brennstoffverbrauch eines Einfamilienhauses mit 120 m² Wohnfläche mit etwa 41 l Heizöl je m² Wohnfläche veranschlagt werden, bei größeren Wohnhäusern liegt er niedriger. Ein Vergleich mit den entsprechenden Zahlen der Tabelle 8 zeigt nahezu identische Werte für zentralbeheizte Wohnhäuser (41,2 l Heizöl je m² und Jahr bei zentralbeheizten Wohnhäusern). Bei Umstellung von Einzelöfen auf Zentralheizung ist mit einer weiteren Zunahme des Brennstoffverbrauches landwirtschaftlicher Betriebe zu rechnen. Die hohen Preissteigerungsraten für fossile Brennstoffe werden mit Sicherheit Auswirkungen auf die Art des installierten Kessels haben. Die Verwendung von Festbrennstoffen, insbesondere Holz, wird zunehmen, wobei auch Holzreststoffe, deren Ernte und Nutzung bisher als unwirtschaftlich galt, verwertet werden. Ob dadurch die als Brennstoff verfügbare Holzmenge zunimmt, hängt auch davon ab, inwieweit sich die Verwertung des Holzes im Klein- und Privatwald an ökonomischen Gesichtspunkten orientiert. LAMMEL und PLOCHMANN [5] stellten im Rahmen einer (allerdings nicht repräsentativen) Befragung fest, daß sich die Nutzung des Klein- und Privatwaldes vorwiegend nach dem Eigenbedarf richtet (Selbstversorgungsprinzip). Insbesondere in waldreichen Gebieten ist das für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehende Holzpotential erheblich. KROTH [4] hält eine Intensivierung der Waldnutzung für möglich, da in Bayern der Holzvorrat je ha Waldfläche (rund 290 m³ Holz) gegenwärtig noch zunimmt. Eine Steigerung des Brennstoffeinsatzes in landwirtschaftlichen Betrieben Bayerns muß daher nicht zwangsläufig mit einer Zunahme des Heizöl- und Kohleverbrauches gekoppelt sein.

*) 1 rm Brennholz $\hat{=}$ 1550 kWh

Literatur Bücher sind mit ● gezeichnet

- [1] ● A y i k, M.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung. Dissertation, Weihenstephan 1975
- [2] G ö t z, W.: Untersuchungen des Elektrizitätseinsatzes in landwirtschaftlichen Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland. Diplomarbeit: Institut für Landtechnik, Weihenstephan 1975
- [3] ● v. H e y l, L.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Rinder- und Schweinehaltung. Dissertation, Weihenstephan 1975
- [4] K r o t h, W.: Das potentielle Heizholzangebot der Bundesrepublik Deutschland. Beitrag in Heizen mit Holz, Hrsg.: Solentec GmbH, Postfach 4, 3404 Adlebsen, S. 1-33, 1980
- [5] ● L a m m e l, R.; R. P l o c h m a n n: Die Nutzung des Kleinprivatwaldes in Ostbayern und Perspektiven ihrer künftigen Entwicklung. Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München, Nr. 34, 1976
- [6] M e i e r, N.: Untersuchungen über die Ausstattung landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern mit Elektroenergieverbrauchern in Abhängigkeit von Betriebstyp und Standort. Diplomarbeit: Institut für Landtechnik, Weihenstephan 1980
- [7] N. N.: Erfahrungswerte bei Beheizung von Einfamilienhäusern einschließlich Warmwasserbereitung über Kesselgröße, Kohlen- bzw. Heizölmenge/Jahr.