

Institut für Landtechnik

BRENNSTOFFVERBRAUCH IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN WOHNHAUSERN BAYERNS UND  
MÖGLICHKEITEN DER WÄRMEBEDARFSDECKUNG DURCH STROH UND HOLZ

Friedrich Heins

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Landwirtschaft und  
Gartenbau der Technischen Universität München zur Erlangung des  
akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften  
genehmigten Dissertation

Vorsitzender: Prof. Dr. Steinhauser  
1. Prüfer: Prof. Dr. Wenner  
2. Prüfer: Prof. Dr. Zapf

Die Dissertation wurde am 21.01.1983 bei der Technischen Universität  
München eingereicht und durch die Fakultät für Landwirtschaft und  
Gartenbau am 09.05.1983 angenommen.

## V O R W O R T

Die vorliegende Dissertationsarbeit wurde in den Jahren 1978 - 1982 am Institut für Landtechnik der Technischen Universität München durchgeführt. Sie entstand im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Bundesministeriums für Forschung und Technologie, in dem der Energieeinsatz der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland näher untersucht werden sollte.

Nach Abschluß der Arbeit möchte ich all denen danken, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. H.-L. Wenner für die Überlassung des Themas und die vielen wertvollen Hinweise, mit denen er mich unterstützte. Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. Zapf, der freundlicherweise die Aufgaben des zweiten Berichterstatters übernahm.

Zu danken habe ich weiterhin Herrn AOR Dr. A. Strehler für die wertvollen Anregungen und Hinweise, die wesentlich zum Gelingen beitrugen. Herrn AR Dr. H. Auernhammer und seinen Mitarbeitern danke ich für die tatkräftige Mithilfe bei der Bewältigung der EDV-Arbeiten.

Nicht zuletzt sei auch dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie den Beamten an den Landwirtschaftsämtern gedankt, ohne deren Mithilfe die Erhebung des Datenmaterials nicht durchführbar gewesen wäre. Die Fertigstellung dieser Arbeit war nur durch die finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie möglich, wofür an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Weihenstephan, im Januar 1983

Friedrich Heins

**Verwendete Abkürzungen und Formelzeichen****Verzeichnis der Abbildungen****Verzeichnis der Tabellen**

1	Einleitung	7
1.1	Problemstellung	7
1.2	Ziel der Arbeit	9
2	Stand des Wissens	10
2.1	Feststellung und Zuordnung des Energie- und Brennstoffverbrauches	10
2.2	Höhe des verfügbaren Potentials an Holz und Stroh	14
3	Methoden	18
3.1	Die Befragung als Methode zur Erfassung von Daten	18
3.2	Erstellung des Fragebogens	22
3.3	Auswahl der Betriebe	24
3.4	Erhebung der Daten	25
3.5	Aufbereitung der Daten	25
4	Darstellung der Stichprobe und Beurteilung durch Vergleich mit Werten aus der Agrar-Statistik	29
4.1	Verteilung der Betriebe nach Regierungsbezirken	31
4.2	Betriebsgrößenstruktur	32
4.3	Verteilung der Betriebe nach Betriebstypen	33
4.4	Höhe des Standardbetriebseinkommens	34
4.5	Boden Nutzung	37
4.6	Einfluß der "Ersatzbetriebe" auf die Repräsentanz der Stichprobe	40
5	Der jährliche Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern	42
5.1	Heizölverbrauch	48
5.2	Kohleverbrauch	49
5.3	Brennholzverbrauch	51
5.4	Sonstige Brennstoffe und deren Verbrauch	53
6	Einflüsse auf den Brennstoffverbrauch	54
6.1	Betriebsgröße	55
6.2	Standardbetriebseinkommen	58

	Seite
6.3 Wohnfläche und Anzahl beheizter Räume	60
6.4 Anzahl der Personen je Haushalt	64
6.5 Heizungssystem	67
6.6 Einfluß des Waldbesitzes auf den Brennholz- und Brennstoffverbrauch	76
6.7 Gleichzeitige Prüfung des Einflusses mehrerer Variablen auf den Brennstoff- und Brennholzverbrauch	79
6.8 Vergleich der Auswirkungen wichtiger Einflußgrößen auf den Brennstoff- und Brennholzverbrauch	82
 7 Potential an Holzreststoffen und Stroh in Bayern	 87
7.1 Potential an Holzreststoffen	88
7.1.1 Höhe des jährlichen Holzzuwachses	89
7.1.2 Gegenwärtige jährliche Holznutzung	91
7.1.3 Holzvorrat	92
7.1.4 Restholzpotential und Restriktionen für ihre Nutzung	93
7.2 Potential an Stroh	97
 8 Schätzung der Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Holz und Stroh in Bayern	 104
8.1 Methode	104
8.2 Hochrechnung des Brennstoffverbrauches	106
8.3 Möglichkeiten des Heizölersatzes durch Holz und Stroh	112
8.4 Energiebedarf und mögliche Energiebereitstellung durch Holz und Stroh in ausgewählten Kleinbezirken	115
8.4.1 Brennstoffverbrauch	116
8.4.2 Potential an Holz und Stroh	120
 9 Zusammenfassung	 123
10 Literaturverzeichnis	129
 Anhang	 135 - 155

Verwendete Abkürzungen und Formelzeichen

a	Jahr
B	Bestimmtheitsmaß
Efm m.R.	Erntefestmeter mit Rinde
Efm o.R.	Erntefestmeter ohne Rinde
FAK	Familievollarbeitskraft
$H_u$	unterer Heizwert
kJ	Kilojoule
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
$m^3$	$m^3$ Holz ohne Rinde $1\ m^3 = 1,4\ rm$
n	Anzahl
N	gegenwärtig jährliche Holznutzung
$P_H$	jährlich zusätzlich verfügbares Holzpotential
$P_R$	Restriktionen für die Nutzung des Holzpotentials
$P_J$	Petajoule ( $10^{15}\ J$ )
r	Regressionskoeffizient
$rm$	Raummeter Holz mit Rinde $1\ rm = 0,7\ m^3$
s	Standardabweichung
SKE	Steinkohleeinheit (8,14 kWh)
StBE	Standardbetriebseinkommen
StDB	Standarddeckungsbeitrag
$t_{atro}$	Tonne (absolut trocken)
V	Veränderung des Holzvorrates
Ws	Wattsekunde
$\bar{x}$	Mittelwert
Z	Zuwachs

Verzeichnis der Abbildungen

Nr.		Seite
1	Regionaler Strohanfall (dt/ha LF) in den Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1979	15
2	Planung, Durchführung und Auswertung der Umfrage	21
3	Aufbau des Fragebogens	22
4	Sortierung der landwirtschaftlichen Betriebe nach Betriebstypen	27
5	Auswahl der Repräsentativumfrage und Befragungserfolg	29
6	Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern nach Regierungsbezirken 1978 (Vergleich der Stichprobe mit der amtlichen Statistik)	31
7	Betriebsgrößenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern 1978 (Vergleich der amtlichen Statistik mit dem Umfrageergebnis)	32
8	Struktur des Standardbetriebseinkommens in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern (Vergleich der Stichprobe 1978 mit der amtlichen Agrarberichterstattung 1974)	37
9	Jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	44
10	Zusammensetzung des jährlichen Brennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	46
11	Durchschnittsverbrauch an Brennholz in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 720) (nur Fälle mit Brennholzverbrauch)	52
12	Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	55
13	Anteil verschiedener Energieträger am Gesamtbrennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, klassifiziert nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	57
14	Wohnfläche und Anzahl beheizter Räume in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 800)	60
15	Jährlicher Brennstoffverbrauch landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern 1978 in Abhängigkeit von der Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	63

### III

Nr.		Seite
16	Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit unterschiedlichen Heizungssystemen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	71
17	Spezifischer Brennstoffverbrauch in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der spezifischen Heizleistung (Ergebnis einer Umfrage, n = 176)	75
18	Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	83
19	Spezifischer Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	84
20	Jährlicher Brennholzverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 720)	85
21	Verwertung des in Bayern anfallenden Getreidestrohs 1979* (*Für 1978 liegen keine Regionalergebnisse vor)	99
22	Strohverwertung in Bayern 1978, klassifiziert nach Betriebsgröße und Betriebstyp (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)	101
23	Geographische Lage der hinsichtlich ihrer Energiebilanz betrachteten ausgewählten Kleinbezirke	115

Verzeichnis der Tabellen

Nr.		Seite
1	Preisindizes für Löhne, Erzeugerpreise und Vorleistungen in der Landwirtschaft (ohne MWSt) 1976 = 100	7
2	Gewinn und Arbeitsertrag landwirtschaftlicher Vollerwerbsbetriebe in Bayern 1974/75 - 1980/81	8
3	Energieeinsatz der privaten Haushalte 1978 für Heizen und Warmwasserversorgung in der Bundesrepublik Deutschland	11
4	Energieverbrauch in der landwirtschaftlichen Produktion und in landwirtschaftlichen Haushalten der Bundesrepublik Deutschland 1978 (Angaben z.T. geschätzt)	12
5	Brennstoffeinsatz für landwirtschaftliche Produktion und Haushalte der Bundesrepublik Deutschland 1980/81	13
6	Strohverwertung in der Bundesrepublik Deutschland 1977 und in Bayern 1974/75	16
7	Leistungsklassen und Standarddeckungsbeiträge im Landkreis Mühldorf 1976/79	28
8	Verteilung der auswertbaren Betriebe der Stichprobe nach Regierungsbezirken und Betriebs typen	30
9	Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern nach Betriebstypen 1978 (Vergleich der Stichprobe mit der amtlichen Agrarberichterstattung (41))	33
10	Durchschnittliches Standardbetriebseinkommen der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern, klassifiziert nach Regierungsbezirken und Betriebstypen (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)	35
11	Test der Unterschiede des Standardbetriebseinkommens landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern in verschiedenen Regierungsbezirken auf Signifikanz (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)	36
12	Bodennutzung in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern	38
13	In landwirtschaftlichem Besitz befindliche Waldfläche in Bayern, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Vergleich der Stichprobe 1978 mit der amtlichen Agrarberichterstattung 1977)	39
14	Vergleich der "Original-" und "Ersatzbetriebe" in der Stichprobe hinsichtlich Flächenausstattung und Bodennutzung	41
15	Heizwerte verschiedener Energieträger	42

Nr.		Seite
16	Häufigkeit der Verwendung verschiedener Brennstoffe zur Deckung des Wärmebedarfs landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	43
17	Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in den Regierungsbezirken auf Signifikanz	45
18	Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	47
19	Durchschnittlicher jährlicher Heizölverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Heizölverbrauch in Bayern 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 520)	48
20	Durchschnittlicher jährlicher Kohleverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Kohleverbrauch in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 295)	49
21	Struktur des jährlichen Kohleverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 295)	50
22	Verhältnis der landwirtschaftlich genutzten Fläche zu den Waldflächen in den Regierungsbezirken in Bayern 1977	52
23	Schichtung der Stichprobe nach Betriebsgröße	55
24	Test der Unterschiede des Brennstoffverbrauchs in den Betriebsgrößenklassen auf Signifikanz	56
25	Verwendung von Brennstoffen in landwirtschaftlichen Wohnhäusern nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	57
26	Jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach der Höhe des Standardbetriebseinkommens (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	58
27	Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauchs in den Standardbetriebseinkommensklassen auf Signifikanz	59
28	Test der Unterschiede der Wohnfläche in den Betriebsgrößenklassen auf Signifikanz (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	61
29	Jährlicher Brennstoffverbrauch und spezifischer Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	62
30	Test der Unterschiede des Brennstoffverbrauches in den Wohnflächenklassen auf Signifikanz	62

Nr.		Seite
31	Anzahl der in landwirtschaftlichen Haushalten in Bayern versorgten Personen 1978, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 797)	64
32	Test der Unterschiede der in landwirtschaftlichen Haushalten versorgten Personen in den Wohnflächenklassen auf Signifikanz	65
33	Endenergieverbrauch in privaten Haushalten und Verwendungszwecke 1975	65
34	Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern mit Heizungsanlagen 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	67
35	Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern mit Heizungssystemen, klassifiziert nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	68
36	Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern 1978 mit Heizungssystemen, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 787)	69
37	Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit Einzelöfen und Zentralheizung und deren wichtigste Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)	70
38	Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit verschiedenen Heizungsanlagen auf Signifikanz	73
39	Vergleich des jährlichen Brennstoff- und Brennholzverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben mit ohnd ohne Waldbesitz in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)	77
40	Partielle Korrelationskoeffizienten zwischen Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern und wichtigen Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 463)	79
41	Waldanteil (absolut und relativ) in Bayern und der Bundesrepublik Deutschland 1978	87
42	Blattmengen verschiedener Baumarten und damit geleistete Zuwächse	89
43	Jährlicher Volumenzuwachs im Wald in Bayern	90
44	Jährlicher Derbholzeinschlag in Bayern 1971 - 1979	91
45	Derbholznutzung in Bayern im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979	91
46	Holzvorrat in Bayern 1971	92
47	Jährliches Gesamtvolumen an Zuwachs, Einschlag und Veränderung des Waldbiomassevorrats	93

Nr.		Seite
48	Verfügbare Waldreststoffmengen in Bayern im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979	96
49	Verhältnis von Korn : Strohertrag der Getreidearten	97
50	Korn- und Strohertrag in Bayern 1979	98
51	Entwicklung der Strohverwertung in Bayern 1974 - 1978 (Angaben in %)	100
52	Außenlandwirtschaftlich nutzbares Getreidestrohpotential in Bayern 1979	102
53	Schichtung der landwirtschaftlichen Betriebe mit LF in Bayern nach Regierungsbezirken, Betriebsgröße und Betriebstyp 1979	105
54	Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Hochrechnung des Befragerergebnisses)	107
55	Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Betriebsgröße (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)	108
56	Gesamtbrennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach Betriebstypen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)	109
57	Jährlicher Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Wohnfläche (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)	110
58	Jährlicher Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Heizungssystemen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)	111
59	Jährlicher Brennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach Heizungssystem und Brennstoffen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)	113
60	Potential an Waldreststoffen und Getreidestroh und deren Energieinhalt	114
61	Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch in Privathaushalten 1978	117
62	Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch je landwirtschaftlichem Wohnhaus in drei ausgewählten Kleinbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)	117
63	Gesamtbrennstoffverbrauch in Wohnhäusern ausgewählter Kleinbezirke in Bayern	119
64	Potential an Stroh und Holz in ausgewählten Kleinbezirken in Bayern 1978	120

## 1 Einleitung

### 1.1 Problemstellung

Die Ausgaben für Energie erhöhten sich in den letzten Jahren gravierend. Auch in der Landwirtschaft wiesen die Preise für Energie die höchsten Steigerungsraten auf (46). Während nach Tabelle 1 die Preisindizes für Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel von 1976 - 1980/81 um durchschnittlich 16,8 % stiegen, erhöhten sich die Preise für verschiedene Energieträger um 15,4 % (elektrischer Strom bei Abgabe an den landwirtschaftlichen Betrieb) bis 107,8 % (Heizöl el).

Tabelle 1: Preisindizes für Löhne, Erzeugerpreise und Vorleistungen in der Landwirtschaft (ohne MWSt), 1976 = 100

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Index	1970/71	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81
Erzeugerpreise für ldw. Produkte	66,6	100,1	98,1	94,6	98,6	100,2
Löhne für alle Arbeiter in der Landwirtschaft	58,3	103,8	109,9	117,4	125,8	131,8
Einkaufspreise ldw. Betriebsmittel	69,0	102,5	101,3	102,4	109,7	116,8
davon: Brenn- u. Treibstoff	62,2	100,1	99,8	110,9	145,2	159,7
Heizöl el	48,0	100,2	97,2	125,3	196,0	207,8
Diesel	51,8	99,7	98,1	110,7	169,4	192,2
Motorbenzin	64,5	99,3	98,4	102,0	119,8	139,5
Schmierstoffe	70,4	100,8	103,1	105,0	112,6	121,1
elektr. Strom	65,3	100,3	101,6	106,7	107,5	115,4

Quelle: 46

Im Durchschnitt nahmen die Einkaufspreise für Brenn- und Treibstoffe (einschl. elektr. Strom) von 1976 - 1980/81 um 59,7 % zu. Diese Mehrkosten konnten nicht über höhere Erzeugerpreise kompensiert werden, die von 1976/77 - 1980/81 stagnierten, in den Jahren 1977/78 - 1979/80 sogar unter das Niveau von 1976 sanken (Tab. 1). Um Einkommensverluste möglichst zu vermeiden, waren eine Erhöhung der Produktion, der Arbeitsproduktivität und, wenn möglich, Ein-

sparungen an Betriebsmitteln notwendig. Daß Einkommensverluste der Landwirtschaft nicht vermeidbar waren, zeigte der Agrarbericht des Landwirtschaftsministeriums (40). Der Gewinn je Unternehmen stieg von 1974/75 - 1980/81 um nur 11,0 %, von 1979/80 auf 1980/81 fiel er sogar um 13,5 % auf 24.975,- DM (Tab. 2). Der Arbeitsertrag von 1980/81 mit 11.749,- DM je FAK (Familienvollarbeitskraft) war der geringste seit 1974 (Angaben in jeweiligen Preisen).

Tabelle 2: Gewinn und Arbeitsertrag landwirtschaftlicher Vollerwerbsbetriebe in Bayern 1974/75 - 1980/81

Spalte 1	2	3	4
Jahr	Gewinn Unternehmen DM	Gewinn FAK <sup>1)</sup> DM	Arbeitsertrag FAK DM
1974/75	22.496	18.907	11.873
1975/76	27.925	22.819	15.975
1976/77	23.785	18.997	12.304
1977/78	26.529	21.766	13.498
1978/79	28.499	22.834	13.677
1979/80	28.883	23.129	14.390
1980/81	24.975	20.810	11.749

1) FAK = Familienvollarbeitskraft

Quelle: 40

Nach WENNER (80) bieten sich beim Verbrauch von Diesalkraftstoff und elektr. Strom keine nennenswerten Ersatzmöglichkeiten an, Energiesparmaßnahmen in Höhe von 10 - 15 % scheinen dagegen durchaus möglich zu sein. Durch Nutzung von 20 % des jährlich aufwachsenden Strohs und des bisher in den Wäldern verbleibenden Abfallholzes könnte die Landwirtschaft mehr Wärmeenergie bereitstellen als sie verbraucht (80). WEIDINGER (77) sieht nur für den Bereich "Raumheizung" und "Pkw" nennenswerte Energieeinsparungsmöglichkeiten. Das Interesse am Einsatz von Holz, regional auch Stroh, als Brennstoff ist deshalb in den letzten Jahren auch stark gestiegen. In diesem Zusammenhang ist eine Information über den Wärmeverbrauch und die Möglichkeiten der Deckung durch Holz und Stroh notwendig. Bisher beruhte aber die statistische Erfassung und Zuordnung des Brennstoffverbrauches zum Teil auf Schätzungen (48, 79).

## 1.2 Ziel der Arbeit

In Zeiten niedriger Energiepreise wurde dem Brennstoffverbrauch in der Landwirtschaft keine besondere Bedeutung beigemessen. 1980/81 betrugen die Ausgaben in der Landwirtschaft (einschl. Haushalt) für Brennstoffe nach Schätzung von WENNER (79) ca. 29,5 % der Aufwendungen für Energie und erreichten damit die gleiche Größenordnung wie die Ausgaben für elektrischen Strom und für Dieselkraftstoff. Daher soll im Rahmen dieser Arbeit insbesondere der Brennstoffverbrauch, speziell in landwirtschaftlichen Betrieben Bayerns, näher untersucht werden. Eine Verbesserung dieser Basisdaten ist für die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Kalkulationen von Bedeutung. Prognosen über den Energieverbrauch besitzen gegenwärtig einen wesentlich höheren Stellenwert als noch vor wenigen Jahren.

Werte über den Energieverbrauch gewinnen wesentlich an Aussagekraft, wenn es gelingt, deren Einflußgrößen zu quantifizieren. Das gilt insbesondere dann, wenn die Feststellung der Einflußgrößen wesentlich einfacher ist als die erneute Erhebung des Brennstoffverbrauches, so daß eine Fortschreibung erleichtert wird. Der Darstellung des Einflusses wichtiger Merkmale auf den Brennstoffverbrauch landwirtschaftlicher Betriebe kommt deshalb in der vorliegenden Arbeit besondere Bedeutung zu.

Der Einsatz von Holz und Stroh als Brennstoff ist vorwiegend auf ländliche Gebiete beschränkt. Getreidestroh und Abfallholz stehen als Ersatzbrennstoff für fossile Energieträger zur Verfügung. Ihr Anfall ist regional sehr unterschiedlich, die Transportwürdigkeit dieser Reststoffe jedoch begrenzt. Es muß daher bezweifelt werden, daß das ermittelte Reststoffpotential tatsächlich als Brennstoff verfügbar ist. Eine Untersuchung in Kleinbezirken mit verschiedenen Nutzungsschwerpunkten soll hierüber näher Aufschluß geben.

Mit dem erarbeiteten Zahlenmaterial soll eine Hochrechnung des Brennstoffverbrauches durchgeführt werden. Ein Vergleich mit dem noch nutzbaren Potential an Holz und Stroh soll schließlich die in der Landwirtschaft noch vorhandenen Möglichkeiten zur Einsparung fossiler Brennstoffe aufzeigen.

## 2 Stand des Wissens

### 2.1 Feststellung und Zuordnung des Energie- und Brennstoffverbrauches

Im 19. Jahrhundert war Holz der Brennstoff schlechthin. Mit der Erschließung von preiswerten fossilen Energieträgern ging der Anteil des Holzes als Energielieferant jedoch schnell zurück (MANTEL 36), z.B. in Bayern von 85 % zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf 66 % im Durchschnitt der Jahre 1880 - 1884, 50 % im Durchschnitt von 1900 - 1930 und 30 % im Jahr 1955 (36). Inzwischen ist Holz als Energieträger in den meisten Industrieländern von untergeordneter Bedeutung, mit einer gewissen Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte und dem Waldanteil. So wurden z.B. in Schweden 1980 ca. 10 % des Primärenergiebedarfs durch Holz gedeckt (REY, zit. in STUDER, 72) während der Anteil in der Schweiz bereits 1975 nach AFFOLTER (1) nur bei 1,3 % lag. Die Auswirkungen einer Steigerung des Brennholzverbrauches auf den Primärenergieeinsatz der Schweiz bleiben beschränkt, da die jährlich nachwachsende Holzmenge nur einem Energieinhalt von etwa 10 % der jährlich importierten Heizölmenge entspricht (1).

Der Brennholzverbrauch wird in der Bundesrepublik Deutschland statistisch nicht mehr erfaßt. Der für 1978 ausgewiesene durchschnittliche Brennstoffverbrauch aller Privathaushalte von 29 103 kWh im Jahr 1978 (3) wurde zu mehr als 90 % durch Heizöl und Erdgas gedeckt. Die Übertragung dieser Ergebnisse auf landwirtschaftliche Haushalte ist problematisch, weil

- landwirtschaftliche Wohnhäuser Ein- oder Zweifamilienhäuser sind, die, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Wohnfläche, bei sonst gleicher Bausubstanz eine größere Wärmemenge benötigen als Mehrfamilienhäuser;
- die Anzahl der Personen in landwirtschaftlichen Haushalten größer als im Bundesdurchschnitt ist, da 1- und 2-Personen-Haushalte auf landwirtschaftlichen Betrieben selten sind (48).

Ein Vergleich des Energieeinsatzes für Heizen und Warmwasserversorgung in privaten Haushalten mit unterschiedlicher sozialer Stellung des Haushaltvorstandes (48) zeigt starke Abweichungen der Heizgewohnheiten in landwirtschaftlichen Haushalten gegenüber anderen (Tabelle 3). Nur in 40 % aller landwirtschaftlichen Haushalte wurde 1978 ausschließlich mit Öl geheizt,

36,3 % verwendeten ausschließlich Festbrennstoffe, 28,6 % heizten mit mehreren Energiearten. In allen anderen Haushalten hatte die Ölheizung eine wesentlich größere Bedeutung, während der Anteil der Haushalte mit ausschließlicher Verheizung von Festbrennstoffen zwischen 4,4 und 14,5 % lag.

Tabelle 3: Energieeinsatz der privaten Haushalte 1978 für Heizen und Warmwasserversorgung in der Bundesrepublik Deutschland

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Gegenstand der Nachweisung	Haushalte, die heizen, davon					
	zusammen %	nur mit Elektrizität %	Gas %	Heizöl %	festen Brennstoffen %	mit mehreren Energiearten %
nach der sozialen Stellung des Haushaltvorstandes						
Landwirt	99,8	(3,3)	(1,8)	40,0	26,3	28,6
Selbständiger	99,5	6,4	15,9	62,1	5,2	10,4
Beamter	99,6	7,4	21,8	56,4	4,4	10,0
Angestellter	99,6	8,8	21,0	55,4	5,3	9,5
Arbeiter	99,6	8,9	16,4	49,0	11,8	13,9
Nichterwerbstätiger	99,5	9,6	19,7	42,2	14,5	14,0
Haushalte insgesamt	99,6	8,8	18,6	48,7	11,0	12,9

Quelle: 48

Über den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Betrieben einschließlich Wohnhäuser gibt es keine fortlaufenden Statistiken. Im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (46) wird der jährliche Energieverbrauch nur für den Produktionsbereich Landwirtschaft, Garten- und Weinbau ausgewiesen. Deshalb wurde von verschiedenen Verfassern (34,72,74, 75,79) versucht, den Energie- und Brennstoffverbrauch auf landwirtschaftlichen Betrieben zu bestimmen. Nach ULLMANN (74) verteilte sich der Gesamtenergieverbrauch von 160 PJ (44 Mrd. kWh) zu ca. 51 % auf den Haushalt und zu ca. 49 % auf die landwirtschaftliche Produktion (Tierproduktion 9,7 %, Pflanzenproduktion 39,7 %, Tabelle 4). Der Hauptenergiebedarf des Haushalts lag in der Wärmeversorgung. Dafür wurden ca. 77,6 PJ (21,5 Mrd kWh) benötigt, das waren ca. 85 % des gesamten Wärmeenergieverbrauches bzw. 48,5 % des Gesamtenergieverbrauches in der Landwirtschaft.

Tabelle 4: Energieverbrauch in der landwirtschaftlichen Produktion und in landwirtschaftlichen Haushalten der Bundesrepublik Deutschland 1978 (Angaben z.T. geschätzt)

Spalte 1	2	3	4	5
Ort des Verbrauches	Energieträger	Energieverbrauch		
		Wärme 10 <sup>15</sup> J	Kraft 10 <sup>15</sup> J	Gesamt 10 <sup>15</sup> J
Pflanzliche Produktion	Treibstoff	-	56	56
	elektr. Strom	-	1,3	1,3
	Heizöl	6,2	-	6,2
Rindvieh	elektr. Strom	2,5	6,5	9,0
	Heizöl	0,1	-	0,1
Schweine	elektr. Strom	2,5	1,0	3,5
	Heizöl	0,4	-	0,4
Geflügel	elektr. Strom	0,2	0,6	0,8
	Heizöl	1,7	-	1,7
Tierische Produktion	elektr. Strom	5,2	8,1	13,3
	Heizöl	2,2	-	2,2
Haushalt	elektr. Strom	5,6	3,4	9,0
	Heizöl	63,0	-	63,0
	sonst. Brennst.	9,0	-	9,0
Landwirtschaft einschließlich Haushalt	Treibstoff	-	56,0	56,0
	elektr. Strom	10,8	12,8	23,6
	Heizöl	71,4	-	71,4
Gesamtenergieverbrauch		91,2	68,8	160,0

Quelle: 74

Von WENNER (79) wurde der Brennstoffverbrauch der westdeutschen Landwirtschaft 1980/81 anhand statistisch erfaßter Werte mit 19,9 Mrd kWh bestimmt und zu ca. 87,4 % dem landwirtschaftlichen Haushalt zugeordnet (Tab. 5). Kohle trug danach nur mit ca. 10,9 % (1,9 Mrd kWh) zur Wärmebedarfsdeckung der landwirtschaftlichen Haushalte bei.

Tabelle 5: Brennstoffeinsatz für landwirtschaftliche Produktion und Haushalte der Bundesrepublik Deutschland 1980/81

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Brennstoff	Einheit	landw. Haushalte Einheiten	Mrd kWh	landw. Produktion* Einheiten	Mrd kWh	insgesamt Einheiten	Mrd kWh
Heizöl	Mio l	1 550	15,5	250	2,5	1 800	18,0
Kohle			1,9				1,9
insgesamt			17,4		2,5		19,9

\* ohne Gartenbau, Forstwirtschaft und Fischerei, Angaben z.T. geschätzt

Quelle: 79

Die 1972 für das Forstwirtschaftsjahr 1971 durchgeführte Forstinventur lieferte auch Zahlen über den Holzeigenverbrauch der Waldbesitzer. Diese statistisch nicht erfaßte Holzmenge belief sich im Bundesgebiet auf 9 %, in Bayern auf 26 % des statistisch nachgewiesenen Einschlages (13). Da es sich um eine einmalige Erhebung handelte, läßt sich allerdings nicht feststellen, welchen Schwankungen diese Größen unterworfen sind.

Ein Indiz für eine starke Bedeutung der Feststoffheizung in landwirtschaftlichen Wohnhäusern stellte aber auch das Ergebnis einer Untersuchung von LAMMEL und PLOCHMANN (33) dar, die im Rahmen einer sozial-empirischen Erhebung im ostbayerischen Raum im Jahr 1976 einen Holzeigenverbrauch von ca. 2,0 Efm/ha und Jahr feststellten, wo hingegen die Holzaufkommensprognose von 1974 (84) lediglich 1,0 Efm/ha Holzeigenverbrauch unterstellte. Welcher Erhebung der höhere Wahrscheinlichkeitsgrad zuzumessen ist, muß offenbleiben (13). Im Rahmen der sozial-empirischen Erhebung (33) konnte weiterhin festgestellt werden, daß im ostbayerischen Raum ca. 1,25 Efm/ha schwacnholz nicht vermarktet wurden, sondern überwiegend Heizzwecken dienten.

MASCHER und BRABÄNDER (37) führten eine Studie über den Holzeinschlag und dessen Verwendung in Niedersachsen durch. Danach wurden im Durchschnitt ca. 5 rm Brennholz pro Jahr für die Wohnhausbeheizung eingesetzt, das entspricht einem Eigenverbrauch von 0,25 Efm/ha und Jahr, und liegt damit wesentlich niedriger als die Vergleichswerte in Bayern.

## 2.2 Höhe des verfügbaren Potentials an Holz und Stroh

Zum Ersatz fossiler Brennstoffe bietet sich in erster Linie Holz an, in geeigneten Feuerungsanlagen kann jedoch auch Stroh verheizt werden. WENNER (80) und STREHLER (69) sehen in diesen pflanzlichen Reststoffen die größten wirtschaftlich nutzbaren Energiepotentiale, die geeignet sind, fossile Brennstoffe zu ersetzen. Nach KROTH (30) deckte der inländische Holzeinschlag im Durchschnitt der Jahre 1976 - 1978 nur etwa die Hälfte des rechnerisch ermittelten Verbrauches. Andererseits gab es ein Überangebot an Schwachholz. Eine zunehmende Nutzung von Holz für Heizzwecke kann dazu beitragen, ange-sammelte Durchforstungsrückstände zu beseitigen und das bei der Waldflege anfallende Material sinnvoll zu verwerten (69). DAUBER et al (11) haben ermittelt, daß jährlich ca. 9,9 Mio t<sub>atro</sub> Holzmasse nicht verwertet werden, d.h. daß neben dem Einschlag von 13,4 Mio t<sub>atro</sub> noch ca. 74 % des Einschlags als Waldbiomasse anfällt. Nicht nur unter energetischen, sondern auch unter waldbaulichen Gesichtspunkten wäre die Ernte und Nutzung eines Teils dieser Biomasse wünschenswert (30). Schwerpunkte des Holzanfalls sind die Mittelgebirgslagen in Bayern sowie der Alpenraum

Auch das Strohaufkommen von ca. 27 Mio t/a (20) übersteigt in einigen Regionen die Möglichkeiten der sinnvollen Verwertung. Nach Abbildung 1 lassen sich folgende Regionen mit einem relativ hohen Strohanfall (über 30 dt/ha LF) abgrenzen (7, 21):

Niedersachsen:	Braunschweig-Hildesheimer Lößbördnen und das Leinebergland
Nordrhein-Westfalen:	Köln-Aachener Bucht sowie die Hellweg Börde und Südostwestfalen
Hessen:	Teile von West- und Nordhessen um Kassel, in Mittel- und Südhessen die Gegend vor Marburg und Gießen sowie die Wetterau

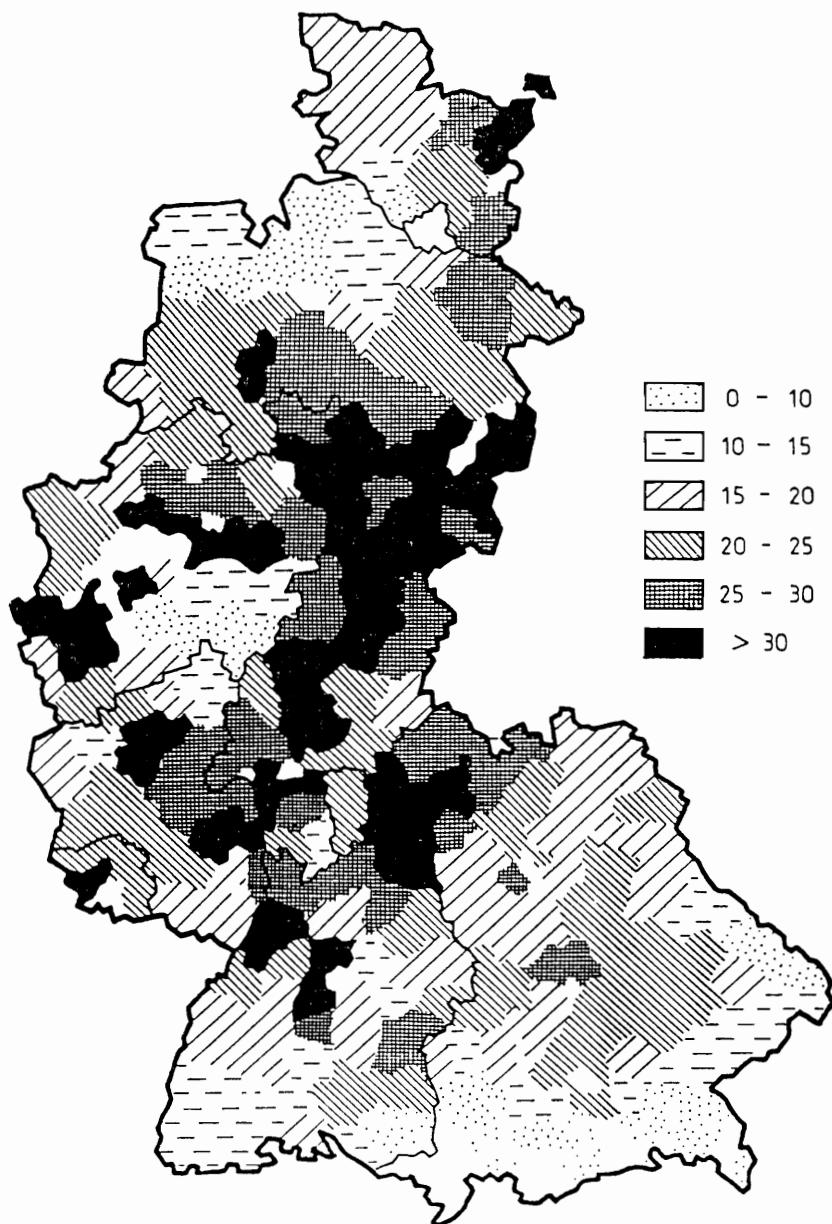


Abb. 1: Regionaler Strohanfall (dt/ha LF) in den Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1979

Quelle: 20

Rheinland-Pfalz: Teile der Rheinpfalz um Worms sowie die Gegend um Koblenz

Baden-Württemberg: Nordbaden-Tauberland sowie um Karlsruhe und Ludwigsburg

Bayern: Mainfränkische Platten und der Main Spessart Kreis

Die jährlich auf 1 ha aufwachsende Getreidestrohmenge entspricht nach STREHLER (70) einem Heizöläquivalent von bis zu 1 600 l, der Energieinhalt von 20 % des jährlichen Strohanfalles entspricht nahezu dem derzeitigen Heizölverbrauch auf landwirtschaftlichen Betrieben einschließlich Haushalt (68). Bisher wird jedoch nur ein geringer Teil des jährlichen Strohaufkommens zur Wärmeerzeugung verwendet. Einer Umfrage von STREHLER (71) folge wurden 1982 ca. 1 000 Feuerungsanlagen mit Stroh beheizt. Erhebungen über die Verwertung von Getreidestroh auf dem landwirtschaftlichen Betrieb (14, 55) lassen vermuten, daß in den Jahren 1974 - 1978 noch wesentliche Strohmengen als Überschuß betrachtet werden mußten (s. Tab. 6 ).

Tabelle 6 : Strohverwertung in der Bundesrepublik Deutschland 1977 und in Bayern 1974/75

Spalte 1	2		3
	Art der Strohverwertung	Bayern 1974/75	Anteil in % Bundesrepublik Deutschland 1977
eingestreut und verfüttert	48,5	55,5	
aufgeschlossenes Futterstroh	keine Angaben	0,1	
Pferdehaltung	keine Angaben	3,5	
auf dem Feld eingearbeitet	33,8	29,7	
auf dem Feld verbrannt	8,4	9,9	
Gartenbau	keine Angaben	0,4	
sonst. Verwertung*	4,2	0,9	
Verkauf	8,3	keine Angaben	

\* Exporte, Verluste, handwerkliche Erzeugnisse

Quelle: 14, 55

Nach einer von PERWANGER (55) durchgeführten Umfrage betrug die in Bayern aufgewachsene Strohmenge 1974/75 5,26 Mio t, HEISSENHUBER (20) ermittelte im Durchschnitt der Jahre 1978 - 1980 6,8 Mio t, deren Verwertung sich z. T. deutlich von den Werten des Bundesgebietes unterschied. Für Einstreu und Verfütterung wurde mit 48,5 % ein deutlich geringerer Anteil gegenüber der FAO-Studie (85) verwendet, dem Strohverkauf kam mit 8,3 % eine wesentliche Bedeutung zu. Bemerkenswert war der in beiden Untersuchungen mit 8,4 % bzw. 9,9 % hohe Anteil des auf dem Feld verbrannten Strohs. In den darauf folgenden Jahren wurde dieser Anteil durch gesetzliche Auflagen wesentlich verringert.

Da sich die Verwertung des Strohes in Bayern seit 1974/75 verändert haben dürfte, ist eine erneute Überprüfung erforderlich.

### 3 Methoden

Durch Ermittlung des Brennstoffverbrauches landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern einerseits und des Potentials an Holz und Stroh andererseits soll eine Aussage über mögliche Energieeinsparungen an fossilen Brennstoffen getroffen werden. Besondere Bedeutung ist der Erfassung der Einflußgrößen auf den Brennstoffverbrauch beizumessen, da diese in weiterführenden Arbeiten als Kalkulationsgrundlage dienen sollen. LAMMEL und PLOCHMANN (33) bevorzugten eine Interviewaktion mit standardisierten Fragebögen durch geschulte Interviewer als geeignete Erhebungsmethode. Auch MASCHER und BRABÄNDER (37) führten eine Umfrage unter Mithilfe von Forstbeamten durch, um den Eigenverbrauch an Brennholz im Kleinprivatwald Niedersachsens zu ermitteln. Diese Arbeiten lieferten zwar keine repräsentativen Ergebnisse, jedoch wertvolle Erkenntnisse über die Nutzung des Kleinprivatwaldes in Bayern und Niedersachsen. Die Aufgabenstellungen der vorliegenden Arbeit sind durch das vorhandene statistische Material nicht zu beantworten, es mußten also Daten erhoben werden.

#### 3.1 Die Befragung als Methode zur Erfassung von Daten

Befragungen können mündlich und schriftlich durchgeführt werden. Gegenüber der mündlichen Befragung bietet die schriftliche gewisse Vorteile:

- Es werden keine Interviewer benötigt, d.h. diese dazu noch teure Einflußquelle entfällt.
- Es entstehen keine Fahrtkosten, vergebliche Hausbesuche kommen nicht vor.
- Der Befragte kann ohne Zeitdruck antworten.

Die Nachteile einer schriftlichen Befragung sind jedoch gravierend:

- Eine i.a. niedrige Beantwortungsquote, die nach Auskunft des Institutes für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues der Technischen Universität München je nach Mitteleinsatz(Belohnung) zwischen 10 und 70 % liegt.
- Bestimmte Personenkreise tendieren dazu, derartige Fragebögen nicht zu beantworten und sind deshalb in der Auswertung unterrepräsentiert.

Die Entscheidung für eine Befragung fiel, nachdem das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten seine Unterstützung zugesagt hatte. Es wurde die Form der mündlichen Befragung gewählt, um die Gefahr einer geringen Rücklaufquote auszuschalten. Der Umfang des Fragebogens über den Brennstoffverbrauch mußte allerdings auf 3 Seiten beschränkt werden, da die Erfassung des Elektroenergieverbrauches und seiner Einflußgrößen bereits zu einem erheblichen Umfang des Fragebogens führte.

Die Interviews können mit standardisierten oder nicht standardisierten Fragebögen erfolgen. Ein standardisierter Fragebogen wird grundsätzlich bei schriftlichen Befragungen verwendet, Antworten sind bereits vorgegeben. Nicht oder wenig standardisierte Fragebögen sind flexibler einsetzbar und können auch unvorhergesehenen Antworten Rechnung tragen. Vorteile sind im wesentlichen:

- Die Fragen können "offen" formuliert werden, z.B. lautet eine offene Frage nach der Betriebsgröße eines Probanden: Wieviel ha LF hat der landwirtschaftliche Betrieb? Eine "geschlossene" Frage würde lauten: Hat Ihr landwirtschaftlicher Betrieb 0 - 10 ha, 10 - 20 ha, ... ?
- Es können feinere Nuancierungen festgehalten werden (wichtig z.B. für Regressions- und Korrelationsanalysen).

Nachteile sind:

- daß die Dauer des Interviews durch erhöhten Schreibaufwand in die Länge gezogen werden kann;
- daß das Phänomen des "selektiven Hörens" leicht auftreten kann, d.h. der Interviewer schreibt etwas nieder, was er "unbewußt" hören will;
- die Auswertung sich schwieriger gestaltet als bei Erhebungsmethoden, die eine Klassifizierung bereits vorgeben.

Bei Interviews mit standardisierten Fragebögen können diese Nachteile weitgehend ausgeschaltet werden.

Der im Rahmen dieser Arbeit verwendete Fragebogen war wenig standardisiert und ließ sogenannte "offene" Fragen zu. Es mußten überwiegend Tabellen mit Zahlen gefüllt werden. "Geschlossene" Fragen hätten den Umfang des Fragebogens wesentlich erhöht. Die Erhebung selbst erfolgte dankenswerterweise durch die Beamten der Landwirtschaftsämter, die fachlich qualifiziert waren, so daß zuverlässige Werte erwartet werden konnten. Trotzdem konnte ein Einfluß des Befragers nicht ausgeschlossen werden, jedoch bereitet die mathematische Feststellung dieses Einflusses häufig Schwierigkeiten (HYMAN, 24) und kann daher meistens nur beschrieben und geschätzt werden. Im Fall der vorliegenden Erhebung kann die durch die Befrager erzeugte Streuung als zufällig angesehen werden, da eine Vielzahl von Interviewern (die genaue Zahl der Befrager in den einzelnen Landwirtschaftsämtern war nicht bekannt) mit der Datenerhebung betraut war.

Die Organisation und Durchführung der Befragung gliederte sich in 4 Abschnitte (Abb. 2):

- Fragebogenerstellung
- Auswahl der Betriebe
- Erhebung der Daten
- Aufbereitung der Daten.

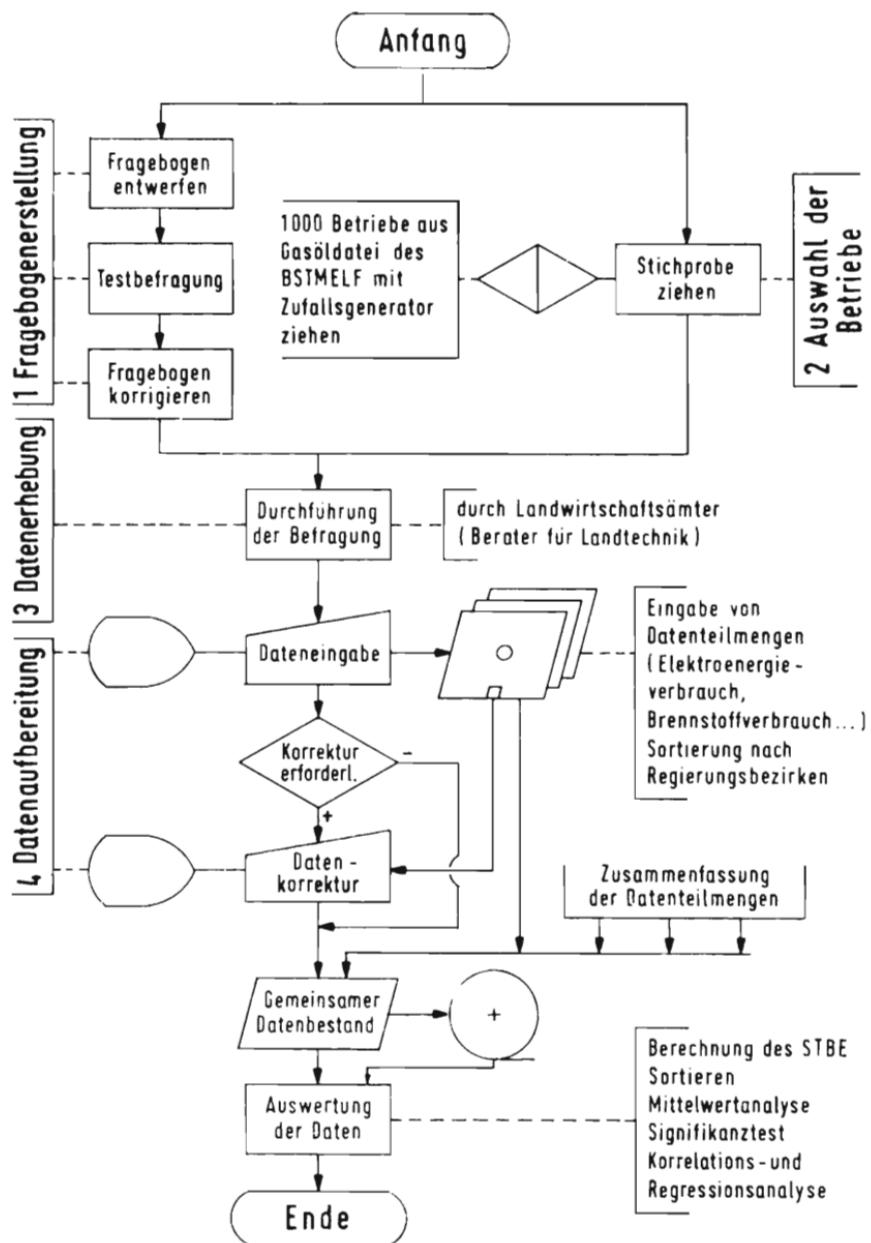


Abb. 2: Planung, Durchführung und Auswertung der Umfrage

### 3.2 Erstellung des Fragebogens

Neben den Daten über den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Betrieben sollten auch die Höhe des Elektroenergieverbrauches und dessen Einflußgrößen erhoben werden, wobei insbesondere die Erfassung der Mechanisierung der Innenwirtschaft viel Raum beanspruchte. Im Interesse einer zügigen Erhebung sollte jedoch der Umfang des Fragebogens so gering wie möglich bleiben. Es entstand ein Fragebogen, der in 4 Abschnitte eingeteilt war (Abb. 3 und Anhang 1):

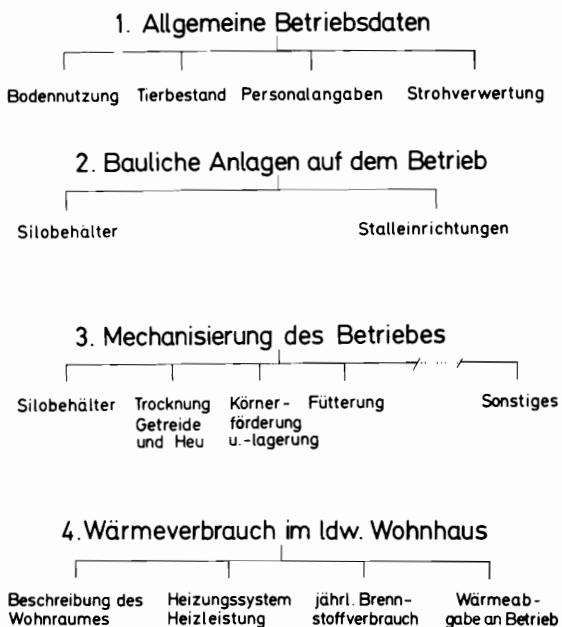


Abb. 3: Aufbau des Fragebogens

- Allgemeine Betriebsdaten:

Im wesentlichen wurde nach Bodennutzung, Waldfläche, Tierbestand sowie nach den auf dem Betrieb versorgten Personen gefragt. Einige Feldfrüchte wurden in Oberbegriffen zusammengefaßt, wie Früh- und Spätkartoffeln zu Kartoffeln und die einzelnen Getreidearten zu Getreide. Die Verwertung des jährlich aufwachsenden Strohs wurde ebenfalls erfaßt und sollte folgenden Nutzungsrichtungen zugeordnet werden: Einstreu, Einarbeiten, Verkauf, Verbrennen auf dem Feld, Nutzung zur Energiegewinnung, Sonstiges. Diese Daten dienten zum Teil auch der Kontrolle der Stichprobenqualität.

- Bauliche Anlagen:

Dieser Abschnitt war in erster Linie für die Auswertung des Elektroenergieverbrauches notwendig. Silobehälter sollten nach Art, Größe, Form und verwendetem Baumaterial beschrieben und die Art der Silage erfaßt werden. Die Mechanisierung der Futterernte hat einen wichtigen Einfluß auf den Elektroenergieverbrauch und die Ausstattung mit Elektromotoren in landwirtschaftlichen Betrieben. Für den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Betrieben ist sie weniger von Bedeutung (Ausnahme: Warmlufttrocknung von Heu).

- Mechanisierung der Innenwirtschaft:

Auch diese Informationen sollten in erster Linie erklärende Variable für die Höhe des Elektroenergieverbrauchs darstellen. Die einzelnen Elektroenergieverbraucher wurden 19 Bereichen zugeordnet:

Siloeinlagerung	Fütterung Rind
Siloauslagerung	Fütterung Schwein
Heueinlagerung	Fütterung Huhn
Heutrocknung	Fütterung Kalb
Heuauslagerung	Lüftung
Getreideförderung	Stallheizung
Getreide- und Maistrocknung	Bereich Huhn
Getreideverarbeitung	Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte auf dem Betrieb
Entmistung	

Für die Ermittlung des Wärmeverbrauches im landwirtschaftlichen Betrieb sind die Bereiche Heu-, Getreide- und Maistrocknung sowie Stallheizung wesentlich.

Keine Berücksichtigung fand im Rahmen dieser Erhebung der Kraftstoffverbrauch in der Landwirtschaft, da hierüber gesonderte Auswertungen mit anderem Datenmaterial (Gasöldatei) erfolgen sollen (s. SCHMITTINGER, 62).

- Spezielle Daten des Wärmeverbrauches im landwirtschaftlichen Wohnhaus: Neben der Höhe des Brennstoffverbrauches wurden auch wichtige Einflußfaktoren erfaßt, wie Wohnfläche, Raumhöhe, Anzahl der beheizten Räume und die Art des Heizungssystems. Sie sollten Ansatzpunkte für Prognosen über den zukünftigen Brennstoffeinsatz in landwirtschaftlichen Wohnhäusern liefern und Möglichkeiten der Brennstoffeinsparung bzw. des Er-satzes von fossilen Brennstoffen (insbesondere Heizöl) aufzeigen. Es erwies sich weiterhin als notwendig, die Wärmeabgabe an die landwirtschaftliche Produktion zu berücksichtigen, da es häufiger vorkommt, daß warmes Wasser zur Reinigung der Melkanlage und für die Kälbertränke über die Brauchwasseranlage des Wohnhauses bereitgestellt wird.

### 3.3 Auswahl der Betriebe

Als Grundgesamtheit für die Ziehung der Repräsentativstichprobe dienten die in der Datei für die Abrechnung der Gasölverbilligung erfaßten Betriebe. Nach SACHS (59) lassen nur Zufallsstichproben Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit zu. Die Auswahl der Stichprobe hat nach dem Zufallsprinzip zu erfolgen, d.h. daß "jede mögliche Kombination von Stichprobenelementen der Grundgesamtheit dieselbe Chance zur Entnahme besitzt" (59). Als Fehler tritt lediglich der unvermeidliche Zufallsfehler auf, während bei Verfahren ohne Zufallsauswahl noch methodische oder systematische Fehler hinzukommen, über deren Größe sich im allgemeinen keine Angaben machen lassen.

Zur Gewinnung von Zufallsstichproben bedient man sich im allgemeinen einer Tabelle von Zufallszahlen. Diese Zufallszahlen können beispielsweise von einem Zufallsgenerator erzeugt werden. Die durchnummerierten Elemente (das sind im vorliegenden Fall die landwirtschaftlichen Betriebe) gelten als gewählt, wenn ihre Nummer mit einer Zufallszahl übereinstimmt. Aus einer Grundgesamtheit von 339 000 landwirtschaftlichen Betrieben wurde auf diese Art eine Stichprobe  $n = 1\,000$  Betriebe gezogen. Diese Zahl war, bedingt durch den notwendigen Erhebungsaufwand und dessen Kosten vom Bay-erischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten als obere Grenze vorgegeben worden.

### 3.4 Erhebung der Daten

Vor der eigentlichen Erhebung wurde mit dem Erstentwurf des Fragebogens ein Test in 6 landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt, der Unklarheiten in der Fragestellung aufzeigen sollte. Die korrigierte, endgültige Fassung des Fragebogens wurde dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Verfügung gestellt, von wo aus er den jeweils zuständigen Landwirtschaftsämtern zugesandt wurde. Die Befragung selbst wurde im Zeitraum Herbst 1978 bis Juni 1979 von den Beamten der Landwirtschaftsämter durchgeführt.

Der Elektroenergieverbrauch der Betriebe in der Stichprobe wurde gesondert über die jeweils zuständigen Elektroenergieversorgungsunternehmen (EVU) ermittelt, die Werte waren allerdings nicht nach landwirtschaftlicher Produktion und Haushalt zu trennen.

Dagegen war eine Gliederung des Brennstoffverbrauches nach Verbrauchsschwerpunkten (landwirtschaftliches Wohnhaus, Getreidetrocknung, Stallheizung usw.) möglich. Eine feinere Zuordnung des Brennstoffverbrauches war dagegen häufig problematisch, weil eine Heizquelle gleichzeitig den Wärmebedarf mehrerer Bereiche befriedigen konnte (z.B. dient ein mit Festbrennstoffen gefeuerter Herd neben der Speisenzubereitung in erheblichem Umfang auch der Raumheizung, z.T. auch der Warmwasserversorgung).

### 3.5 Aufbereitung der Daten

Durch die gewählte Organisation der Befragung konnte eine Rücklaufquote von 80,6 % erzielt werden. Da pro Fragebogen mehr als 700 Einzelangaben möglich waren und somit über 560 000 Informationen verarbeitet werden mußten, war der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung unumgänglich. Die Daten wurden auf Disketten abgespeichert und nach Korrektur und Sortierung auf ein Magnetband überspielt, so daß die Auswertung am Leibniz-Rechenzentrum in München durchgeführt werden konnte.

Da aus Gründen des Datenschutzes der Landtechnik Weihenstephan die Betriebsnummern nicht zur Verfügung standen, wurde jeder Fragebogen nach Regierungs-

bezirk und Landkreis kodiert und die Betriebe innerhalb der Landkreise fortlaufend nummeriert. Es war also eine Klassifizierung nach Regierungsbezirken und Betriebsgröße möglich. Eine Klassifizierung nach Landkreisen hätte die Aussagefähigkeit wegen zu geringer Klassenbesetzungen stark eingeschränkt.

Um auch den Einfluß unterschiedlicher Betriebsorganisationen auf den Energieverbrauch untersuchen zu können, erfolgte eine Einteilung nach Betriebsarten. Die Zuordnung eines Betriebes zu einem Betriebstyp geschah aufgrund des Anteils des Standarddeckungsbeitrages (StDB) einzelner Betriebszweige am Gesamtstandarddeckungsbeitrag. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Bedingungen, die für die Zuordnung eines Betriebes zu einem Betriebstyp maßgebend sind. Grundlage für die Standarddeckungsbeitragsrechnungen waren die jährlich vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) herausgegebenen Ergebnisse der Statistischen Landesämter (50).

Der StDB jeder Produktionsrichtung wurde für 5 Leistungsklassen berechnet, die dann den Landkreisen zugeordnet wurden (s. Tab. 7). Die Klassenbesetzungen können in einzelnen Jahren größeren Schwankungen unterworfen sein, da nicht nur die Organisation des Betriebes, sondern auch die Produktpreise in die Berechnung eingehen. Um extreme Schwankungen einzelner Wirtschaftsjahre auszugleichen, ging der Durchschnittswert der Jahre 1976/77, 1977/78 und 1978/79 in die Berechnungen ein. Tabelle 7 zeigt die Berechnung des StDB am Beispiel des Landkreises Mühldorf.

#### Erklärung der Tabelle 7:

Die Spalten 2 - 4 zeigen die Leistungsklassen, die vom Bayer. Statistischen Landesamt (50) ermittelt wurden, die Spalten 5 - 7 die dazugehörigen StDB und die Spalte 9 die entsprechenden Mittelwerte der Jahre 1976 - 1979. Für die Zusammenfassung einiger Feldfrüchte zu Oberbegriffen waren Wichtungen (Spalte 8 der Tab. 7) entsprechend des Flächenanteils dieser Fruchttarten vorzunehmen, wie sie dem Bayer. Statistischen Jahrbuch (41) für alle Regierungsbezirke in Bayern zu entnehmen sind. Mittels eines von AUERNHAMMER (88) entwickelten Programms konnten nun die StDB einzelner Betriebszweige errechnet, zum Gesamtstandarddeckungsbeitrag aufsummiert und der jeweilige Betriebstyp bestimmt werden. Es erwies sich als zweckmäßig, sich bei der Zuordnung auf 4 Betriebstypen (Marktfrucht-, Futterbau-, Veredlungs-, Gemischtbetrieb) zu beschränken, da andernfalls die Gefahr bestand, daß aufgrund zu geringer Fallzahlen in einzelnen Klassen keine Aussagen mehr möglich waren.

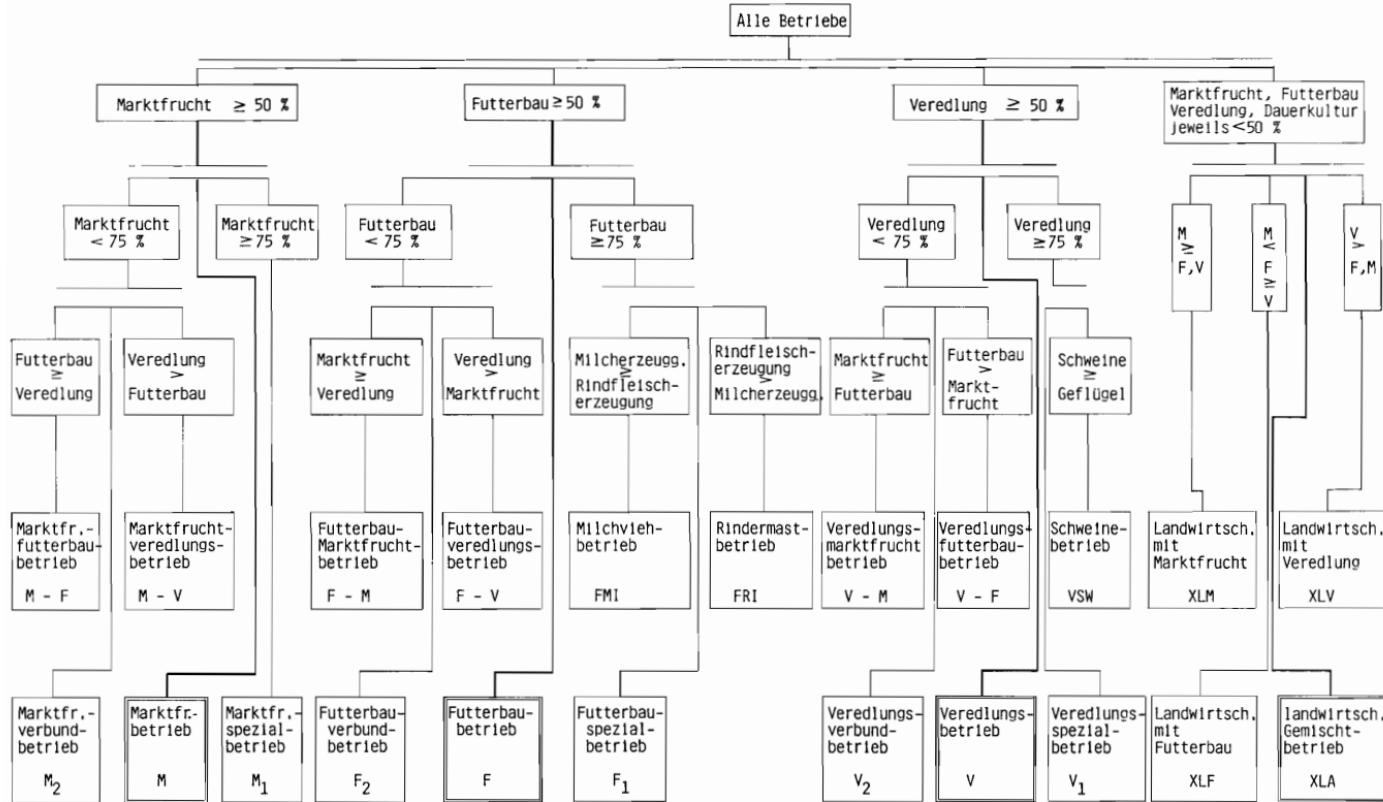


Abb. 4: Sortierung der landwirtschaftlichen Betriebe nach Betriebstypen

Tabelle 7: Leistungsklassen und Standarddeckungsbeiträge  
im Landkreis Mühldorf 76/79

	Leistungsklasse			Standarddeckungsbeitrag				Wäge- zahl	76/79
	76 77	77 78	78 79	DM/Tier und Jahr 76 77	77 78	78 79	DM/ha		
Mastbullen	4	4	4	558	498	543	1	533	
Färseen, weibl. Rinder	2	3	3	318	257	269	1	281	
Milchkühe und Kälber	2	3	3	1232	1689	1510	1	1476	
so. Rinder	2	3	3	303	392	375	1	357	
Zuchtsauen incl. Ferkel	2	3	2	595	724	401	1	573	
so. Schweine	2	3	2	108	137	99	1	115	
Legehennen - 1/2 Jahr	2	2	2	3,90	3,83	3,41	1	3,71	
W.-Weizen	4	3	4	1563	1322	1732	0,32		
S.-Weizen	4	4	5	1171	1404	1541	0,09		
W.-Roggen	4	3	4	1080	1018	1119	0,04		
S.-Roggen	4	4	5	793	909	1117	0,006		
W.-Gerste	4	3	4	1465	1351	1492	0,053		
S.-Gerste	4	4	5	1053	1059	1159	0,29		
Hafer	4	4	5	890	901	1301	0,16		
W.-Menggetreide	4	3	4	1308	980	1224	0,001		
S.-Menggetreide	4	4	5	946	931	1098	0,04		
Getreide gesamt							1	1263	
Körnermais	4	4	5	1306	1712	1760	1	1593	
Frühkartoffeln	3	5	3	4036	1568	913	0,062		
Spätkartoffeln	3	5	3	6471	2566	2481	0,938		
Kartoffeln							1	3736	
Zuckerrüben	4	2	1	3122	2953	2548	1	2874	
Waldflächen	5	5	5	393	444	444	1	427	

#### 4 Darstellung der Stichprobe und Beurteilung durch Vergleich mit Werten aus der Agrar-Statistik

Insgesamt konnten von 1 000 verschickten Fragebögen 806 ausgewertet werden, von denen allerdings 18,6 % von "Ersatzbetrieben" stammten (Abb. 5).

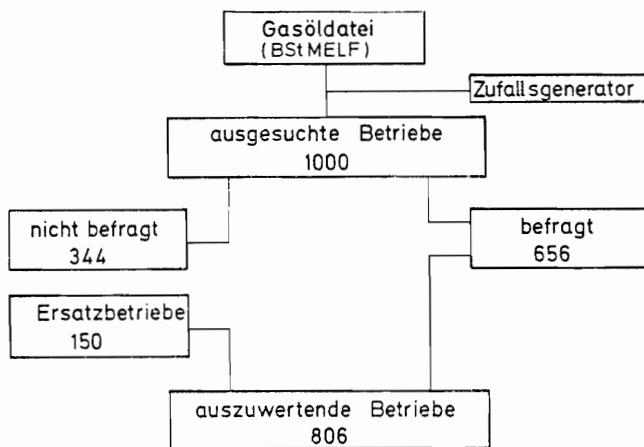


Abb. 5: Auswahl der Repräsentativumfrage und Befragungserfolg

Diese Diskrepanz ist im wesentlichen dadurch zu erklären, daß Adressen von landwirtschaftlichen Betrieben auch nach Aufgabe der landwirtschaftlichen Produktion noch 5 Jahre in der Gasöldatei gespeichert bleiben. In dieser Zeit sind noch Nachberechnungen und Rückforderungen möglich. Darüber hinaus sind auch Gartenbaubetriebe, Lohnunternehmer und andere, nichtlandwirtschaftliche Unternehmen, die Antrag auf Gasölverbilligung gestellt haben, enthalten. In diesen Fällen war die Befragung eines Ersatzbetriebes gestattet.

Etwa 45 % der auszuwertenden landwirtschaftlichen Betriebe waren den Regierungsbezirken Oberbayern und Niederbayern zuzuordnen, Oberfranken war mit 61 von 806 Betrieben der Regierungsbezirk mit dem geringsten Stichprobenumfang. Die Verteilung der befragten Betriebe auf Regierungsbezirke und Betriebstypen zeigt Tabelle 8.

Tabelle 8: Verteilung der auswertbaren Betriebe der Stichprobe nach Regierungsbezirken und Betriebstypen

Spalte 1	2	3	4	5	6
Regierungsbezirk	Betriebstyp				Stichprobe insgesamt
	Futterbau F	Veredlung V	Marktfrucht M	Gemischt XLA	
Oberbayern	145	4	20	20	189
Niederbayern	114	2	27	27	170
Schwaben	81	3	12	12	108
Oberpfalz	52	1	20	17	90
Oberfranken	35	2	17	7	61
Mittelfranken	52	5	20	22	99
Unterfranken	19	4	50	16	89
Bayern	498	21	166	121	806

Futterbaubetriebe waren in allen Regierungsbezirken am stärksten vertreten (Ausnahme: Unterfranken), 62 % der Stichprobe gehörten diesem Betriebstyp an. Den geringsten Anteil nahmen Veredlungsbetriebe mit ca. 2,6 % ein. Marktfrucht- und Gemischtbetriebe waren jeweils zu etwa 10 - 25 % in den einzelnen Regierungsbezirken vertreten. In Unterfranken dominierten eindeutig die Marktfruchtbetriebe.

Die Qualität einer Umfrage lässt sich durch einen Vergleich mit statistisch erfaßten Daten beurteilen. Wichtigste Quelle stellte in diesem Falle das Bayerische Statistische Jahrbuch (41) dar. In der folgenden Beschreibung wurden, soweit möglich, Werte der Stichprobe den Zahlen der amtlichen Statistik gegenübergestellt.

#### 4.1 Verteilung der Betriebe nach Regierungsbezirken

Die Verteilung der bayerischen landwirtschaftlichen Betriebe auf die einzelnen Regierungsbezirke wird aus Abbildung 6 deutlich. Die Säulen im Vordergrund repräsentieren die Anteile, wie sie der Statistik (41) zu entnehmen sind, während die Säulen im Hintergrund die Zuordnung der landwirtschaftlichen Betriebe zu den Regierungsbezirken aufgrund der Stichprobe darstellen.

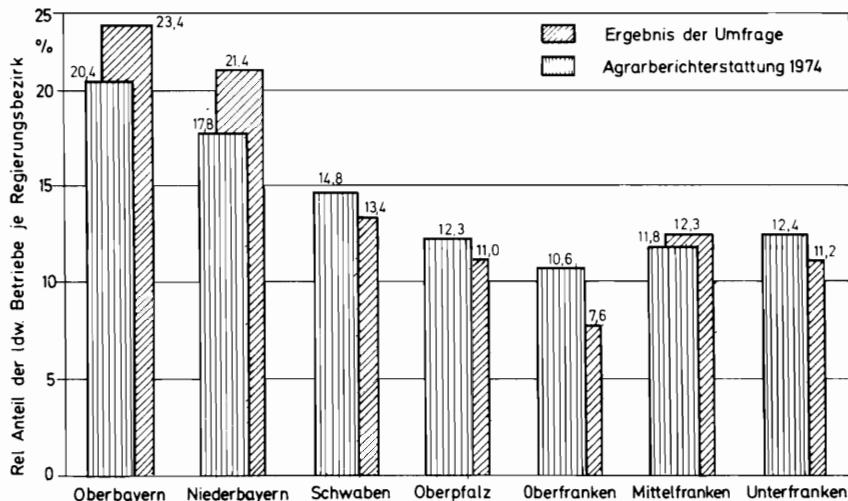


Abb. 6: Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern nach Regierungsbezirken (Vergleich der Stichprobe mit der amt. Statistik)

Quelle: 41

Größere Differenzen zwischen Werten der Statistik und der Stichprobe traten für die Regierungsbezirke Oberbayern (+ 15 %), Niederbayern (+ 18 %) und Oberfranken (- 29 %) auf. Sie lagen in den anderen Regierungsbezirken unter bzw. um 10 % und sind erklärbar durch nicht vollständige Zurücksendung der Fragebögen.

#### 4.2 Betriebsgrößenstruktur

Laut Statistik (41) betrug die durchschnittliche Flächenausstattung landwirtschaftlicher Betriebe 1977 in Bayern 11,99 ha LF (landwirtschaftlich genutzte Fläche) je Betrieb. Die Auswertung der Umfrage dagegen ergab für 1978 einen Wert von durchschnittlich 14,99 ha LF ( $s = 12,58$  ha), das entspricht einer Abweichung von ca. 25 %. Deutlich unterrepräsentiert waren die Betriebsgrößenklassen 0 - 2 ha LF und 2 - 5 ha LF, die Betriebsgrößenklassen 5 - 10 ha LF und 10 - 15 ha LF entsprachen etwa den Angaben des Statistischen Jahrbuches für Bayern 1980 (41). Landwirtschaftliche Betriebe mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von mehr als 15 ha LF besaßen in der Stichprobe einen deutlich höheren Anteil gegenüber statistischen Angaben (Abb. 7).

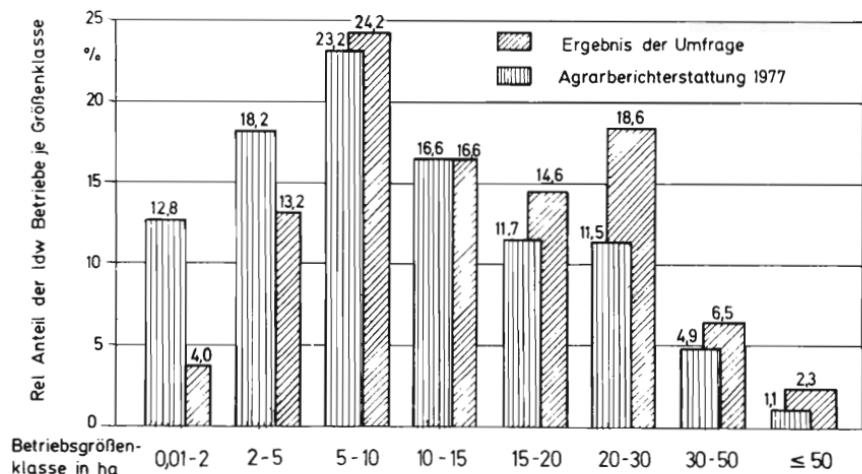


Abb. 7: Betriebsgrößenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern (Vergleich der amtlichen Statistik mit dem Umfrageergebnis)

Quelle: 41

Auch die Betriebsgrößenverteilung innerhalb der Regierungsbezirke zeigte ein ähnliches Bild. Die Betriebgrößenstruktur Ober- und Niederbayerns wies eine relativ gute Übereinstimmung von amtlicher Statistik und Umfrage auf (Ausnahme: Betriebsgrößenklasse unter 5 ha LF), in allen anderen Regierungsbezirken war die Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe der Stichprobe deutlich höher als die in der Agrar-Statistik (41). Hauptursache dieser Differenz dürfte die unterschiedliche Anzahl der in der Gasöldatei erfaßten und den im Bayerischen Statistischen Jahrbuch (41) ausgewerteten land- und forstwirtschaftlichen Betriebe sein: Während die Gasöldatei Bayerns im Jahr 1978 einen Bestand von 339 000 landwirtschaftlichen Betrieben aufwies, waren es im Bayerischen Statistischen Jahrbuch (41) 273 704 Einheiten.

#### 4.3 Verteilung der Betriebe nach Betriebstypen

Die Klassifizierung der Betriebe nach Betriebstypen zeigte eine gute Übereinstimmung zwischen Statistik (41) und der Stichprobe (Tab. 9).

Tabelle 9: Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern nach Betriebstypen 1978 (Vergleich der Stichprobe mit der amtlichen Agrarberichterstattung (41))

Spalte 1	2	3	4	5
Betriebstyp	Bayerisches Statistisches Jahrbuch		Stichprobe	
	Anzahl der Betriebe 1978	Anteil der Betriebe %	Anzahl der Betriebe 1979	Anteil der Betriebe %
Futterbau	163 774	59,8	498	61,8
Veredlung	5 920	2,2	21	2,6
Marktfrucht	58 952	21,5	166	20,6
Gemischt*	45 058	16,5	121	15,0
	273 704	100	806	100

\*Entsprechend der Klassifizierung in der Stichprobe wurden Gemischtbetriebe und sonstige zusammengefaßt.

Quelle: 41, eigene Berechnungen

Futterbau- und Veredlungsbetriebe waren geringfügig überrepräsentiert, während die Klassen der Gemischt- und Marktfruchtbetriebe um - 1,5 bzw. - 0,9 Prozentpunkte gegenüber der Agrar-Statistik abwichen.

#### 4.4 Höhe des Standardbetriebseinkommens (StBE)

Das StBE ist ein unter Verwendung statistischer Quellen berechnetes Einkommen zur Kennzeichnung der wirtschaftlichen Größe der Betriebe. Die Berechnung geht für jeden Betriebszweig von Standarddeckungsbeiträgen(StDB) je Flächen- bzw. Tiereinheit aus. Von der Summe der StDB des Betriebes werden zur Ermittlung des StBE die nicht zurechenbaren Spezialkosten und Gemeinkosten abgezogen und sonstige Erträge (z.B. Einnahmen aus Vermietung und Verpachtung) hinzugefügt (40). Für die Berechnung der Fest- und Spezialkosten wurden vom KTBL (32) in Abhängigkeit vom Betriebstyp folgende Funktionen angegeben:

##### Futterbaubetrieb

$$\text{unter } 100\ 000 \text{ DM StDB: } \lg y = 3,00 - 0,27 \times \lg x \quad (\text{Gl. 1})$$

$$\text{über } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = 347,46 - 30,31 \times \lg x \quad (\text{Gl. 2})$$

##### Veredlungsbetrieb

$$\text{unter } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = \frac{53\ 153,06}{87,62 + x} \quad (\text{Gl. 3})$$

$$\text{über } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = \frac{241,05 \times}{- 14,73 + x} \quad (\text{Gl. 4})$$

##### Marktfruchtbetrieb

$$\text{unter } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = 938,51 - 312,23 \times \lg x \quad (\text{Gl. 5})$$

$$\text{über } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = \frac{281,79 \times}{10,22 + x} \quad (\text{Gl. 6})$$

##### Gemischtbetrieb

$$\text{unter } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = 801,27 - 255,39 \times \lg x \quad (\text{Gl. 7})$$

$$\text{über } 100\ 000 \text{ DM StDB: } y = \frac{259,26 \times}{- 10,63 + x} \quad (\text{Gl. 8})$$

Es bedeuten:

$x$  = StDB in 1 000 DM

$y$  = Festkosten je 1 000 DM StDB

Das StBE errechnet sich nach Gleichung (9):

$$\text{StBE (in 1 000 DM)} = \text{StDB} - (y \cdot \frac{\text{StDB}}{1000}) \quad (\text{Gl. 9})$$

y = Festkosten je 1 000 DM StDB

Die mit Hilfe der Gl. (1) bis (9) ausgewertete Stichprobe wies ein durchschnittliches StBE von 19 853 DM je Betrieb auf. In Schwaben (25 658 DM StBE je Betrieb) und Oberbayern (23 208 DM StBE je Betrieb) waren die höchsten StBE festzustellen, Oberfranken, Niederbayern und Oberpfalz rangierten am unteren Ende der Rangliste. Ein Vergleich der Betriebstypen (Tab. 10) zeigte in Veredlungsbetrieben mit 29 730 DM StBE je Betrieb den mit Abstand höchsten Wert.

Tabelle 10: Durchschnittliches StBE der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern, klassifiziert nach Regierungsbezirken und Betriebstypen (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4
Auswahlkriterium	Klasse	StBE in DM/ Betrieb	Standardabweichung s
Regierungsbezirk	Oberbayern	23 208	26 824
	Niederbayern	15 673	18 841
	Schwaben	25 658	16 961
	Oberpfalz	16 157	14 075
	Oberfranken	14 803	12 010
	Mittelfranken	20 202	16 302
Betriebstyp	Unterfranken	20 707	20 749
	Futterbau	19 546	15 701
	Veredlung	29 730	31 324
	Marktfrucht	19 394	30 034
	Gemischt	20 048	16 469
	Bayern	19 853	20 151

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 11: Test der Unterschiede des StBE landwirtschaftlicher Betriebe in Bayern in verschiedenen Regierungsbezirken auf Signifikanz  
(Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
StBE je ldw. Betrieb in den Regierungs- bezirken	Nieder- bayern	Schwa- ben	Ober- pfalz	Ober- fran- ken	Mittel- franken	Unter- fran- ken	Bayern
Oberbayern	**	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.
Niederbayern		***	n.s.	n.s.	*	*	*
Schwaben			***	***	*	n.s.	**
Oberpfalz				n.s.	n.s.	n.s.	*
Oberfranken					*	*	**
Mittelfranken						n.s.	n.s.
Unterfranken							n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Diese Unterschiede wurden mit dem T-Test auf Signifikanz geprüft, mit dem Ergebnis, daß die Differenzen des StBE je landwirtschaftlichem Betrieb zwischen den Betriebstypen nicht signifikant sind. Dagegen lassen sich die Unterschiede zwischen den Regierungsbezirken mit dem höchsten durchschnittlichen StBE und denen mit dem niedrigsten deutlicher darstellen (Tab. 11).

Das StBE wird in statistischen Auswertungen gern zur Klassifizierung landwirtschaftlicher Betriebe herangezogen. Ein Vergleich der Klassenbesetzungen zwischen der Umfrage und der Statistik (41) zeigte, daß Betriebe mit einem StBE unter 10 000 DM in der Stichprobe zu gering, solche mit einem StBE mit mehr als 25 000 DM zu häufig vertreten sind. Das ist auch darauf zurückzuführen, daß kleine landwirtschaftliche Betriebe häufig keinen Schlepper haben und daher nicht in der Gasoldatei erfaßt sind. Immerhin erzielte etwa 1/3 aller landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern ein StBE von weniger als 6 000 DM/Betrieb (Auswertung der Umfrage) (s. Abb. 8).

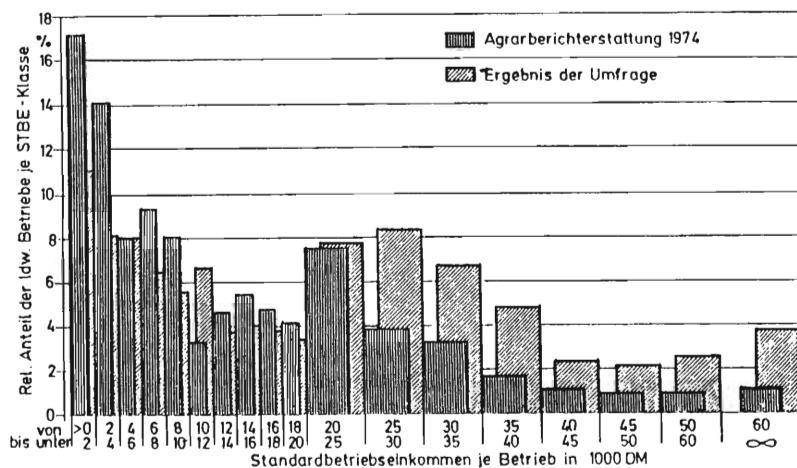


Abb. 8: Struktur des Standardbetriebseinkommens in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern (Vergleich der Stichprobe 1978 mit der amtlichen Agrarberichterstattung 1974)

Quelle: 41

#### 4.5 Bodennutzung

Nach den Angaben des Bayer. Statistischen Jahrbuches (41) wird die LF Bayerns zu 36,8 % mit Getreide (einschl. Körnermais), 6,5 % mit Hackfrüchten, 13,3 % mit Feldfutterbau (einschl. Silomais) sowie zu 40,3 % mit Grünland genutzt (Tab. 12). Ein Vergleich mit den Werten der Umfrage (Tab. 12) zeigt gute Übereinstimmung für den Hackfruchtanbau (6,2 % der LF) und den Feldfutterbau (14,9 % LF); der Getreidebau wird mit 41,9 % der LF auf Kosten des Grünlandanteils (33,9 % der LF) in der Umfrage stärker betont als in der Agrar-Statistik.

Typische Unterschiede zwischen den Bodennutzungen der Regierungsbezirke können jedoch durch die Umfrage ähnlich wie durch die Agrar-Statistik dar-

Tabelle 12: Bodennutzung in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern

Fruchtart	Einheit	Regierungsbezirk						Ø Bayern
		Obb	Ndb	Schw	Opf	Ofr	Mfr	
Angaben der Agrar-Statistik 1977*(41)								
Getreide	% LF	26,7	35,6	21,8	42,5	43,0	41,8	51,7
Körnermais	% LF	1,2	4,8	0,8	0,4	0,1	0,1	0,4
Kartoffeln	% LF	3,2	3,2	2,3	6,4	6,1	6,1	3,3
Zuckerrüben	% LF	1,0	4,3	1,7	1,6	0,4	1,7	6,9
Silomais	% LF	9,0	9,7	6,3	5,6	3,8	7,2	5,6
Feldfutter	% LF	3,7	5,0	3,6	7,8	9,8	8,4	10,1
so. Ackerfläche	% LF	4,4	3,5	2,4	2,2	3,4	3,5	5,4
Wiesen	% LF	36,1	31,0	43,9	31,6	31,6	29,1	14,2
Weiden	% LF	14,7	2,9	17,2	1,9	1,8	2,1	2,4
Ø Betriebs-größe LF	ha	14,32	11,27	13,06	12,00	10,82	10,74	10,06
								11,99

Ergebnis der Umfrage 1978, n = 806

Getreide	% LF	28,9	35,9	30,9	47,8	48,4	45,2	59,1	39,9
Körnermais	% LF	0,9	7,8	3,3	0	0,3	0,1	0	2,0
Kartoffeln	% LF	3,3	1,9	2,5	5,8	4,2	5,9	1,8	3,4
Zuckerrüben	% LF	1,1	3,3	1,2	1,1	1,1	2,8	9,2	2,8
Silomais	% LF	12,2	11,9	9,2	6,7	5,8	8,8	7,7	9,6
Feldfutter	% LF	4,3	3,2	2,8	7,5	9,8	5,5	7,9	5,3
so. Ackerfläche	% LF	3,8	1,7	1,6	1,5	0,6	2,4	1,2	2,1
Wiesen	% LF	36,7	31,2	44,6	30,0	29,3	29,6	9,4	31,0
Weiden	% LF	6,1	2,2	2,9	0	3,9	0	1,6	2,8
Ø Betriebs-größe LF	ha	16,07	11,98	15,74	13,82	14,62	15,22	18,84	14,99

\*Die Landwirtschaftszählung wird nur alle 2 Jahre durchgeführt.

Anmerkung:

Die Summen der Flächenanteile der einzelnen Fruchtarten ergeben nicht immer 100 %. Die Differenzen entstehen dadurch, daß bei einzelnen Betrieben die Angaben über die Flächen der einzelnen Fruchtarten nicht mit der landwirtschaftlich genutzten Fläche übereinstimmen.

gestellt werden: der Getreideanteil ist in den vier nördlichen Regierungsbezirken Oberpfalz, Ober-, Mittel- und Unterfranken mit 45,2 % bis 59,1 % wesentlich höher als in den drei südlich gelegenen Regierungsbezirken Schwaben, Ober- und Niederbayern (28,9 % bis 35,9 % Getreideanteil an der LF). Der Körnermaisanbau besitzt in Niederbayern gegenüber den anderen Regierungsbezirken eine herausragende Bedeutung. Die Zentren des Hackfruchtbaues befinden sich in Niederbayern und Unterfranken (Zuckerrübenanbau) sowie in Oberfranken, Mittelfranken und der Oberpfalz (Kartoffelanbau).

Waldflächen besitzen 70,3 % der landwirtschaftlichen Betriebe der Stichprobe, im Mittel 4,26 ha, das entspricht einem Wert von 3,0 ha im Durchschnitt aller Betriebe. Das Statistische Jahrbuch für Bayern wies 1977 eine Waldfläche in landwirtschaftlichem Besitz von 857 000 ha aus, das entspricht im Durchschnitt 2,9 ha Wald pro landwirtschaftlichem Betrieb. Die landwirtschaftlichen Betriebe in der Oberpfalz sind am besten mit Waldflächen ausgestattet, in Schwaben und Unterfranken liegt dieser Wert am niedrigsten (Tab. 13).

Tabelle 13: In landwirtschaftlichem Besitz befindliche Waldfläche in Bayern, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Vergleich der Stichprobe 1978 mit der amtlichen Agrarberichterstattung 1977)

Spalte 1	2	3	4	5
Regierungsbezirke	Agrarberichterstattung Waldfläche ha/ldw. Betrieb (alle Betriebe berücksichtigt)	von den ldw. Betrieben besitzen Wald: ... %	Werte der Umfrage Waldfläche ha/ldw. Betrieb (alle Betriebe berücksichtigt)	von den ldw. Betrieben besitzen Wald: ... %
Oberbayern	3,4	67,8	3,4	70,9
Niederbayern	3,5	72,5	3,6	72,9
Schwaben	1,6	58,9	0,9	47,2
Oberpfalz	4,6	82,2	4,8	85,5
Oberfranken	3,3	80,5	3,1	82,0
Mittelfranken	2,7	76,9	3,5	79,8
Unterfranken	0,9	55,4	0,8	51,7
Bayern	2,9	70,0	3,0	70,3

Der Anteil der landwirtschaftlichen Betriebe mit Waldbesitz folgt diesen Tendenzen ebenfalls; d.h. daß in Gebieten mit einer kleinen Waldfläche pro landwirtschaftlichem Betrieb auch der Anteil der Betriebe mit Wald noch am niedrigsten ist. Diese charakteristischen Unterschiede zwischen den Regierungsbezirken werden durch das Umfrageergebnis sogar noch leicht übertrieben dargestellt.

#### 4.6 Einfluß der "Ersatzbetriebe" auf die Repräsentanz der Stichprobe

Von den 806 ausgewerteten Testbetrieben handelte es sich in 150 Fällen (18,6 %) um sogenannte "Ersatzbetriebe". Diese landwirtschaftlichen Betriebe durften von den Interviewern ausgesucht werden, wenn eine Befragung der aus der Gasöldatei gezogenen Adressaten nicht möglich war. Die Befrager hatten in diesen Fällen die Auflage, möglichst einen dem Original ähnlich organisierten "Ersatzbetrieb" auszusuchen und zu interviewen. Ein Vergleich der Bodennutzung der "Original-" und "Ersatzbetriebe" zeigte, daß diese Auflage weitgehend eingehalten wurde (Tab. 14).

Die Hypothese, daß die Betriebsleiter der "Ersatzbetriebe" dem Frager besonders sympathisch waren oder einer Befragung stärker aufgeschlossen gegenüberstanden als die der "Originalbetriebe", kann durch einen Vergleich der Flächenausstattung und Flächennutzung weitgehend widerlegt werden.

Die "Ersatzbetriebe" besaßen mit 17,5 ha eine um ca. 2,5 ha größere LF als die "Originalbetriebe".

Wie Tabelle 14 zeigt, waren die Unterschiede bei den meisten anderen Kennzahlen wesentlich geringer.

Tabelle 14: Vergleich der "Original-" und "Ersatzbetriebe" in der Stichprobe hinsichtlich Flächenausstattung und Bodennutzung

Spalte 1	2	3	4	5
Kennzahlen der Bodennutzung	Einheit	Original- betriebe n = 656	Ersatz- betriebe n = 150	Test der Unterschiede auf Signifikanz
Wald	ha	2,9	3,2	n.s.
von allen ldw. Betrieben haben Waldbesitz	%	70,0	72,0	
LF	ha	14,4	17,5	**
Bodennutzung in % der LF				
Getreide	%	39,4	41,8	
Körnermais	%	2,4	0,6	
Kartoffeln	%	3,4	3,5	
Zuckerrüben	%	2,8	3,1	
Silomais	%	9,4	10,7	
Feldfutter	%	5,3	5,3	
Sonstige Ackerfläche	%	2,4	1,3	
Wiesen	%	31,7	28,5	
Weiden	%	2,9	2,5	
Sonstige Flächen	%	0,9	0,4	

Anmerkung:

Die Summen der Flächenanteile der einzelnen Fruchtarten ergeben nicht genau 100 %. Die Differenzen entstehen dadurch, daß bei einzelnen Betrieben die Angaben über die Flächen der einzelnen Fruchtarten nicht mit der landwirtschaftlich genutzten Fläche übereinstimmen.

Es bedeuten:

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

n.s. = nicht signifikant

## 5 Der jährliche Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern

Der Wärmeverbrauch landwirtschaftlicher Betriebe wird durch mehrere Brennstoffe gedeckt, deren Wärmeerzeugungsvermögen durch den Heizwert ausgedrückt wird (DIN 5499). Der spezifische Heizwert kann auf die Masse ( $H_u$ ), das Normvolumen ( $H_{u,n}$ ) oder auf die Stoffmenge ( $H_{u,m}$ ) bezogen werden mit den SI-Einheiten Ws\*/kg bzw. Ws/m<sup>3</sup> bzw. Ws/mol oder auch Vielfache davon. Während für fast alle Energieträger exakte Heizwerte vorliegen, treten größere Unterschiede bei Kohle (je nach Kohleart und Herkunft) und Holz (je nach Feuchtegehalt und Holzart) auf. Für die Auswertung der vorliegenden Umfrage wurden die Werte wie folgt festgelegt (Tab. 15):

Tabelle 15 : Heizwerte verschiedener Energieträger

Spalte 1	2	3	4
Energieträger	Einheit	Heizwert $H_u$ der lufttrockenen Substanz kWh/Einheit	Heizwert $H_u$ der wasserfreien Substanz kWh/Einheit
elektr. Strom	kWh	1	1
Heizöl	l	10,0	10,0
Flüssiggas	kg	12,78	12,78
Erdgas	m <sup>3</sup>	9,78	9,78
Kohle	kg	7,56	8,16
Holz	kg	4,43	5,17
Holz	rm	1 550	1 809

Quellen: 10, 17, 22

Der Kohleverbrauch setzt sich überwiegend (ca. 80 %) aus Steinkohle und zum geringeren Teil (ca. 20 %) aus Braunkohle zusammen, wie Recherchen beim Brennstoffhandel ergaben. Der durchschnittliche Heizwert von 1 kg Steinkohle war mit 1 SKE (8,14 kWh) zu bewerten, die Angaben des Heizwertes für Braunkohle bewegten sich um ca. 5,23 kWh/kg (17, 22).

\* Ws = Wattsekunde

Die Tabellenwerte für den Heizwert von Holz werden üblicherweise auf das Gewicht bezogen. GUMZ (17) gibt den Heizwert  $H_u$  von Holz wie folgt an:

$$H_u = 4\ 590 - 51,8\ W \text{ (kcal)}, \quad (\text{Gl. 10})$$

wobei W den Wassergehalt in Prozent bedeutet. Nach BUDERUS (10) besitzt lufttrockenes Holz einen Heizwert von 3 730 kcal/kg (4,34 kWh/kg), eigene Heizwertbestimmungen lagen bei 18 660 kJ/kg TS (5,18 kWh/kg) Nadelholz. Der durchschnittliche Heizwert für Brennholz wurde für die Brennstoffverbrauchs-berechnungen mit 4,43 kWh/kg relativ niedrig festgelegt, weil in landwirtschaftlichen Betrieben auch häufig Holz mit geringen Durchmessern und entsprechend erhöhtem Rindenanteil verfeuert wird. Die Raummetergewichte von Holz betragen nach Literaturangaben (11,30, 37) etwa 264 kg bis 471 kg, je nach Holzart und Schichtung (gestapelte Holzscheite erreichen nach LOHMANN (35) 420 bis 471 kg/rm, Nadelfaserholz dagegen nur 368 kg/rm (35)). Mit einem für die Brennstoffverbrauchsermittlung angenommenen Raummeterge-wicht von 350 kg errechnet sich ein Heizwert des Brennholzes von 1 550 kWh/rm.

Der Wärmebedarf landwirtschaftlicher Wohnhäuser wurde der Erhebung zufolge von folgenden Brennstoffen gedeckt (Tab. 16):

Tabelle 16 : Häufigkeit der Verwendung verschiedener Brennstoffe zur Deckung des Wärmebedarfs landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern  
(Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Spalte 1	2	3
Brennstoff	Häufigkeit der Verwendung absolut n	relativ %
Heizöl	520	65,1
Brennholz	720	90,1
Kohle	295	36,9
Flüssiggas	70	8,8
Erdgas	3	0,4
Elektroenergie	62	7,8
Sonstige	1	0,1

Brennholz, Heizöl und Kohle sind die dominierenden Brennstoffe, mit deutlichem Abstand folgen Flüssiggas und Elektroenergie, andere Energieträger spielen für die Wärmeversorgung landwirtschaftlicher Wohnhäuser keine nennenswerte Rolle. Bemerkenswert ist, daß die Häufigkeit der Verwendung von Brennholz noch erheblich über der von Heizöl liegt.

Für die weitere Auswertung des Brennstoffverbrauches wurden nur noch Brennholz, Heizöl, Kohle sowie Erd- und Flüssiggas berücksichtigt, weil insbesondere für den Elektroenergieverbrauch lediglich Schätzwerte vorlagen. Eine Schichtung zeigte, daß in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Elektroheizgeräten in 85,4 % aller Fälle die Stromverbrauchsangaben für Heizzwecke unter 5 000 kWh/Jahr lagen. Nur in 2 von 62 Fällen wurden Stromverbrauchswerte von mehr als 10 000 kWh/Jahr für die Wärmeversorgung registriert. Elektroenergie war aufgrund der Angaben mit nur ca. 0,35 % am Gesamtbrennstoffverbrauch beteiligt.

Abbildung 9 zeigt die Höhe des jährlichen Brennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken.

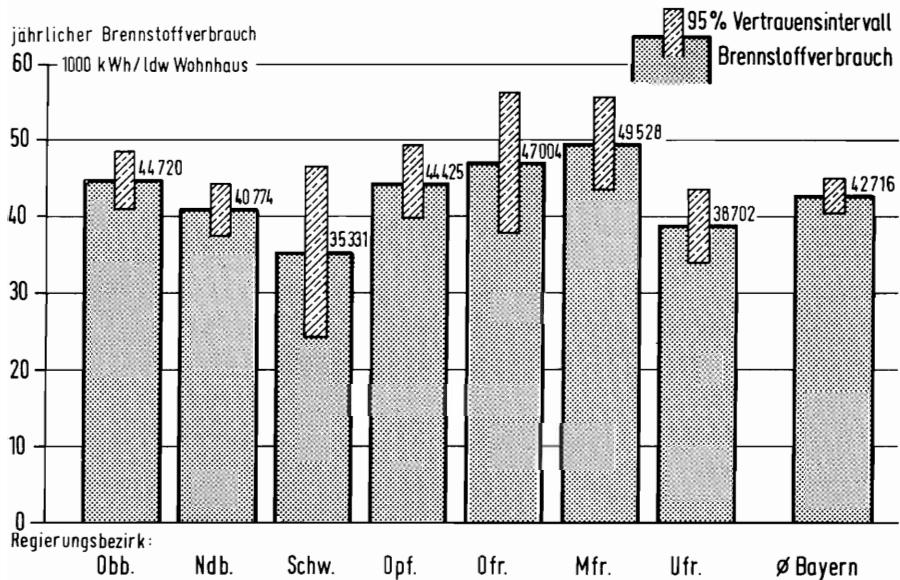


Abb. 9: Jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

In 799 Fällen lagen Angaben vor. Der Heizwert der insgesamt in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns eingesetzten Brennstoffe betrug danach im Durchschnitt 42 716 kWh im Jahr 1978. In Schwaben, Niederbayern und Unterfranken konnten die niedrigsten Verbräuche festgestellt werden, Mittelfranken wies mit 49 528 kWh/a den höchsten Brennstoffeinsatz auf. Die Unterschiede zwischen den anderen Regierungsbezirken waren im allgemeinen jedoch nicht signifikant (Tab. 17).

Tabelle 17: Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in den Regierungsbezirken auf Signifikanz

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Regierungs- bezirk	Nieder- bayern	Schwaben	Ober- pfalz	Ober- franken	Mittel- franken	Unter- franken
Oberbayern	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Niederbayern		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
Schwaben			n.s.	n.s.	*	n.s.
Oberpfalz				n.s.	n.s.	n.s.
Oberfranken					n.s.	n.s.
Mittelfranken						**

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 95\%$

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99\%$

Deutliche Unterschiede waren in der Verwendung der verschiedenen Brennstoffe festzustellen (Abb. 10). In Schwaben und Unterfranken dominierte das Heizöl mit einem Anteil von mehr als 50 % am Gesamtbrennstoffverbrauch. In Niederbayern, Oberpfalz und Oberfranken überwog dagegen die Verfeuerung von Brennholz. Ein Zusammenhang von Kohle- und Brennholzverbrauch war dagegen nicht zu erkennen. Durchschnittlich hatten Brennholz (47,6 %) und Heizöl (45,2 %) die größte Bedeutung für die Deckung des Brennstoffbedarfs landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern. Kohle fiel mit einem Anteil am Brennstoffverbrauch von ca. 7 % schon deutlich ab, Erd- und Flüssiggas besaßen nur eine untergeordnete Bedeutung.

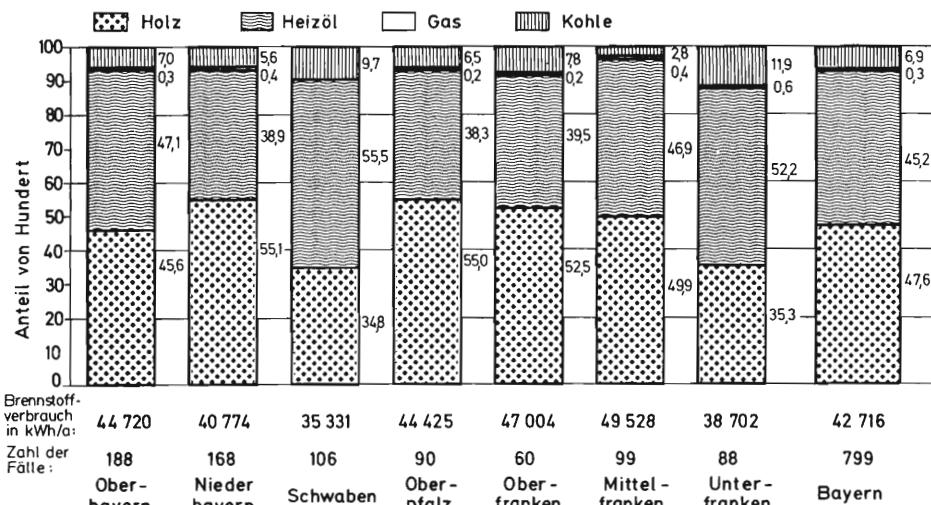


Abb. 10: Zusammensetzung des jährlichen Brennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Die heizölverbrauchenden Betriebe verheizten mit 2 966 l/a wesentlich mehr Öl als die brennholzverbrauchenden Betriebe an Holz (Tab. 18). Etwa in 1/3 aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser wurde noch vollständig auf die Verfeuerung von Heizöl verzichtet. Kohle wurde in 36,9 % aller Fälle eingesetzt, durchschnittlich ca. 1 t/a.

Tabelle 18: Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Brennstoff	relative Häufigkeit der Verwendung %	Brennstoffverbrauch in Einheiten $\bar{x}^*$	durchschnittlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern		
			$\bar{x}^*$ kWh	s kWh	95 %-Vertrauensintervall kWh
Heizöl	65,1	2 966 1	29 661	37 707	26 413 - 32 909
Erd- und Flüssiggas	8,8		1 514	1 289	1 207 - 1 821
Kohle	36,9	1 056 kg	7 983	8 596	6 998 - 8 968
Brennholz	90,1	14,55 rm	22 559	17 095	21 308 - 23 810
alle Brennstoffe	100		42 716	32 668	40 448 - 44 985

\* bezogen auf die Fälle mit Verbrauch des jeweiligen Energieträgers  
(s. Spalte 2)

### 5.1 Heizölverbrauch

Angaben über den Heizölverbrauch lagen in 520 der insgesamt ausgewerteten 806 Fälle vor. Die Häufigkeit der Verwendung von Heizöl zu Heizzwecken schwankte zwischen den Regierungsbezirken von 55,0 % (Oberfranken) bis 72,8 % (Oberbayern, Tab. 19, Spalte 2). Der durchschnittliche Heizölverbrauch aller Fälle, für die hierüber Werte vorlagen, betrug 2 966 l, worin der Anteil zur Warmwasserbereitung bereits enthalten war. Landwirtschaftliche Wohnhäuser in Mittelfranken (Heizölverbrauch 3 589 l/a) und Schwaben (3 463 l/a) wiesen den höchsten jährlichen Heizöleinsatz je heizölverbrauchendem Fall auf, Oberpfalz und Niederbayern rangierten mit einem jährlichen Verbrauch von 2 474 l/a bzw. 2 565 l/a am unteren Ende der Rangliste (s. Tab. 19).

Tabelle 19: Durchschnittlicher jährlicher Heizölverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Heizölverbrauch in Bayern 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 520)

Spalte 1	2	3	4	5
Regierungsbezirk	relative Häufigkeit der Verwendung %	durchschnittlicher Heizölverbrauch/a x in l	s in l	95 %-Vertrauensbereich in l
Oberbayern	72,8	2 887	3 085	2 366 - 3 408
Niederbayern	61,9	2 565	2 595	2 060 - 3 070
Schwaben	56,6	3 463	7 725	1 467 - 5 458
Oberpfalz	68,9	2 472	2 524	1 804 - 3 113
Oberfranken	55,0	3 377	3 977	1 967 - 4 787
Mittelfranken	64,6	3 589	2 681	2 920 - 4 259
Unterfranken	68,2	2 966	2 474	2 257 - 3 675
Bayern	65,1	2 966	3 771	2 641 - 3 291

## 5.2 Kohleverbrauch

Kohle war noch 1960 der bedeutenste Energieträger in der Landwirtschaft (80), bevor Festbrennstoffe in großem Umfang durch das ständig an Preisvorteilen gewinnende Heizöl sowie elektrischen Strom ersetzt wurden. Das Umfrageergebnis wies für Bayern 1978 noch einen Kohleverbrauch von ca. 390 kg/a und landwirtschaftlichem Wohnhaus für Heizzwecke aus. Von 799 ausgewerteten Fällen diente Kohle noch in 295 Fällen als Heizmaterial, im Mittel mit 1 056 kg/a (Tab. 20).

Tabelle 20: Durchschnittlicher jährlicher Kohleverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Kohleverbrauch in Bayern 1978, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Ergebnis einer Umfrage, n = 295)

Spalte 1	2	3	4	5
Regierungsbezirk	relative Häufigkeit der Verwendung %	durchschnittlicher Kohleverbrauch/a x kg	durchschnittlicher Kohleverbrauch/a s kg	95 %-Vertrauensintervall kg
Oberbayern	28,2	1 470	1 887,6	950 - 1 990
Niederbayern	37,5	803	683,7	631 - 975
Schwaben	50,0	911	816,8	686 - 1 137
Oberpfalz	37,7	1 000	824,5	718 - 1 294
Oberfranken	45,0	1 074	937,9	703 - 1 445
Mittelfranken	25,3	724	1 015,4	305 - 1 143
Unterfranken	45,5	1 340	1 028,8	1 011 - 1 669
zum Vergleich: Bayern	36,9	1 056	1 137,7	926 - 1 187

In Mittelfranken und Oberbayern wurde Kohle nur in relativ wenig landwirtschaftlichen Wohnhäusern verheizt (Tab. 20, Spalte 2). Der Kohleverbrauch in diesen Wohnhäusern war allerdings in Oberbayern ca. doppelt so hoch wie in Mittelfranken.

Der Anteil der Kohle am Gesamtbrennstoffeinsatz in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern betrug 1978 ca. 7 %. Ihre Verwendung erfolgte in erster Linie als Ergänzung zu anderen Brennstoffen, was durch eine Klassifizierung nach der Höhe des Verbrauches deutlich wird: In mehr als 90 %

aller Fälle wurden weniger als 2 t Kohle/a eingesetzt, in nahezu der Hälfte aller Fälle sogar weniger als 500 kg/a (Tab. 21).

Tabelle 21: Struktur des jährlichen Kohleverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 295)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Regierungsbezirk	landwirtschaftliche Wohnhäuser mit einem Kohleverbrauch von...bis unter..t/a					Anteil der landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit Kohleverbrauch %
	über 0 bis 0,5 %	0,5-1,0 %	1,0-2,0 %	2,0-5,0 %	5,0 und mehr %	
Oberbayern	30,2	26,4	28,3	11,3	3,8	28,2
Niederbayern	49,2	30,2	17,5	3,2	0	37,5
Schwaben	47,2	24,5	24,5	3,8	0	50,0
Oberpfalz	44,1	29,4	17,6	8,8	0	37,8
Oberfranken	44,4	14,8	25,9	14,8	0	45,0
Mittelfranken	68,0	20,0	0,3	8,0	0	25,3
Unterfranken	27,5	30,0	4,1	12,5	0	45,5
Bayern	43,1	26,1	22,0	8,1	0,7	36,9

Anmerkung: nur Fälle mit Kohleverbrauch

### 5.3 Brennholzverbrauch

Brennholz war neben Heizöl der am häufigsten verwendete Brennstoff für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern, eine Tatsache, die durch Waldreichtum, Betriebsstruktur (viele kleine Betriebe in waldreichen Gebieten) und regionale Bevölkerungsdichte erklärbar ist. Im Durchschnitt betrug der Anteil des Brennholzes an der Deckung des Brennstoffbedarfs landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern ca. 45 % und lag damit in der gleichen Größenordnung wie Heizöl.

In fast 40 % aller landwirtschaftlichen Betriebe wurde noch Holz zum Kochen verwendet. Eine Zuordnung des Brennholzverbrauches zu verschiedenen Verwendungszwecken wurde nicht durchgeführt, weil die Schätzung nur sehr grob und daher wenig aussagekräftig sein konnte und ein großer Teil des zum Kochen eingesetzten Holzes auch gleichzeitig der Raumbeheizung diente.

Ca. 90 % aller landwirtschaftlichen Betriebe verbrauchten Brennholz, um einen Teil ihres Wärmebedarfs zu decken, im Durchschnitt ca. 14,55 rm/a, das entspricht einem Heizöläquivalent von 2 255 l. In den landwirtschaftlichen Wohnhäusern Schwabens und Unterfrankens war der Verbrauch mit nur ca. 10 rm/a wesentlich niedriger als in den anderen Regierungsbezirken, in denen sich der Brennholzverbrauch 1978 zwischen 14 und 18 rm/a bewegte (s. Abb. 11).

Diese Unterschiede sind weniger auf den Anteil der Waldfläche an der Gesamtwirtschaftsfläche zurückzuführen, die in Unterfranken mit 38,3 % sogar überdurchschnittlich war (Tab. 22, Spalte 3), sie scheint vielmehr von der im landwirtschaftlichen Besitz befindlichen Waldfläche bestimmt zu werden, welche in Schwaben und Unterfranken mit Abstand am niedrigsten war (Tab. 22, Spalte 5 und 6).

Auch LAMMEL, R. und R. PLOCHMANN (33) stellten fest, daß der Brennholzbedarf landwirtschaftlicher Betriebe bevorzugt im eigenen Wald gedeckt wird.

Der Brennholzverbrauch in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wesentlich höher, als bisher vermutet wurde. Diese Tatsache beeinflußt wesentlich die tatsächliche Verfügbarkeit von bisher nicht genutztem Restholzpotential; denn es muß davon ausgegangen werden, daß dieses in der bisher angenommenen Höhe gar nicht mehr zur Verfügung steht, sondern zum Teil bereits als Brennholz Verwendung findet (vergl. Kap.8).

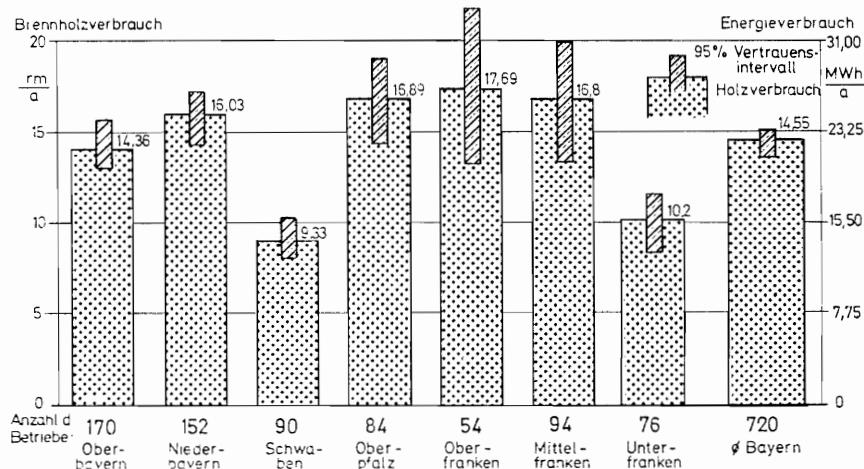


Abb.11: Durchschnittsverbrauch an Brennholz in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 720)  
(nur Fälle mit Brennholzverbrauch)

Tabelle 22: Verhältnis der landwirtschaftlich genutzten Fläche zu den Waldflächen in den Regierungsbezirken in Bayern 1977

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Regierungsbezirk	Waldflächen insgesamt ha	Anteil an der Gesamt-wirt-schafts-fläche %	Waldfläche in ldw. Besitz ha	Ø Waldfläche je ldw. Betrieb ha	Verhältnis von Waldfläche in ldw. Besitz zu LF 1:...	Verhältnis von Gesamt-waldfläche zu LF 1:...
Oberbayern	539 006	30,8	205 439	3,41	0,24	0,62
Niederbayern	315 902	30,9	183 004	3,48	0,31	0,53
Schwaben	250 277	25,3	68 260	1,56	0,12	0,44
Oberpfalz	375 371	39,6	168 303	4,64	0,39	0,86
Oberfranken	272 350	38,3	104 691	3,33	0,31	0,80
Mittelfranken	236 946	33,2	94 750	2,72	0,25	0,63
Unterfranken	321 263	38,3	32 493	0,89	0,09	0,86
Bayern	2 311 117	33,2	857 000	2,90	0,24	0,65

Quelle: 42, eigene Berechnungen

#### 5.4 Sonstige Brennstoffe und deren Verbrauch

Heizöl, Kohle und Brennholz repräsentieren zusammen mehr als 99 % des Brennstoffverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns. Darüberhinaus werden vereinzelt Erd- und Flüssiggas, sowie Torf zur Wärmeerzeugung eingesetzt. 8,7 % der befragten landwirtschaftlichen Betriebe verwandten Flüssiggas, im Durchschnitt 118,5 kg (s = 100,9). Hauptanwendungsbereiche sind Warmwasserbereitung (1,9 % der untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe) und Kochen (6,6 % der untersuchten landwirtschaftlichen Betriebe).

Erdgas wurde nur in 3 Fällen als Energieträger angegeben (Durchschnittsverbrauch: 994 m<sup>3</sup>, s = 1 258,2), Torf in einem Fall. Für die Beurteilung der Substituierbarkeit fossiler Brennstoffe sowie der Abschätzung des zukünftigen Brennstoffverbrauches sind diese Energieträger nur von untergeordneter Bedeutung.

## 6 Einflüsse auf den Brennstoffverbrauch

Folgende den Brennstoffverbrauch im landwirtschaftlichen Wohnhaus maßgeblich beeinflussende Parameter wurden im Rahmen der Befragung erfaßt:

- Betriebsgröße
- Standardbetriebseinkommen (StBE)
- Betriebstyp
- Wohnfläche
- Anzahl der versorgten Personen je Haushalt
- Bauart und Heizleistung der Heizungsanlagen
- Wärmeabgabe an die landwirtschaftliche Produktion (Warmwasser für den Kuhstall usw.)
- Verfügbarkeit von Brennstoffen (eigene Waldflächen)

Diese Faktoren wirken jedoch nicht nur auf den Brennstoffverbrauch, sondern beeinflussen sich auch gegenseitig, z.B. wird die Heizleistung einer Heizung durch die Größe des Wohnhauses bestimmt, das wiederum steht im Zusammenhang mit der Größe des landwirtschaftlichen Betriebes. Diese Interkorrelationen werden in Kapitel 6.7 näher untersucht. Die Feststellung der Wirkung einzelner Einflußgrößen ist mit Hilfe der Korrelations- und Regressionsanalyse möglich. Die Ergebnisse sind jedoch bei stark streuendem Datenmaterial häufig unsicher.

Die Prüfung verschiedener Einflußfaktoren durch Schichtung des Datenmaterials stellt eine sehr grobe Auswertungsmethode dar. Sie bietet jedoch eine Reihe von Vorteilen:

- Die Klassifizierung des Datenmaterials kann so vorgenommen werden, daß eine sichere Aussage möglich ist.
- Durch Anlehnung der Klasseneinteilung an die amtliche Agrar-Statistik wird die Fortschreibung der Ergebnisse erleichtert.
- Durch Schichtung des Datenmaterials gewonnene Ergebnisse können die Interpretationen von Korrelations- und Regressionsanalysen bei sehr stark streuendem Datenmaterial erleichtern.

### 6.1 Betriebsgröße

Um eine ausreichende Klassenbesetzung zu erhalten, wurde die Stichprobe in nur 5 Gruppen unterteilt (Tab. 23):

Tabelle 23: Schichtung der Stichprobe nach Betriebsgröße

Spalte 1	2	3	4	5	6
Betriebsgrößenklasse in ha LF	0,1-10	10-20	20-30	30-50	50-100
Zahl der Fälle	334	251	150	52	18
davon machten Angaben über den Brennstoffverbrauch	333	248	147	52	18

Die Fälle, für die keine Werte über den Brennstoffverbrauch vorlagen, wurden nicht in die Auswertung einbezogen. Dadurch reduziert sich der Stichprobenumfang auf 799 Betriebe. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern (42 716 kWh/a) zeigte erhebliche Schwankungen zwischen den Betriebsgrößenklassen. Er betrug in der kleinsten Klasse im Mittel nur 36 795 kWh/a, das entspricht etwa 60 % des Wertes in der Klasse 30 - 50 ha LF (61 932 kWh/a); die größten Betriebe (50 - 100 ha LF) benötigten mit durchschnittlich 54 710 kWh/a wieder weniger Brennstoff (Abb. 12).

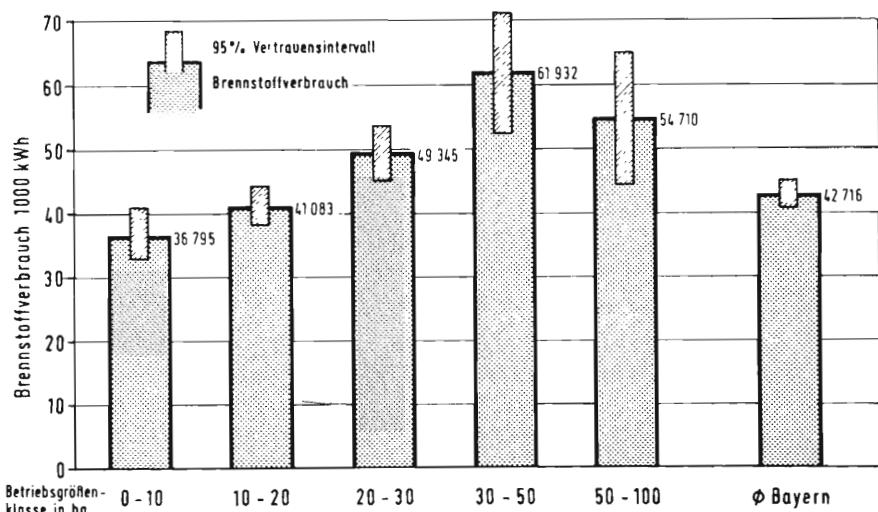


Abb. 12: Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Tabelle 24: Test der Unterschiede des Brennstoffverbrauches in den Betriebsgrößenklassen auf Signifikanz

Spalte 1	2	3	4	5
Betriebsgrößenklasse	10 - 20 ha	20 - 30 ha	30 - 50 ha	50 - 100 ha
0,1 - 10 ha	n.s.	***	***	**
10 - 20 ha		**	***	*
20 - 30 ha			*	n.s.
30 - 50 ha				n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 95\%$

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99\%$

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99,9\%$

Diese Tendenz wurde allerdings durch die hohe Standardabweichung überdeckt, so daß ein Unterschied mit dem geforderten Sicherheitsgrad von 95 % nicht nachweisbar war.

Mit zunehmender Betriebsgröße änderte sich nicht nur die Höhe des Brennstoffverbrauches, sondern auch der Anteil der Energieträger am Gesamtbrennstoffverbrauch: Der Anteil des Heizöls wurde mit zunehmender Betriebsgröße höher, Festbrennstoffe verloren an Bedeutung (Abb. 13 ).

Während in landwirtschaftlichen Betrieben bis 30 ha die Wohnhäuser überwiegend mit Brennholz geheizt wurden, sank der Anteil in den größeren Betrieben auf ca. 35 % ab. Dafür deckte Heizöl in landwirtschaftlichen Betrieben über 30 ha 50 - 60 % des Brennstoffverbrauches. Auch in Betrieben unter 10 ha war Heizöl der wichtigste Energieträger. Ursache dieser Entwicklung war ein abnehmender Anteil an brennholzverbrauchenden Betrieben und ein steigender Anteil an heizölverbrauchenden Betrieben mit zunehmender Betriebsgröße (Tab. 25). In der Betriebsgrößenklasse 50-100 ha war der Anteil der heizölverbrauchenden landwirtschaftlichen Betriebe mit 78 % deutlich höher als solche mit Brennholzverbrauch (72 %). Auch bei Kohle war eine Abnahme der Benutzungshäufigkeit mit zunehmender Betriebsgröße festzustellen (Tab. 25).

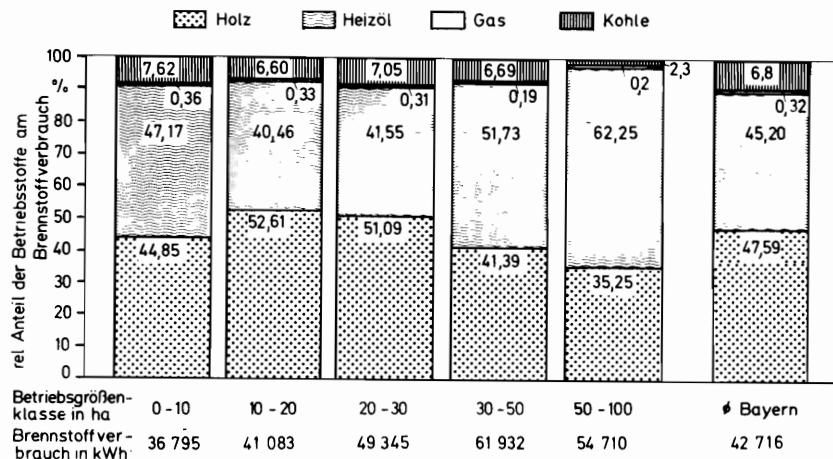


Abb. 13: Anteil verschiedener Energieträger am Gesamtbrennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, klassifiziert nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Tabelle 25: Verwendung von Brennstoffen in landwirtschaftlichen Wohnhäusern nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Betriebsgrößenklasse von ... bis unter ....	Einheit	Ø Brennstoffverbrauch (in kWh) und Anteil der landwirtschaftlichen Betriebe mit Brennstoffverbrauch Verbrauch an den jeweiligen Brennstoffen (%)			
			Heizöl	Flüssiggas	Kohle
0 - 10 ha	kWh	25 572	1 205	6 670	17 782
	%	68	11	42	93
10 - 20 ha	kWh	26 766	1 651	7 902	23 935
	%	62	8	34	90
20 - 30 ha	kWh	33 860	2 065	10 030	28 076
	%	61	7	35	90
30 - 50 ha	kWh	46 278	2 044	13 458	31 738
	%	69	6	31	81
50 - 100 ha	kWh	43 785	1 917	7 556	26 708
	%	78	6	2	72

## 6.2 Standardbetriebseinkommen (StBE)

Das StBE ist bezüglich der Einkommensmöglichkeiten der in der Umfrage erfaßten landwirtschaftlichen Betriebe ein wichtiger Vergleichsmaßstab. Bei der Klassifizierung der Stichprobe nach der Höhe des StBE wurde auf eine ausreichende Klassenbesetzung geachtet (Tab. 26).

Tabelle 26 : Jährlicher Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach der Höhe des StBE (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Spalte 1	2	3	4
Standardbetriebseinkommen von ... bis unter ... DM	Anzahl der Fälle n	Jährl. Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern Mittelwert $\bar{x}$ kWh	s kWh
1 - 10.000	313	37 912	39 062
10.000 - 20.000	172	39 289	20 075
20.000 - 30.000	132	43 219	27 093
30.000 - 50.000	128	51 012	29 674
50.000 - 100.000	154	60 587	34 562
Ø Bayern	799	42 716	32 668

In 799 Fällen lagen sowohl Angaben über das StBE als auch über den Brennstoffverbrauch vor. Dieser betrug in Wohnhäusern auf landwirtschaftlichen Betrieben mit einem StBE bis zu 10.000,- DM ca. 38 000 kWh/a. Bis zu einer StBE-Klasse 50.000,- bis 100.000,- DM war ein Anstieg des Brennstoffverbrauches um ca. 60 % auf mehr als 60 000 kWh/a festzustellen. Im Gegensatz zur Betriebsgröße hielt die Tendenz des steigenden Brennstoffverbrauches bei höherem StBE auch in der höchsten StBE-Klasse an.

Trotz der hohen Standardabweichung waren im allgemeinen die Unterschiede zwischen landwirtschaftlichen Betrieben mit einem StBE bis 30.000,- DM/a und solchen mit einem StBE von über 30.000,- DM/a signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit: 5 %), während benachbarte Werte sich nur in einem Fall mit einem Sicherheitsgrad von 95 % unterschieden (Tab. 27).

Tabelle 27: Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauches in den Standardbetriebseinkommensklassen auf Signifikanz

Spalte 1	2	3	4	5
Standardbetriebseinkommensklasse von ... bis unter ... in DM	10.000,- bis 20.000,- DM	20.000,- bis 30.000,- DM	30.000,- bis 50.000,- DM	50.000,- bis 100.000,- DM
1 - 10.000	n.s.	n.s.	***	***
10.000 - 20.000		n.s.	***	***
20.000 - 30.000			*	**
30.000 - 50.000				n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 95\%$

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99\%$

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99,9\%$

### 6.3 Wohnfläche und Anzahl beheizter Räume

Die Wohnfläche ist einer der wichtigsten Parameter zur Beurteilung des Brennstoffverbrauches für Heizzwecke. Als Vergleichsmaßstab dient in der Regel der spezifische Brennstoffverbrauch, ausgedrückt in kWh je m<sup>2</sup> (10)

Neben der zu beheizenden Fläche wird der Brennstoffverbrauch noch von folgenden wesentlichen, das Gebäude betreffende Faktoren beeinflußt (19):

- Heizgewohnheiten (Lüftung)
- Bausubstanz (Wärmedurchgangszahl)
- Anteil der Fensterflächen
- Verhältnis von Außenhautfläche zu umbautem Raum

Diese Einflußgrößen konnten im Fragebogen nicht erfaßt werden. Sie sind für die nicht erklärbare Streuung der Werte verantwortlich.

Über die Größe der Wohnfläche lagen für 800 Befragungen Werte vor; danach betrug sie im Durchschnitt 135,4 m<sup>2</sup> (Abb. 14).

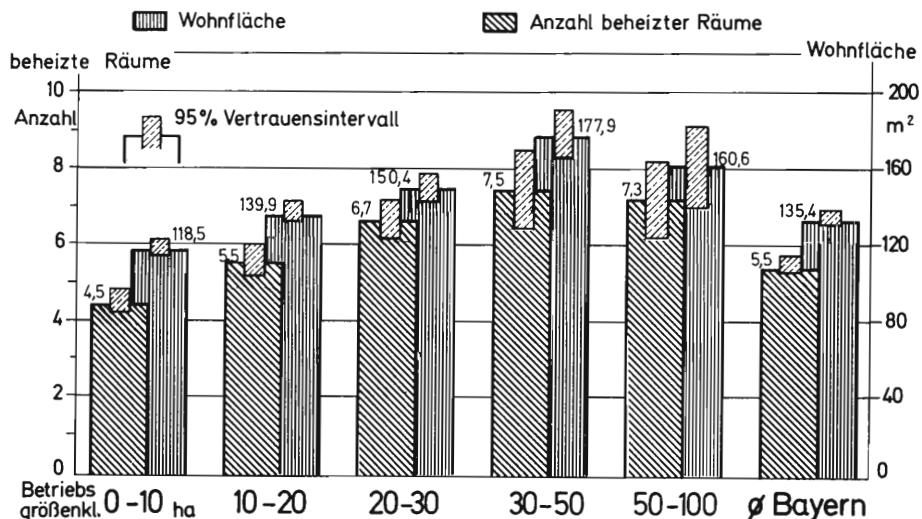


Abb. 14: Wohnfläche und Anzahl beheizter Räume in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 in Abhängigkeit von der Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 800)

Ähnlich wie der Brennstoffverbrauch erreichte auch die Wohnfläche in der Betriebsgrößenklasse 30 - 50 ha LF mit durchschnittlich 177,9 m<sup>2</sup> die höchsten Werte, in Betrieben von 0 - 10 ha LF wurden vom Betriebsleiter und seiner Familie nur 118,5 m<sup>2</sup> bewohnt. Die Wohnfläche in landwirtschaftlichen Wohnhäusern benachbarter Betriebsgrößenklassen unterschieden sich in der Regel mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 % (Ausnahme: Betriebsgrößenklasse 50 - 100 ha LF (Tab. 28)).

Tabelle 28: Test der Unterschiede der Wohnfläche in den Betriebsgrößenklassen auf Signifikanz (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Spalte 1	2	3	4	5
Betriebsgrößenklassen	10 - 20 ha	20 - 30 ha	30 - 50 ha	50 - 100 ha
0,1 - 10 ha	***	***	***	***
10 - 20 ha		**	***	*
20 - 30 ha			***	n.s.
30 - 50 ha				n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Die Anzahl beheizter Räume wurde mit durchschnittlich 5,5 je landwirtschaftlichem Wohnhaus angegeben, die durchschnittliche Raumgröße aller Fälle mit Werten (794) betrug 24,6 m<sup>2</sup>. Die Intensität der Beheizung wurde im Fragebogen nicht berücksichtigt, der Wert beinhaltet sowohl regelmäßig wie auch selten beheizte Räume.

Eine Klassifizierung des jährlichen Brennstoffverbrauches und des spezifischen Brennstoffverbrauches nach der Größe der Wohnfläche (Tab. 29) zeigte die großen Schwankungen zwischen den einzelnen Klassen im Gesamtbrennstoffverbrauch, dagegen mehr zufällige Unterschiede des spezifischen Brennstoffverbrauches. Sieht man von Wohnflächen unter 50 m<sup>2</sup> ab, schwankten die Werte des spezifischen Brennstoffverbrauches pro Jahr zwischen 276 kWh/m<sup>2</sup> und 364 kWh/m<sup>2</sup>, der Mittelwert betrug 328 kWh/m<sup>2</sup>. Dieser Wert ist im Vergleich

zur Zielsetzung der Bundesregierung (max. 150 kWh/m<sup>2</sup> für Einfamilienhäuser) außerordentlich hoch, das einsparbare Potential an Brennstoffen selbst unter der Voraussetzung, daß die Wohnfläche je landwirtschaftlichem Wohnhaus zukünftig zunehmen wird, bedeutend.

Tabelle 29: Jährlicher Brennstoffverbrauch und spezifischer Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Wohnfläche von ... m <sup>2</sup> bis un- ter ... m <sup>2</sup>	Zahl der Fälle n	Brennstoffverbrauch x kWh/a	Brennstoffverbrauch s kWh/a	spez. Brennstoffverbrauch x kWh m <sup>2</sup> • a	Brennstoffverbrauch s kWh m <sup>2</sup> • a
1 - 50	5	28 500	15 517,5	1 306	1 474,1
50 - 100	147	28 779	14 937,2	364	197,3
100 - 150	342	37 024	19 776,6	310	174,2
150 - 200	223	53 517	46 297,2	325	267,9
200 - 250	65	59 301	31 453,9	276	141,6
≥ 250	12	92 917	51 438,4	303	104,3
Ø Bayern	794	42 744	32 738,7	328	244,3

Tabelle 30: Test der Unterschiede des Brennstoffverbrauches in den Wohnflächenklassen auf Signifikanz

Spalte 1	2	3	4	5	6
Wohnfläche von ... m <sup>2</sup> bis un- ter ... m <sup>2</sup>	50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250	≥ 250
1 - 50	n.s.	n.s.	*	*	**
50 - 100		***	***	***	**
100 - 150			***	***	**
150 - 200				n.s.	**
200 - 250					*

Durch eine lineare Regression kann die Streuung des Brennstoffverbrauches nur zu etwa 15 % durch die Wohnfläche erklärt werden, der starke Zusammenhang zwischen Brennstoffverbrauch und Wohnfläche (je  $m^2$  Wohnfläche nimmt der jährliche Brennstoffverbrauch um ca. 270 kWh zu) ist also nur schlecht gesichert.

$$y = 273,43 x + 6\ 051,4 \quad B = 0,148 \quad n = 794 \quad (\text{Gl. 11})$$

Es bedeuten:

$y$  = Brennstoffverbrauch in  $\frac{\text{kWh}}{a}$  je landwirtschaftliches Wohnhaus

$x$  = Wohnfläche in  $m^2$

$B$  = Bestimmtheitsmaß

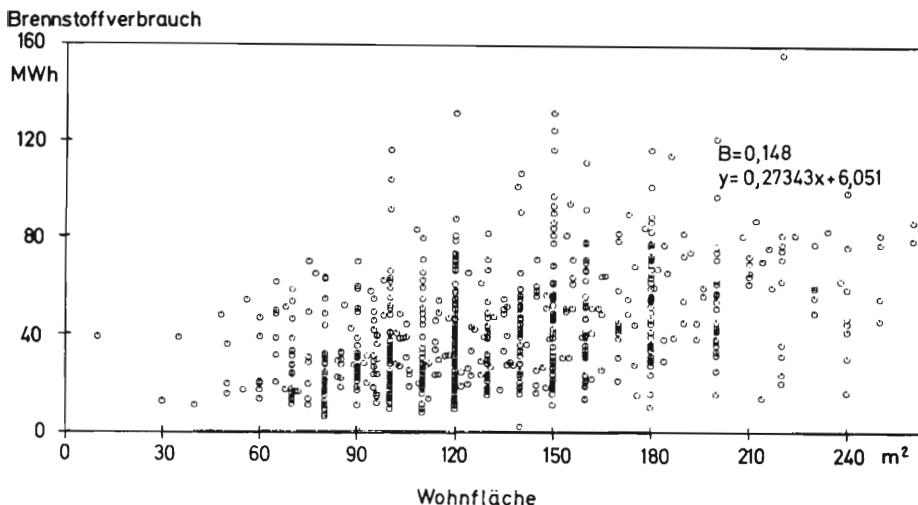


Abb. 15: Jährlicher Brennstoffverbrauch landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern 1978 in Abhängigkeit von der Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage,  $n = 794$ )

12 Fälle konnten in die Auswertung nicht einbezogen werden, da entweder Werte über den Brennstoffverbrauch (7 Fälle) und/oder Werte über die Wohnfläche (6 Fälle) fehlten.

Durch das mit zunehmender Wohnfläche günstiger werdende Verhältnis von Oberfläche zu umbautem Raum wird nach BUDERUS (10) der spezifische Brennstoffverbrauch (jährlicher Brennstoffverbrauch bezogen auf 1  $m^2$  Wohnfläche) ge-

riger, so daß eine etwas verflachende Kurve den Zusammenhang in Abbildung 15 besser charakterisieren würde. Die großen Streuungen der Einzelwerte lassen diesen Effekt jedoch kaum erkennen.

#### 6.4 Anzahl der Personen je Haushalt

Daten über die Anzahl der im Haushalt versorgten Personen und über die Wohnfläche landwirtschaftlicher Wohnhäuser lagen in 797 Fällen vor. Im Mittel lebten in diesen landwirtschaftlichen Wohnhäusern ca. 5 Personen (Tab. 31). Mit zunehmender Wohnfläche stieg auch die Zahl der im landwirtschaftlichen Haushalt versorgten Personen von 3 Personen (Wohnflächen bis 50 m<sup>2</sup>) auf 7 Personen (Wohnfläche über 250 m<sup>2</sup>).

Tabelle 31: Anzahl der in landwirtschaftlichen Haushalten in Bayern versorgten Personen 1978, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 797)

Spalte 1	2	3	4
Wohnfläche von ... m <sup>2</sup> bis unter ... m <sup>2</sup>	Zahl der Fälle n	Personen je landwirtschaftlichem Haushalt $\bar{x}$	s
1 - 50 m <sup>2</sup>	5	3,0	1,22
50 - 100 m <sup>2</sup>	146	4,2	1,76
100 - 150 m <sup>2</sup>	343	5,0	1,61
150 - 200 m <sup>2</sup>	225	5,2	1,69
200 - 250 m <sup>2</sup>	66	5,5	1,95
≥ 250 m <sup>2</sup>	12	7,0	3,10
insgesamt	797	5,0	1,85

Tabelle 32: Test der Unterschiede der in landwirtschaftlichen Haushalten versorgten Personen in den Wohnflächenklassen auf Signifikanz

Spalte 1	2	3	4	5	6
Wohnfläche von ... m <sup>2</sup> bis unter ... m <sup>2</sup>	50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250	≥ 250
1 - 50	n.s.	**	**	**	**
50 - 100		***	***	***	*
100 - 150			n.s.	n.s.	*
150 - 200				n.s.	n.s.
200 - 250					n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Die im Wohnhaus versorgten Personen beeinflussen den Brauchwasserbedarf. Der Endenergieverbrauch in privaten Haushalten teilte sich nach KAMMHOLZ (26) 1975 wie in Tabelle 33 auf:

Tabelle 33: Endenergieverbrauch in privaten Haushalten und Verwendungszwecke 1975

Spalte 1	2	3
Verwendungszweck	Endenergieverbrauch 10 <sup>6</sup> t SKE	%
Heizung	49,3	84,1
Warmwasser	5,0	8,5
Kochen	2,2	3,8
Licht, Kraft	1,4	2,4
Sonstiges	0,7	1,2
Gesamt	58,6	100

Quelle: 26

Ca. 8,5 % des Endenergieverbrauches wurden also zur Brauchwassererwärmung benötigt. Der Brauchwasserbedarf wird von folgenden Faktoren beeinflußt (26):

- soziale Einordnung des Verbrauchers
- Baujahr, Größe und technische Ausstattung der Wohnung und insbesondere der Sanitär- und Küchenräume
- Art der Begleichung der Energiekosten für die Warmwasserbereitung, z.B. Wasserzähler in jeder Wohnung oder pauschale Umlage
- Badegewohnheiten der Verbraucher

Mit dem vorhandenen Datenmaterial konnte ein Einfluß der im Haushalt versorgten Personen auf den Brennstoffverbrauch nicht nachgewiesen werden. Er wirkte tendenziell in die gleiche Richtung wie die Größe der Wohnfläche, wurde jedoch von dieser bei weitem überdeckt.

## 6.5 Heizungssystem

Die Bauarten von Heizungsanlagen sind grundsätzlich in Einzelofen- und Zentralheizungssysteme zu unterscheiden. Einzelöfen können entweder nur mit festen Brennstoffen, nur mit Heizöl oder mit Gas betrieben werden, während es unter Zentralheizkesseln Bauarten gibt, die nach Umbau für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe geeignet sind. Da jedoch Erd- und Flüssiggas als Heizmaterial in der Landwirtschaft keine nennenswerte Rolle spielen, ist die Unterscheidung von heizölbetriebenen und mit Holz bzw. Kohle befeuerten Heizkesseln von Bedeutung. Tabelle 34 gibt einen Überblick über die Ausstattung der ldw. Wohnhäuser in der Stichprobe mit Heizungsanlagen.

Tabelle 34: Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern mit Heizungsanlagen 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Spalte 1	2	3	4	5
Verwendete Brennstoffart	Landwirtschaftliche Wohnhäuser mit Zentralheizung %	Zentralheizung + Einzelöfen %	Einzelöfen %	Summe %
nur Heizöl	6,7	0,7	2,0	9,4
Heizöl und Festbrennstoffe	10,3	9,7	35,3	55,3
nur Festbrennstoffe	6,9	2,8	25,6	35,3
Summe	23,9	13,2	62,9	100

Es konnten 794 Probanden ausgewertet werden, in 12 Fällen gab es keine Informationen über das Heizungssystem. Mehr als 60 % der landwirtschaftlichen Wohnhäuser waren nur mit Einzelöfen ausgestattet, während etwa 37 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser auf Zentralheizung umgestellt hatten. In etwa 13 % aller Fälle waren beide Heizungssysteme nebeneinander zu finden.

Anlagen mit Zentralheizung waren gegenüber den anderen Heizungssystemen häufiger auf Ölbetrieb eingerichtet (ca. 70 % der nur mit Öl betriebenen Heizungsanlagen waren Zentralheizungen), Festbrennstoffe wurden dagegen überwiegend in Einzelöfen verheizt.

Die Ausstattung mit Heizungssystemen hängt stark von der Betriebsgröße ab (Tab. 35).

Tabelle 35: Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern mit Heizungssystemen 1978, klassifiziert nach Betriebsgröße (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Heizungssystem	Betriebsgrößenklassen von .. bis unter ..					Ø Bayern %
	0-10 ha %	10-20 ha %	20-30 ha %	30-50 ha %	50-100 ha %	
Einzelöfen	74,6	61,0	54,7	40,4	35,3	62,9
Zentralheizung	15,6	25,9	36,0	42,3	64,7	23,9
Zentralheizung + Einzelöfen	9,8	13,1	9,3	17,3	0	13,2
	100	100	100	100	100	100

Der Anteil der landwirtschaftlichen Wohnhäuser, die mit Einzelöfen ausgestattet waren, nahm von ca. 75 % in der Betriebsgrößenklasse 0 - 10 ha auf ca. 35 % (Betriebsgrößenklasse 50 - 100 ha) ab, dagegen waren in kleinen Betrieben nur etwa 16 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit Zentralheizung ausgestattet gegenüber ca. 65 % in den größten Betrieben. Ein Zusammenhang zwischen dem Anteil der landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit beiden Heizsystemen und der Betriebsgröße war nicht erkennbar. Die Art des Heizungssystems trägt in hohem Maße zur Erklärung des unterschiedlichen Brennstoffverbrauchs in den Betriebsgrößenklassen bei.

Ein differenziertes Bild zeigte die Schichtung der Stichprobe nach der Größe der Wohnfläche. Einzelofenheizungen nahmen mit zunehmender Wohnfläche ab. Es wurden aber noch ca. 38,5 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit einer Wohnfläche von 200 - 250 m<sup>2</sup> und 16,6 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser über 250 m<sup>2</sup> Wohnfläche mit Einzelöfen beheizt. Der Anteil ausschließlich zentralbeheizter Wohnhäuser stieg von 7,6 % (50 - 100 m<sup>2</sup> Wohnfläche) auf ca. 40 % (landwirtschaftlicher Wohnhäuser mit einer Wohnfläche von 200 m<sup>2</sup> und mehr). Mit zunehmender Wohnfläche nahm der Anteil der Probanden, die mit beiden Systemen ausgestattet waren, kontinuierlich zu (Tab. 36).

Tabelle 36: Ausstattung landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern 1978 mit Heizungssystemen, klassifiziert nach Wohnfläche (Ergebnis einer Umfrage, n = 787)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Wohnfläche von ... m <sup>2</sup> bis unter ... m <sup>2</sup>	1-50	50-100	100-150	150-200	200-250	≥ 250	Bayern
Einzelöfen	100 %	87,6 %	69,0 %	46,2 %	38,5 %	16,6 %	62,9 %
Zentralheizung	-	7,6 %	19,5 %	35,7 %	40,0 %	41,7 %	23,8 %
Zentralheizung + Einzelöfen	-	4,8 %	11,5 %	18,1 %	21,5 %	41,7 %	13,3 %
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Zahl der Fälle	5	145	339	221	65	12	767

Es ist zu vermuten, daß in größeren landwirtschaftlichen Wohnhäusern vermehrt Kachelöfen und offene Kamine etc. zu finden sind, die Zentralheizung jedoch den größten Teil der Wärmeversorgung übernimmt. Dafür spricht auch der durchschnittliche Brennstoffverbrauch in den verschiedenen Heizungssystemen (Tab. 37).

In mit Einzelöfen beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern wurden mit 31 548 kWh je Wohnhaus und Jahr im Durchschnitt lediglich 59 % der Brennstoffmenge von zentralbeheizten Wohnhäusern (62 848 kWh/a) benötigt. Wohnhäuser, die mit beiden Heizungssystemen beheizt wurden (Tab. 37, Spalte 5), wiesen ebenfalls einen Brennstoffverbrauch von ca. 60 000 kWh/a auf. Der Unterschied zu mit Einzelöfen beheizten Wohnhäusern war teilweise durch die ca. 30 % größere Wohnfläche bedingt, doch lag auch der spezifische Brennstoffverbrauch der zentralbeheizten Gebäude (412,3 kWh/m<sup>2</sup> · a) um fast 50 % über dem Wert von einzelofenbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern, der ca. 280 kWh/m<sup>2</sup> · a betrug (Tab. 37).

Tabelle 37: Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit Einzelöfen und Zentralheizung 1978 und deren wichtigste Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Einflußgrößen	Einheit	Landwirtschaftliche Wohnhäuser mit Zentralheizung	Einzelöfen	Einzelöfen + Zentralheizung	Ø ldw. Wohnhäuser in Bayern
Zahl der Fälle	Anzahl	190	499	105	794
Brennstoffverbrauch	$\bar{x}$ s	kWh/a kWh/a	62 848 48 814	31 548 17 819,3	59 848 26 808,1
Heizleistung	$\bar{x}$ s	kW kW	44,8 38,25	16,7 9,02	45,3 15,0
Wohnfläche	$\bar{x}$ s	$\text{m}^2$ $\text{m}^2$	156,3 47,9	122,7 39,28	158,6 50,42
spez. Brennstoffverbrauch	$\bar{x}$ s	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$	412,3 284,3	281,2 228,68	397,2 182,2
spez. Heizleistung	$\bar{x}$ s	$\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$	288,4 203,1	142,8 93,34	297,3 97,11

Die spezifische Heizleistung von Zentralheizkesseln (288,4 W/m<sup>2</sup> Wohnfläche der Stichprobe) war mehr als doppelt so hoch wie die Heizleistung der Einzelöfen (Tab. 37). Die durchschnittliche Gesamtheizleistung von Einzelöfen betrug 16,7 kW, die von Zentralheizkesseln 44,8 kW, kombinierte Heizungssysteme erreichten mit 45,3 kW noch geringfügig höhere Werte.

Der Brennstoffbedarf wurde, je nach installiertem Heizungssystem, recht unterschiedlich befriedigt. In landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Zentralheizung dominierte Heizöl als Energieträger, das etwa 2/3 der benötigten Wärme lieferte (Abb. 16, Säule 1).

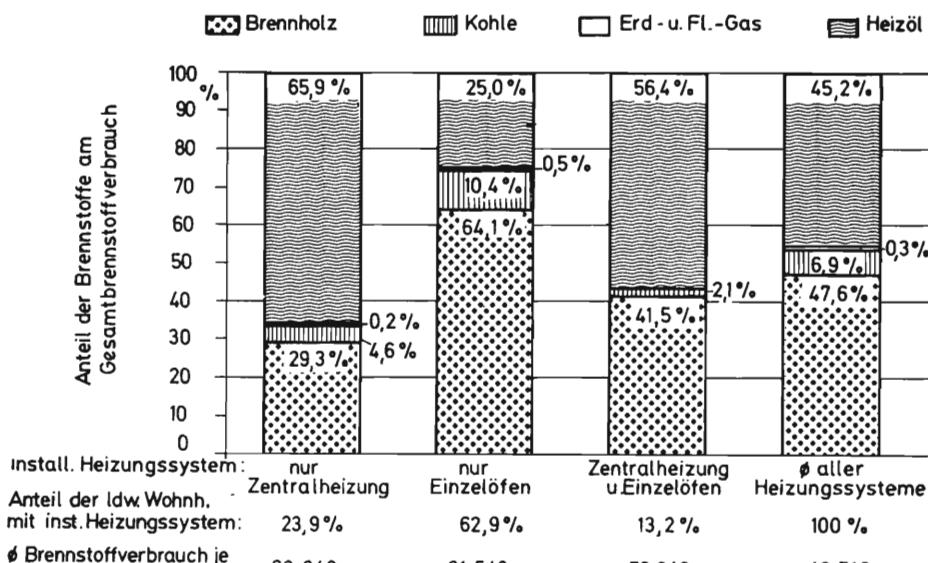


Abb. 16: Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit unterschiedlichen Heizungssystemen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Auch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Zentralheizung und Einzelöfen war Heizöl noch mit fast 60 % wichtigster Wärmelieferant (Abb. 16, 3. Säule), während in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Ofenheizung durch Heizöl im Durchschnitt nur etwa 1/4 des Wärmebedarfs gedeckt wurde (Abb. 16, 2. Säule). Erd- und Flüssiggas waren mit weniger als 1 % an der Gesamtwärmebedarfsdeckung beteiligt, Kohle erreichte in mit Einzelöfen beheizten Anlagen einen Anteil von etwa 10 % des Brennstoffverbrauchs, in zentralbeheizten Wohnhäusern allerdings wesentlich weniger (ca. 4,5 %), wobei der Unterschied nicht durch eine geringere Kohlemenge, sondern in erster Linie durch den hohen Gesamtbrennstoffverbrauch bedingt war. Ähnliches gilt auch für den Einsatz von Brennholz als Heizmaterial, wovon in mit Einzelöfen beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern durchschnittlich 13 rm (= 20 150 kWh) verbraucht wurden, das entspricht ca. 2/3 des Brennstoffbe-

darfs dieser Gebäude. Etwa 12 rm/a Brennholzverbrauch in zentralbeheizten Wohnhäusern dagegen entsprechen weniger als 30 % des Gesamtbrennstoffverbrauches. Mit 16 rm (= 24 800 kWh) Brennholz ist der Verbrauch in Wohnhäusern mit kombinierten Heizungssystemen absolut am höchsten (Abb. 16).

Mit Hilfe des T-Tests wurden die Unterschiede des Brennstoff-, Holz und Heizölverbrauches überprüft (Tab. 38). Die Unterschiede im Brennstoffverbrauch zwischen mit Einzelöfen beheizten und zentralbeheizten Wohnhäusern waren signifikant verschieden (Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99\%$  bis  $99,9\%$ ), etwas unsicherer waren sie beim Brennholzverbrauch (Tab. 38). Unterschiede zwischen zentralbeheizten und kombiniert beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern waren nur beim Heizölverbrauch nachweisbar. Ein Vergleich der Heizsysteme hinsichtlich des spezifischen Brennstoffverbrauches ( $\text{kWh/m}^2$  Wohnfläche) lässt trotz etwas geringerer Unterschiede gegenüber dem Gesamtbrennstoffverbrauch Aussagen mit der gleichen Sicherheit zu.

Tabelle 38 : Test der Unterschiede des jährlichen Brennstoffverbrauchs in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern mit verschiedenen Heizungsanlagen auf Signifikanz

Spalte 1	2	3
Ldw. Wohnhäuser mit	Zentralheizung	Einzelöfen + Zentralheizung
jährlicher Brennstoffverbrauch je ldw. Wohnhaus		
Einzelofenheizung	***	***
Zentralheizung		n.s.
jährlicher Heizölverbrauch je ldw. Wohnhaus		
Einzelofenheizung	***	***
Zentralheizung		**
jährlicher Brennholzverbrauch je ldw. Wohnhaus		
Einzelofenheizung	**	*
Zentralheizung		n.s.
Ø Brennstoffverbrauch je m <sup>2</sup> Wohnfläche		
Einzelofenheizung	***	***
Zentralheizung		n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Die Ursachen des hohen Brennstoffverbrauches in zentral beheizten Wohnhäusern waren zum Teil durch das Heizungssystem selbst, aber auch durch die Heizgewohnheiten bedingt (vergl. STURBECK, 73). Gegenüber Einzelöfen ist mit

- höheren Wärmeverteilungsverlusten und daraus resultierend
- einer höheren spezifischen Heizleistung (Heizleistung je m<sup>2</sup> Wohnfläche)

zu rechnen, wie in Tabelle 36 bereits dargestellt. Nicht quantifizierbar waren der aus der bequemeren Bedienbarkeit von Zentralheizungen resultierende Brennstoffmehrverbrauch sowie der Einfluß der Gebäudeisolierung, da diese Größen im Rahmen einer Umfrage nur unzureichend erfaßbar sind. Auch die Zentralheizkessel mit sehr hohen Leistungsreserven haben nach BUDERUS (10) höhere Verluste und damit einen Brennstoffmehrverbrauch zur Folge.

Die Heizleistung eines Heizkessels wird durch Addition aller Wärmebedarfsmengen ermittelt (nach 10):

$$Q_K = Q_T + Q_L + Q_B + Q_Z + Q_S + Q_V + Q_1 + \dots + Q_X \text{ in (kW)* (Gl. 12)}$$

Es bedeuten:

$Q_K$  in kW\* = die maximal stündliche Heizleistung für die Wärmeerzeugung

$Q_T$  in kW\* = der Transmissionswärmeverbrauch nach DIN 4701

$Q_L$  in kW\* = der Lüftungswärmebedarf nach DIN 4701

$Q_B$  in kW\* = der Brauchwasserwärmeverbrauch oder Kesselzuschlag

$Q_Z$  in kW\* = der Wärmebedarf für Klimaanlagen bzw. Lüftungsanlagen mit Luftaufbereitung

$Q_S$  in kW\* = Wärmeverlust durch Abstrahlung an ihren Aufstellungsraum und der Wärmeverlust infolge Luftdurchspülung durch den Kessel

$Q_V$  in kW\* = Wärmebedarf zur Deckung von Rohrleitungsverlusten zwischen Wärmeerzeuger und Verbrauchsstellen, soweit diese nicht zur Deckung von  $Q_T$  und  $Q_L$  dienen

$Q_1 \dots Q_X$  in kW = der sonstige Wärmebedarf, z.B. für Schwimmbaderwärmung

\* genauer:  $\frac{\text{kWh}}{\text{h}}$ , d.h. es wird der in 1 Stunde max. auftretende Wärmeverbrauch berechnet

Ein geeigneter Vergleichsmaßstab für die Beurteilung der Kesselgröße stellt die spezifische Kesselheizleistung ( $\frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \text{ Wohnfläche}}$ ) dar, die in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978 im Mittel ca. 0,2 kW je m<sup>2</sup> Wohnfläche betrug (vergl. Tab. 37). Spezifische Heizleistung und spezifischer Brennstoffverbrauch in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern wiesen eine Korrelation von mehr als 85 % auf, entsprechend hoch war das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgeraden (Abb. 17):

$$y = 1,22 x + 67,9 \quad B = 0,731 \quad n = 176 \quad (\text{Gl. 13})$$

Es bedeuten:

$y$  = spezifischer Brennstoffverbrauch in zentralbeheizten Wohnhäusern in kWh je  $\text{m}^2$  Wohnfläche

$x$  = spezifische Heizleistung in zentralbeheizten Wohnhäusern in W je  $\text{m}^2$  Wohnfläche

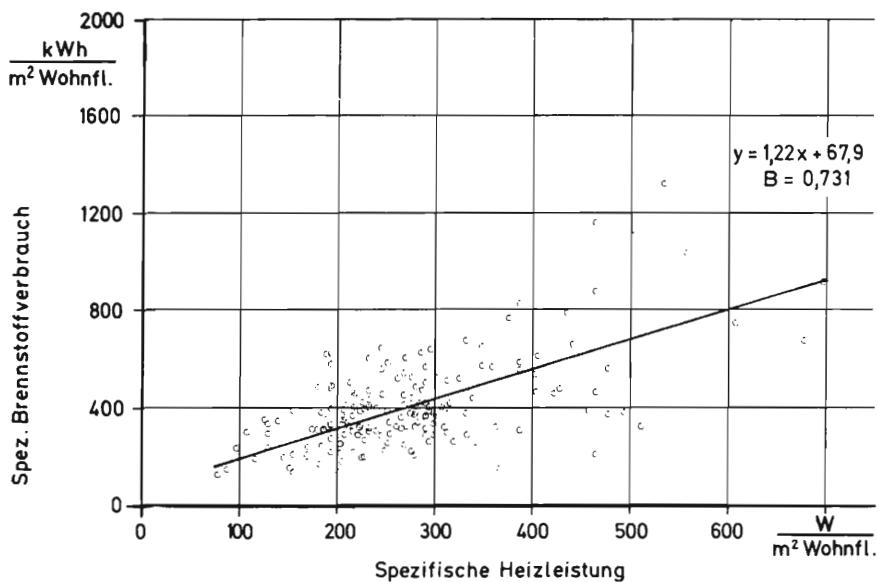


Abb. 17: Spezifischer Brennstoffverbrauch in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der spezifischen Heizleistung (Ergebnis einer Umfrage,  $n = 176$ )

Der spezifische Brennstoffverbrauch steigt um 122 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr an, wenn sich die spezifische Heizleistung um 0,1 kW je  $\text{m}^2$  Wohnfläche erhöht. Ca. 73 % der Streuung des spezifischen Brennstoffverbrauchs sind durch die spezifische Heizleistung zu erklären.

Die Ursachen eines zu hohen spezifischen Brennstoffverbrauches sind in erster Linie in einer schlechten Wärmedämmung und einer Überdimensionierung des Heizkessels zu suchen. Die Qualität der Wärmedämmung geht in die Berechnung der Kesselheizleistung (S. 74) ein. Hohe Leistungsreserven ent-

stehen dadurch, daß die Heizleistung nach DIN 4701 auf den kältesten Tag des Jahres ausgelegt wird. Mit der drastischen Verteuerung des Heizöls hat jedoch der Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung wesentlich an Bedeutung gewonnen. Neben Verbesserungen am Heizkessel selbst werden bei der Planung von neuen Heizungsanlagen die Leistungsreserven der Heizkessel reduziert.

Die Anpassung der Kesselleistung auf den tatsächlichen Bedarf ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Energieeinsparung. Eine Verbesserung der Wärmedämmung des Wohnhauses sollte daher auch eine Anpassung des Heizkessels auf den verringerten Leistungsbedarf nach sich ziehen.

#### 6.6 Einfluß des Waldbesitzes auf den Brennholz- und Brennstoffverbrauch

Ca. 70 % aller landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern besitzen Wald und haben damit die Möglichkeit, ihr Heizmaterial ganz oder teilweise selbst zu produzieren. Darüberhinaus besteht häufig die Möglichkeit, in im öffentlichen Eigentum befindlichem Wald Durchforstungs- und Ernterückstände kostenlos oder gegen einen geringen Betrag selbst zu werben. Auf diese Möglichkeit der Brennstoffbeschaffung wurde in der Vergangenheit häufig verzichtet, da einem erheblichen notwendigen Arbeitsaufwand nur ein verhältnismäßig geringer Wert des Brennstoffes gegenüberstand. Das hatte zur Folge, daß sich im Laufe der Zeit im Wald Holzreste ansammelten, die bei Neukulturen mit Mulchgeräten zerkleinert und eingearbeitet werden mußten oder aber verbrannt wurden.

In Bayern war jedoch offensichtlich auch in Jahren relativ niedriger Heizölpreise die Nutzung von Schwachholz für Landwirte interessant, was unter anderem darauf zurückzuführen ist, daß auf vielen landwirtschaftlichen Betrieben im Winter noch freie Arbeitskapazitäten vorhanden sind. Diese werden im Winter häufig zur Waldarbeit genutzt. Nur so ist es erklärbar, daß in ca. 86 % aller landwirtschaftlichen Betriebe, die keinen Wald besitzen, Brennholz verbraucht wird, im Durchschnitt ca. 10 rm/Betrieb im Jahr 1978 (Tab. 39).

Tabelle 39: Vergleich des jährlichen Brennstoff- und Brennholzverbrauches in landwirtschaftlichen Betrieben mit und ohne Waldbesitz in Bayern 1978 (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Merkmale	Zahl der Fälle	Einheit	ldw. Betriebe mit Waldbesitz	ldw. Betriebe ohne Waldbesitz	Signifikanz der Unterschiede
Anzahl der ldw. Betriebe in der Stichprobe	806		567	239	
Anteil der ldw. Betriebe in der Stichprobe		%	70,3	29,7	
Ø Betriebsgröße	806	ha LF	16,1	12,3	**
Ø Waldfläche je Betrieb	567	ha	4,3		
Anteil der ldw. Betriebe mit Brennholzverbrauch	720	%	90,7	86,2	
Ø Brennstoffverbrauch je ldw. Wohnhaus (nur Fälle mit Angaben berücksichtigt)	799	kWh/a	44 294 (n=561)	38 997 (n=238)	**
Ø Brennholzverbrauch je ldw. Wohnhaus (nur Fälle mit Angaben berücksichtigt)	720	rm/a kWh/a	16,4 25 427 (n=514)	9,9 15 402 (n=206)	***
Ø Wohnfläche je ldw. Wohnhaus	800	m <sup>2</sup>	139,9	124,9	

Es bedeuten:

n = Anzahl

\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikanter Unterschied mit Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Anmerkung:

Es wurden immer nur die Fälle ausgewertet, in denen Werte über das jeweilige Problem vorlagen (s. Spalte 2).

Wesentlich höher allerdings war der Brennholzeinsatz in landwirtschaftlichen Betrieben mit Waldbesitz (90,7 % verbrauchten im Durchschnitt mehr als 16 rm/a). Auch der Gesamtbrennstoffverbrauch war in landwirtschaftlichen Betrieben mit Waldbesitz 1978 gegenüber solchen ohne Wald deutlich höher, was weitgehend mit Unterschieden in der durchschnittlichen Betriebsgröße und der

Wohnfläche erklärt werden kann. Die These, daß die eigene Waldfläche den Brennholzverbrauch der Kleinprivatwaldbesitzer weitgehend bestimmt (33), kann damit bestätigt werden, das Ausmaß der Abhängigkeit liegt allerdings unter den Erwartungen. Demnach ist in vielen Fällen der eigene Wald nicht die einzige Bezugsquelle für das Brennholz. Auch von Landwirten mit Waldbesitz wird häufig Holz für Heizzwecke von Waldflächen geworben, die nicht zum eigenen Betrieb gehören. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen von LAMMEL und PLOCHMANN (33) dient der Eigenverbrauch an Schwachholz in Höhe von jährlich ca. 1,3 Efm/ha zum größten Teil zur Verfeuerung. Diese Menge kann nur ca. 49 % des tatsächlich verbrauchten Brennholzes in Höhe von 16,4 rm/a (Tab. 39) erklären. Demzufolge würden durchschnittlich mehr als 8 rm/a Brennholz von Waldflächen stammen, die nicht zu den landwirtschaftlichen Betrieben gehören, in deren Wohnhäuser Holz verheizt wird. Zur Abschätzung der Möglichkeiten des Ersatzes fossiler Brennstoffe in den landwirtschaftlichen Wohnhäusern durch Holz muß daher die Gesamtwaldfläche und nicht nur die im landwirtschaftlichen Besitz befindliche Waldfläche berücksichtigt werden. Lokale Unterschiede des Wärmebedarfes und dessen Deckung werden in Kapitel 8.4 näher untersucht.

### 6.7 Gleichzeitige Prüfung des Einflusses mehrerer Variablen auf den Brennstoff und Brennholzverbrauch

Der Brennstoffverbrauch wird von mehreren Variablen beeinflußt, welche teilweise voneinander abhängig sind. Es wirken beispielsweise zunehmende Heizleistung und zunehmende Wohnfläche auf eine höheren Brennstoffverbrauch hin. Die Heizleistung wiederum steigt mit der Wohnfläche an. Diese Zusammenhänge können in einer Interkorrelationsmatrix dargestellt werden (Tab. 40), in der die jeweiligen partiellen Korrelationskoeffizienten, das sind die Maße für den Zusammenhang eines Wertepaars, aufgelistet sind.

Tabelle 40: Partielle Korrelationskoeffizienten zwischen Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern und wichtigen Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 463)

Spalte 1	2	3	4	5	6
Einflußgröße	Brennstoffverbrauch in ldw. Wohnhäusern	ldw. genutzte Fläche	Personen/Haushalt	Wohnfläche	Heizleistung
Ldw. genutzte Fläche	0,4156				
Personen je Haushalt	0,2820	0,2239			
Wohnfläche	0,4638	0,4245	0,3573		
Heizleistung	0,6158	0,4016	0,2968	0,5947	
StBE	0,3849	0,8937	0,2606	0,4539	0,4366

Der partielle Korrelationskoeffizient  $r$  zwischen der Wohnfläche landwirtschaftlicher Wohnhäuser und deren Brennstoffverbrauch beträgt 0,4638 (Tab. 40, Spalte 2), zwischen Heizleistung und Brennstoffverbrauch ist der Wert  $r = 0,6158$ . Wohnfläche und Heizleistung wiederum besitzen einen Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,5947$ , d.h. daß die Streuung der Heizleistung zu ca. 60 % durch die Größe der Wohnfläche erklärt werden kann.

Die schrittweise aufbauende multiple Regression bezieht die Variablen sukzessive in die Regressionsgleichung ein. Die Variable mit dem höchsten partiellen Korrelationskoeffizienten  $r$  wird zuerst in die Berechnung aufgenommen, es folgen die Größen mit der jeweils höchsten Erklärung der Reststreuung.

Mit der Heizleistung und der Wohnfläche landwirtschaftlicher Wohnhäuser war ein wesentlicher Teil der Streuung des Brennstoffverbrauches erkläbar. Mit Gleichung (16) konnte ca. 60 % der Streuung des Brennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern erklärt werden. Dieser nahm um ca. 1 017 kWh je kW Heizleistung zu, die zusätzliche Erklärung durch die Wohnfläche war mit ca. 16 kWh je m<sup>2</sup> Wohnfläche nur noch gering.

$$y = 1\ 017\ x_1 + 16,1\ x_2 + 14\ 881 \quad B = 0,604 \quad n = 622 \quad (\text{Gl. 16})$$

Es bedeuten:

$y$  = jährlicher Brennstoffverbrauch in kWh je landwirtschaftlichem Wohnhaus

$x_1$  = Heizleistung in kW je landwirtschaftlichem Wohnhaus

$x_2$  = Wohnfläche in m<sup>2</sup> je landwirtschaftlichem Wohnhaus

Durch die Aufnahme weiterer Variablen in der Analyse war eine Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes nicht mehr möglich.

Die Einflüsse auf den Brennstoffverbrauch ließen sich am stärksten in zentralgeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern erkennen. Gesamtheizleistung und Wohnfläche konnten ca. 78 % der Streuung des Brennstoffverbrauches erklären (Gleichung 17).

$$y = 1\ 174,3\ x_1 - 56,7\ x_2 + 20\ 686,6 \quad B = 0,783 \quad n = 176 \quad (\text{Gl. 17})$$

Es bedeuten:

$y$  = Brennstoffverbrauch in kWh je landwirtschaftlichem Wohnhaus mit Zentralheizung

$x_1$  = Gesamtheizleistung in kW je landwirtschaftlichem Wohnhaus mit Zentralheizung

$x_2$  = Wohnfläche in m<sup>2</sup> je landwirtschaftlichem Wohnhaus mit Zentralheizung

Dagegen zeigten sich in landwirtschaftlichen Wohnhäusern, die nur mit Einzelöfen oder aber kombiniert (Zentralheizung und zusätzlichen Einzelöfen) beheizt werden, derartige Korrelationen nicht.

Auch der Brennholzverbrauch steht nur in sehr lockerem Zusammenhang mit den ihn beeinflussenden Faktoren. Bestimmtheitsmaße von mehr als 20 % waren

in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Zentralheizung nachweisbar (Gleichung 18).

$$y_1 = 1\ 574,2\ x_1 + 64,6\ x_2 + 1\ 349,1\ x_3 - 65,0\ x_4 + 6\ 927 \quad (\text{Gl. 18})$$

$$B = 0,248 \quad n = 103$$

$$y_2 = 1\ 221\ x_1 + 1\ 131,4\ x_3 + 36,2\ x_2 + 10\ 571 \quad (\text{Gl. 19})$$

$$B = 0,171 \quad n = 420$$

Es bedeuten:

$y_1$  = jährlicher Brennholzverbrauch in zentralbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern in kWh

$y_2$  = jährlicher Brennholzverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Holzverbrauch

$x_1$  = Waldfläche je landwirtschaftlichem Betrieb in ha

$x_2$  = Wohnfläche je landwirtschaftlichem Betrieb in m<sup>2</sup>

$x_3$  = Zahl der Personen je landwirtschaftlichem Haushalt

$x_4$  = Gesamtheizleistung in kW

Es konnten insgesamt 420 Fragebögen mit Angaben über den Brennholzverbrauch und dessen Einflußgrößen ausgewertet werden. In 103 Fällen wurden die landwirtschaftlichen Wohnhäuser ausschließlich zentralbeheizt. Sowohl Gleichung (18) als auch Gleichung (19) bestätigen, daß der eigene Waldbesitz die wichtigste aller aufgeführten Einflußgrößen ist. Als Einflußfaktoren mit dem höchsten partiellen Korrelationskoeffizienten wurde die Waldfläche stets als erste erklärende Variable in die aufbauende multiple Regression einbezogen. Aufgrund der sehr geringen Bestimmtheitsmaße ist eine quantitative Aussage mit großer Unsicherheit behaftet.

Durch die multiple Regressions- und Korrelationsanalyse konnten Gesamtheizleistung und Wohnfläche als wichtigste Einflußfaktoren auf den Brennstoffverbrauch bestimmt werden. Der Brennholzverbrauch wird dagegen vom Waldbesitz maßgeblich beeinflußt. Zur Absicherung quantitativer Aussagen über den Einfluß der genannten Faktoren sollen ihre Auswirkungen miteinander verglichen werden.

## 6.8 Vergleich der Auswirkungen wichtiger Einflußgrößen auf den Brennstoff- und Brennholzverbrauch

Um die Bedeutung der bisher untersuchten Einflußgrößen auf den Brennstoffverbrauch besser beurteilen zu können, müssen sie in vergleichbare Größen transformiert werden. Zu diesem Zweck wurde die Veränderung der Zielgröße (Brennstoffverbrauch, Brennholzverbrauch) bei relativer Veränderung der Einflußgrößen festgestellt. Die Einflußgrößen wurden klassifiziert und die Klassengrößen in von Hundert ihres Mittelwertes ausgedrückt. Um eine ausreichende Klassenbesetzung zu erhalten, wurden insgesamt nur 6 Klassen gebildet:

1. Klasse:	$\geq 0\%$ und $< 40\%$ des Mittelwertes
2. Klasse:	$\geq 40\%$ und $< 80\%$ des Mittelwertes
3. Klasse:	$\geq 80\%$ und $< 120\%$ des Mittelwertes
4. Klasse:	$\geq 120\%$ und $< 160\%$ des Mittelwertes
5. Klasse:	$\geq 160\%$ und $< 200\%$ des Mittelwertes
6. Klasse:	$\geq 200\%$ des Mittelwertes

Durch Berechnung der Mittelwerte der einzelnen Einflußgrößen in den jeweiligen Klassen sind Tendenzen aufzeigbar, wenn anschließend diese Punkte miteinander verbunden werden.

In Abbildung 18 wurden die Auswirkungen der Variablen Wohnfläche, Heizleistung, spezifische Heizleistung und Zahl der Personen je landwirtschaftlichem Haushalt auf den Brennstoffverbrauch dargestellt.

Mit der Zunahme der Wohnfläche war eine deutliche Erhöhung des jährlichen Brennstoffverbrauches festzustellen. Die Steigerung verlief bis zu einer Wohnfläche von 160 - 200 % des Mittelwertes annähernd linear, darüberhinaus nahm der Brennstoffverbrauch stärker zu (s. auch Anhangstabelle 2).

Der Einfluß der Heizleistung und der spezifischen Heizleistung war ähnlich, lag aber schon deutlich unter dem der Wohnfläche, was durch den flacheren Verlauf der Verbindungslienien zwischen den Mittelwerten zum Ausdruck kommt. Der Anstieg des Brennstoffverbrauches war mit zunehmender Heizleistung weitgehend linear und ähnelte dem der Wohnfläche; denn je größer die Wohn-

fläche, desto höher ist im allgemeinen auch die Heizleistung. Dagegen neutralisiert die spezifische Heizleistung die Wohnfläche als Einflußgröße. Überdurchschnittlich groß bemessene Kessel können sowohl in Wohnhäusern mit geringer als auch mit großer Wohnfläche vorhanden sein. Die Klassifizierung nach spezifischer Heizleistung unterscheidet sich also wesentlich von den vorhergehenden. Trotzdem ist ebenfalls ein deutlicher Anstieg des Brennstoffverbrauches mit zunehmender spezifischer Heizleistung festzustellen, der etwa 2 500 kWh beträgt, wenn sich die spezifische Heizleistung um 10 % ihres Mittelwertes erhöht. In welchen Grenzen die spezifische Heizleistung variierte, zeigt die Besetzung der extremen Klassen: 13 % aller ausgewerteten Fälle wiesen eine spezifische Heizleistung von weniger als 40 % des Mittelwertes auf, ca. 5,5 % überschritten diesen aber um mehr als 100 %. Dieses Ergebnis ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß bei der Zuordnung des Heizkessels zum Wohnhaus in der Vergangenheit andere Kriterien als die Höhe des Brennstoffverbrauches von Bedeutung waren.

Der Einfluß der Betriebsgröße und des StBE ist deutlich geringer ausgeprägt als der der vorher beschriebenen Einflußfaktoren.

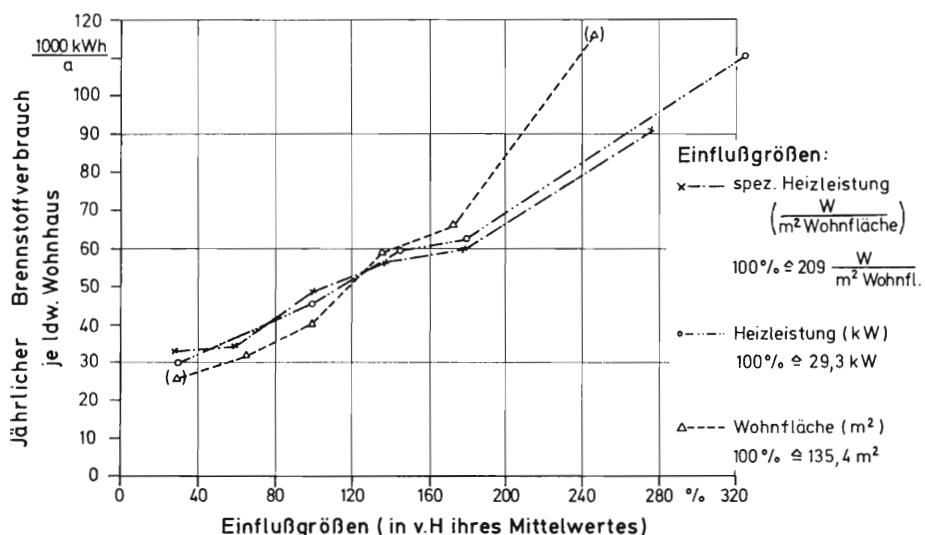


Abb. 18: Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Der spezifische Brennstoffverbrauch beschreibt die Menge, die je  $\text{m}^2$  Wohnfläche verheizt wird. Die Wohnfläche wird als Einflußgröße ausgeschaltet, wie auch Abbildung 19 deutlich zeigt: mit Ausnahme der Wohnhäuser mit kleinsten Wohnflächen (in 9 Fällen betrug die Wohnfläche weniger als 40 % des Mittelwertes von  $135,4 \text{ m}^2$ ) lag der spezifische Brennstoffverbrauch im Durchschnitt in allen Wohnflächenklassen bei ca.  $320 \text{ kWh/m}^2$  Wohnfläche.

Den deutlich stärksten Einfluß auf den spezifischen Brennstoffverbrauch besaß die spezifische Heizleistung. Bis zu einer spezifischen Heizleistung von  $160 - 200\%$  des Mittelwertes von  $209 \text{ W/m}^2$  Wohnfläche war der Anstieg linear, darüber hinaus wurde er steiler. Tendenziell stieg also der spezifische Brennstoffverbrauch mit zunehmender Heizleistung überproportional stark an (Abb. 19). Bei gleichbleibender Wohnfläche ist somit die Reduzierung der Heizkesselleistung auf den gerade noch ausreichenden Wert neben Isoliermaßnahmen die effektivste Möglichkeit der Brennstoffersparnis (s. auch Anhangstabelle 3).

#### Einflußgrößen:

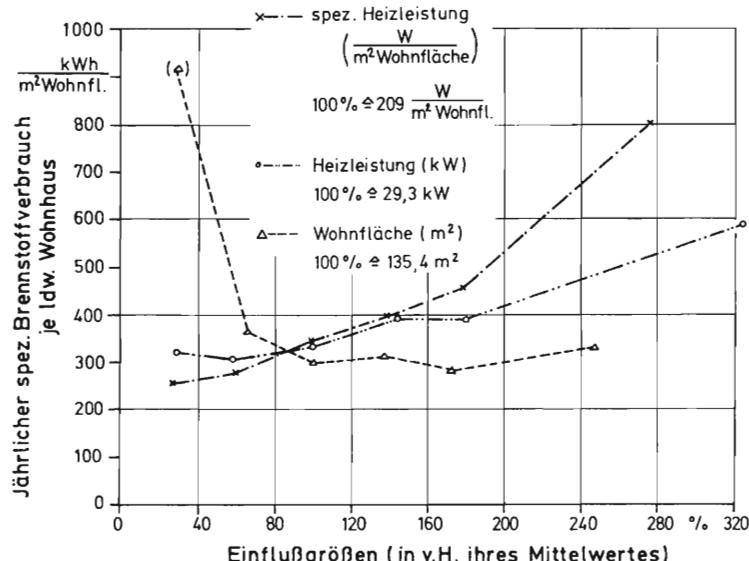


Abb. 19: Spezifischer Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 794)

Ein, wenn auch flacher, Anstieg des spezifischen Brennstoffverbrauches war mit zunehmender Gesamtheizleistung der installierten Heizungsanlagen zu beobachten. Heizkessel mit einer überdurchschnittlichen Heizleistung waren also besonders häufig nicht auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmt.

Völlig unabhängig dagegen war der spezifische Brennstoffverbrauch von den Faktoren Betriebsgröße, StBE und der Zahl der im Haushalt versorgten Personen.

Der Brennholzverbrauch wurde, wie bereits festgestellt, wesentlich von der Größe der Eigenwaldfläche bestimmt. Mit zunehmender Waldfläche im Eigenbesitz veränderte sich auch der Brennholzverbrauch am deutlichsten, allerdings nur bis zu einer Waldfläche, die um ca. 60 - 100 % über dem Mittelwert von 4,26 ha lag. Landwirtschaftliche Betriebe mit einer Waldfläche von mehr als ca. 8,5 ha zeigten keine weitere Steigerung des Brennholzverbrauches, der auf einem Niveau von ca. 25 rm stagnierte (Abb. 20). Mit dieser Menge kann in kleineren landwirtschaftlichen Wohnhäusern bereits der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden.

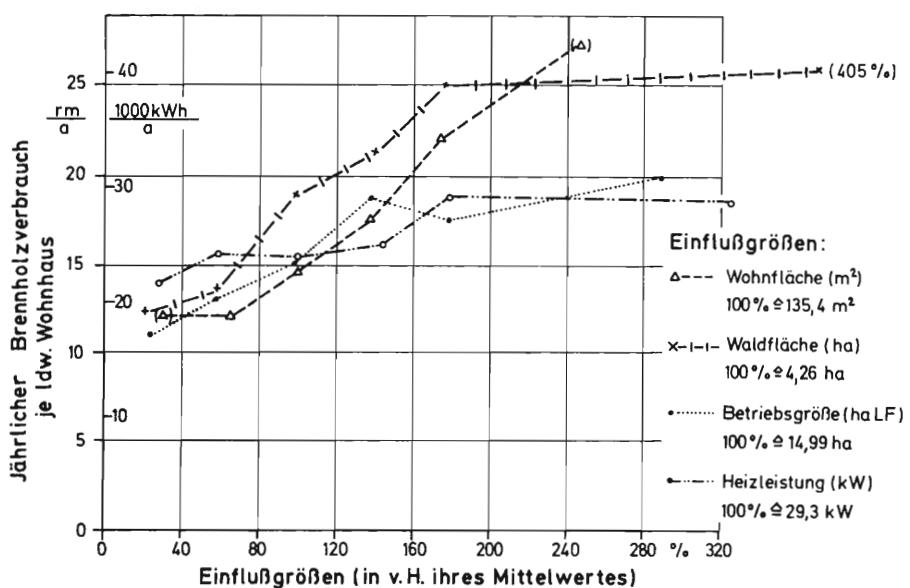


Abb. 20: Jährlicher Brennholzverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern in Abhängigkeit von der relativen Veränderung ausgewählter Einflußgrößen (Ergebnis einer Umfrage, n = 720)

Der Brennholzverbrauch lag in den jeweils unteren Klassen der Einflußgrößen schon deutlich über 10 rm/a. In Wohnhäusern mit unterdurchschnittlicher Wohnfläche betrug er ca. 12 rm/a, stieg dann aber mit zunehmender Wohnfläche stark an. Eine 10 %ige Erhöhung der Wohnfläche (bezogen auf den Mittelwert von 135,4 m<sup>2</sup>) hatte einen um ca. 0,8 rm höheren Brennholzverbrauch zur Folge.

Ein positiver Zusammenhang des Brennholzverbrauches mit Betriebsgröße und Heizleistung war nur andeutungsweise erkennbar (s. auch Anhangstabelle 4).

## 7 Potential an Holzreststoffen und Stroh in Bayern

Die Ermittlung des Stroh- und Holzpotentials in Bayern ist notwendig, da es eine Grenze des theoretisch möglichen Einsatzes fossiler Brennstoffe bildet. Bayern ist mit einer Gebietsfläche von 70 551 km<sup>2</sup> das flächenreichste Bundesland. 49,7 % der Fläche werden landwirtschaftlich genutzt, 33,7 % sind Waldfläche. Bayern ist also überdurchschnittlich stark bewaldet (Tab. 41), während die Bevölkerungsdichte mit 154 Einwohnern je km<sup>2</sup> weit unter dem Bundesdurchschnitt (248 Einwohner je km<sup>2</sup>) liegt (46). Eine Waldfläche von 0,23 ha je Einwohner in Bayern (Bundesrepublik Deutschland 0,12 ha je Einwohner) kann den in der Umfrage festgestellten hohen Brennholzeinsatz teilweise erklären.

Tabelle 41: Waldanteil (absolut und relativ) in Bayern und der Bundesrepublik Deutschland 1978

Spalte 1	2	3	4
Merkmal	Einheit	Bayern	Bundesrepublik Deutschland
Gesamtfläche	km <sup>2</sup>	70 551	248 643
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	km <sup>2</sup>	35 058	123 869
Waldfläche	km <sup>2</sup>	23 745	73 175
Waldanteil	%	33,7	29,6
Waldfläche je Einwohner	ha	0,23	0,12

Quelle: 41, 44, 46

Getreidestroh wird bisher in Bayern in nicht statistisch nachweisbarem Umfang zur Energiegewinnung verwendet. Mittlerweile gibt es aber Strohfeuerungsanlagen, in denen Stroh mit gutem Wirkungsgrad für die Wärmegegewinnung eingesetzt werden kann. Aufgrund des hohen Volumens bzw. des geringen spezifischen Gewichtes des Materials (es werden mit herkömmlichen Ernteverfahren nur etwa 100 kg/m<sup>3</sup> erreicht, das entspricht einer Energiekonzentration von nur etwa 4 - 5 % des Heizöls) stößt sein Transport über weite Entfernungen schnell auf wirtschaftliche Grenzen, so daß der Verbrauch in der Nähe des Anfalles zu erfolgen hat. Damit bildet jedoch Stroh als Brennstoff eine gute regionale Ergänzung zum Brennholz, denn der größte Teil der Waldflächen liegt im oberbayerischen Hochgebirge, in der Ober-

pfalz und in Mittelgebirgslagen. Stroh dagegen fällt besonders viel in guten Ackerbaulagen mit einem hohen Getreideanteil in der Fruchtfolge an (Niederbayern, südlich der Donau, Gebiet um Ochsenfurt und Schweinfurt), in diesen Gebieten gibt es relativ wenig Wald.

Die Potentialabschätzung von Waldreststoffen und Stroh erfolgte ohne Berücksichtigung des Marktgeschehens. Verschiebungen der Wettbewerbskraft konkurrierender Nutzungsmöglichkeiten können die Art der Verwertung von Waldreststoffen und Getreidestroh beeinflussen.

### 7.1 Potential an Holzreststoffen

Im Gegensatz zu jährlich nachwachsenden Pflanzen, deren Anbau kurzfristig umgestellt werden kann, hat die Waldbewirtschaftung langfristig und nachhaltig zu erfolgen. Eine weitere Reduzierung der Waldflächen der Bundesrepublik Deutschland ist durch gesetzliche Regelungen weitgehend ausgeschlossen, die Holznutzung darf also den jährlichen Zuwachs langfristig nicht überschreiten. Das jährlich zur Verfügung stehende Energiepotential im Wald (also bisher nicht genutztes Holz) kann wie folgt ermittelt werden:

$$P_H = Z - N - P_R \pm V \quad (Gl. 20)$$

Es bedeuten:

$P_H$  = jährlich zusätzlich verfügbares Waldreststoffpotential

Z = Zuwachs

N = gegenwärtige jährliche Holznutzung

$P_R$  = Restriktionen für die Nutzung des Waldreststoffpotentials

V = Veränderung des Holzvorrates

Wichtige Daten dafür lieferte die Waldinventur von 1970/71(15), die dem Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Datengrundlage für die Erstellung der Holzaufkommensprognose für die nächsten 20 bis 30 Jahre als Grundlage dienen soll, die Arbeiten von DAUBER et al(11) sowie statistische Angaben über den jährlichen Holzeinschlag (40, 41, 42, 46). Weitere wichtige Arbeiten über Holzaufkommen und -verwendung liegen u.a. von FRÖHWALD (16), HÄBERLE (18), KROTH (30) und PATZAK (53) für die Bundesrepublik Deutschland vor, KRAPFENBAUER (29) machte Aussagen über das Holzpotential in Österreich.

#### 7.1.1 Höhe des jährlichen Holzzuwachses

Die Feststellung des Gesamtholzzuwachses kann nur über eine Waldinventur erfolgen, die bisher jedoch noch nicht durchgeführt wurde (28). Von ASSMANN (4) wurden Aussagen verschiedener Autoren über die Blattmengen und damit geleisteten Zuwächse verschiedener Baumarten zusammengetragen (Tab. 42 ).

Tabelle 42: Blattmengen verschiedener Baumarten und damit geleistete Zuwächse

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
Baumart	Alter	Blätter		damit geleisteter Zuwachs je ha an Volumen m <sup>3</sup> /a		Autor
		Trocken- gewicht t	Ober- fläche ha	Trocken- stoff t/a		
Esche	15	2,5	4,5*	6,9	3,5	BOYSEN-JENSEN in (4)
Eiche	40	1,7	3,1*	11,0	6,3	MAR/MØLLER in (4)
Buche	117	2,6	5,6*	10,0	6,0	MAR/MØLLER in (4)
Buche	98	2,8	6,1*	9,4	5,3	BURGER in (4)
Fichte	65	10,3	13,1	16,4	6,4	BURGER in (4)
Fichte	37	10,3	12,0	23,5	9,2	MAR/MØLLER in (4)
Douglasie	41	16,9	27,1	34,0	16,3	BURGER in (4)

\* einseitige Blattflächen

Quelle: (4)

Je nach Baumart und Alter des Bestandes wurde ein jährlicher Volumenzuwachs bis zu 34 m<sup>3</sup>/ha festgestellt, Laubbäume erreichten max. 11,0 m<sup>3</sup>/ha.

In der Forstwirtschaft besaß bisher die Derbholzproduktion (Derbholz = Holz der oberirdischen Biomasse mit einem Durchmesser ab 7 cm) eine vorrangige Bedeutung. Der Derbholzzuwachs wurde für Bayern 1971 mit 5,6 Efm o.R. beziffert (42). Der Derbholzanteil am gesamten Biomasseaufkommen bis zur Endnutzung belief sich nach DAUBER et al (11) auf ca. 57,5 %, 42,5 % waren Reststoffe wie Nadeln, Laub, Reisholz, Derbholzrinde, nicht aufgearbeitetes Kronenderbholz und Stockholz. Dieses Ergebnis, auf den Derb-

holzzuwachs übertragen, lässt für Bayern einen jährlichen Volumenzuwachs von ca. 9,74 Efm o.R./ha erwarten. Dieser Wert erscheint gegenüber denen aus Tabelle 42 als niedrig. Je nach Standort und Alter der Bäume treten aber starke Schwankungen der Zuwachsleistungen auf. Für die Waldfläche in Bayern kann der jährliche Zuwachs deshalb ohnehin nur geschätzt bzw. mit Hilfe von Parametern wie Holzvorrat (30) oder Derbholzeinschlag (11, 30, 41) abgeleitet werden.

KROTH (30) erwartete für Bayern 1980 einen Derbholzvorrat von ca. 250 Efm o.R./ha und einen Holzzuwachs für Bayern von knapp 2,5 % des Vorrates bzw. 5,9 Efm o.R./ha. Diese Werte sind als Fortschreibung der im Rahmen der Holzinventur für 1971 festgestellten Zahlen zu verstehen und sind Grundlage der Berechnungen über das verfügbare Restholzpotential. Danach errechnet sich für 1978 ein Volumenzuwachs von insgesamt ca. 10,27 Efm o.R./ha, davon ca. 5,5 Efm o.R./ha Derbholz und 24,377 Mio Efm o.R./ha insgesamt (Tab. 43).

Tabelle 43: Jährlicher Volumenzuwachs an Biomasse in Bayern

Spalte 1	2	3	4
Merkmal	Einheit	$m^3/ha^*$ Waldfläche	Mio $m^3$ insgesamt
jährlicher Biomassezuwachs	$m^3$	10,27	24,377

\* 1  $m^3$  = 1 Efm o.R.

1 Efm o.R. = 1,11 Efm m.R.

Quelle: 4, 30

### 7.1.2 Gegenwärtige jährliche Holznutzung

Eine vollständige statistische Erfassung des genutzten Holzes ist aufgrund der sehr heterogenen Struktur des Privatwaldbesitzes nahezu ausgeschlossen, so daß auch für offizielle Statistiken der Einschlag im Privatwald zum Teil geschätzt werden muß. Dem Bayer. Statistischen Jahrbuch (42) sind folgende Zahlen über den Holzeinschlag in Bayern zu entnehmen (Tab. 44):

Tabelle 44: Jährlicher Derbholzeinschlag in Bayern 1971 - 1979

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jahr	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Einschlag in 1 000 m <sup>3</sup>	7 448	6 321	6 202	6 973	6 358	7 146	7 646	7 533	8 269
davon Privat* 1 000 m <sup>3</sup>	2 852	2 177	2 074	2 489	2 243	2 643	3 147	3 057	3 835

\* Angaben z.T. geschätzt

Quelle: 41

Der statistisch erfaßte Derbholzeinschlag in Bayern betrug im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979 ca. 7,8 Mio m<sup>3</sup> oder ca. 3,3 m<sup>3</sup>/ha Waldfläche.

OLLMANN (51) stellte fest, daß etwa 26 % der jährlichen Holznutzung im Nichtstaatswald statistisch nicht erfaßt waren, das entsprach einer Holzmenge von jährlich 870 000 m<sup>3</sup> Derbholz bzw. ca. 0,4 m<sup>3</sup>/ha Gesamtwaldfläche in Bayern.

Die gesamte Derbholznutzung in Bayern betrug im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979 etwa 3,66 m<sup>3</sup>/ha Waldfläche, insgesamt ca. 8,7 Mio m<sup>3</sup> Derbholz (Tab. 45).

Tabelle 45: Derbholznutzung in Bayern im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979

Spalte 1	2	3	4
Merkmal	Einheit	je ha Waldfläche	insgesamt
Ø Derbholznutzung in Bayern 1977-79	m <sup>3</sup>	3,66	8 686 000

Quelle: 41, eigene Berechnungen

### 7.1.3 Holzvorrat

Als Holzvorrat bezeichnet man die im Wald befindliche nutzbare Holzmasse mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm(30). Er wurde im Rahmen der Waldinventur 1971 getrennt nach Staatsforsten, Körperschaft-, Privat- und Bundeswald ermittelt (Tab. 46). Für 1971 wurde in Bayern ein Holzvorrat von durchschnittlich 292 Vorratsfestmeter m.R./ha (Vfm m.R./ha) festgestellt (Tab. 46 ).

Tabelle 46: Holzvorrat in Bayern 1971

Spalte 1	Spalte 2
Waldbesitz	Ø Holzvorrat Vfm m.R./ha
Staatswald	295
Körperschaftswald	266
Privatwald	297
Bundeswald	295
Gesamtwaldfläche	292

Quelle: 15

Solange die Holznutzung geringer als der Holzzuwachs ist, nimmt der Holzvorrat um den Differenzbetrag zu, im Durchschnitt der Jahr 1977 - 1979 um ca. 2,77 Vfm m.R. (= 2,24 Efm o.R.) bzw. 3,9 m<sup>3</sup> Volumenzuwachs pro ha und Jahr. Eine Anpassung des Einschlages an den Zuwachs wäre aus waldbaulichen Gesichtspunkten dann möglich, wenn der Altersklassenaufbau gleichmäßig wäre. Diese Maßnahme hätte eine Erhöhung des Reststoffanfallen um ca. 1,7 m<sup>3</sup>/ha und Jahr zur Folge. Die tatsächlich realisierbare Mehrnutzung des Waldes ist regional aufgrund unterschiedlichen Altersklassenaufbaues großen Schwankungen unterworfen. Eine Mehrnutzung entsprechend des Zuwachses kann daher regional zu Raubbau führen.

#### 7.1.4 Restholzpotential und Restriktionen für ihre Nutzung

Im Durchschnitt der Jahre 1971 - 1976 stellte DAUBER (11) für Bayern bei einem Einschlag von ca. 6,7 Mio m<sup>3</sup> Derbholz ein Reststoffpotential im Wald von ca. 2,1 Mio t<sub>atroc</sub> bzw. 4,8 Mio m<sup>3</sup> fest. Im Durchschnitt der Jahre von 1977 - 1979 erhöhte sich demgegenüber der Anfall an Reststoffen um ca. 34 % auf 6,4 Mio m<sup>3</sup> (Tab. 47).

Tabelle 47: Jährliches Gesamtvolumen an Zuwachs, Einschlag und Veränderung des Waldbiomassevorrates

Spalte 1	2	3
Bezeichnung	je ha Waldfläche m <sup>3</sup>	in Bayern Mio m <sup>3</sup>
Zuwachs (Gesamtvolumen)	10,27	24,375
davon Derbholz	5,9	14,000
davon Reststoffe	4,37	10,375
Einschlag (Gesamtvolumen)	6,37	15,115
davon Derbholz	3,66	8,686
davon Reststoffe	2,71	6,429
Zunahme des Waldbiomassevorrates (Gesamtvolumen)	3,90	9,260
davon Derbholz	2,24	5,314
davon Reststoffe	1,66	3,946

Quelle: 4, 41, eigene Berechnungen

Diese Steigerung ist auf eine stärkere Holznutzung zurückzuführen und enthält außerdem den von OLLMANN (51) ermittelten statistisch nicht erfaßten Einschlag in Bayern von ca. 870 000 m<sup>3</sup> Derbholz pro Jahr.

Ein Vergleich des Einschlages mit den über die Holzaufkommensprognose ermittelten Nutzungsmöglichkeiten weist auf erhebliche Nutzungsreserven hin. Im Nichtstaatswald betrug die potentielle Holznutzungsmenge 1971 etwa das Doppelte des statistisch ausgewiesenen Holzeinschlages (11,15). Für die Jahre 1977-1979 betrug die Nutzungsreserve in Bayern etwa 2,24 m<sup>3</sup> Derbholz je ha

Waldfläche, insgesamt etwa 5,3 Mio m<sup>3</sup>. Diese Mengen trugen zur Erhöhung des Holzvorrates bei. Eine Anpassung des Holzeinschlages an den Zuwachs würde neben der zusätzlichen Nutzung dieses Derbholzes außerdem noch ca. 3,9 Mio m<sup>3</sup> Reststoffe freisetzen (Tab. 47).

Das Reststoffpotential in Bayern von mehr als 10 Mio m<sup>3</sup> ist jedoch nur teilweise nutzbar.

Folgende ökologische Gesichtspunkte schränken die Nutzung von Waldreststoffen ein:

Die nachhaltige Entnahme von Laub- und Nadelmasse bedeutet einen gravierenden Eingriff in den Nährstoffhaushalt des Waldökosystems, was zu einer Verschlechterung des Standortes führen würde. Diese Tatsache widerspricht den im Bundeswaldgesetz vom 2.5.1975 und in den Waldgesetzen der Länder verankerten Prinzipien der nachhaltigen Sicherung der Standortkraft und ist daher gesetzlich unzulässig.

Auch die Nutzung des Reisigs sollte auf nährstoffarmen Standorten aus den oben genannten Gründen unterbleiben. Eine Nutzung der Stubben ist dagegen unbedenklich, da die nährstoffreichen Feinwurzeln im Boden bleiben.

Die ökologisch bedingte Grenzneigung, nicht das durch die technischen Möglichkeiten des Maschineneinsatzes bestimmte Grenzgefälle, wurde von DAUBER (11) nach den Erfahrungen des Münchner Institutes für forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik mit 15 % für erosionsgefährdete Böden und mit 20 - 25 % für stabile Böden festgelegt. In Gebieten mit darüber hinaus gehender Hangneigung sollte keine maschinelle Reisignutzung erfolgen, da dies zu Erosionserscheinungen und Bodenabtrag führen würde. Da Stockrodung eine höhere Erosionsgefahr mit sich bringt, wurde für dieses Ernteverfahren die Grenzneigung auf 10 % beschränkt.

Wasserschutzwald soll in erster Linie der Anreicherung des Grundwassers dienen bzw. ein Abfließen des Niederschlags verhindern. In engeren Wasser-einzugsbereichen (Quellbereich) ist jede Beschädigung der Bodendecke zu vermeiden, weshalb eine Nutzung des Wurzelstockes entfallen muß.

In stark von Erholungssuchenden frequentierten Wäldern erscheint der Einsatz von Großmaschinen in Verbindung mit Flächenkahlschlag unzumutbar. Ähnliches gilt für Nationalparks.

Waldbaulich bedingte Nutzungseinschränkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Ernte des Wurzelstockes, die nur in Endnutzungsbeständen sinnvoll ist. In Durchforstungsbeständen würde sie zu nachhaltigen Schäden führen.

Der Einsatz von Großmaschinen ist auch im Plenterwald und in sich naturverjüngendem Hochwald nicht möglich, so daß die Stocknutzung nicht durchführbar ist, während eine Reisignutzung bzw. Vollbaumernte sowohl in Endnutzungs- als auch in Vornutzungsbeständen möglich erscheint (11). Für Reisig und Wurzelholz brachte DAUBER (11) darüberhinaus noch 30 % Ernteverlust in Ansatz.

Nach Abzug aller ökologischen Restriktionen sinken die jährlich anfallenden Reststoffmengen in Bayern von 6,429 Mio m<sup>3</sup> auf 3,117 Mio m<sup>3</sup> (Tab. 48, Spalte 8). Berücksichtigt man einen Ernteverlust von 30 % für Reisig und Stockholz, Laub und Nadeln, sind noch ca. 2,6 Mio m<sup>3</sup> Reststoffe zu erwarten. In dieser Menge sind jedoch nahezu 1 Mio t Derbholz-Rinde enthalten, die zum großen Teil in die holzverarbeitenden Betriebe gelangt und teilweise auch dort verarbeitet wird (11). Blätter und Nadeln (0,26 Mio m<sup>3</sup>) sollten wegen ihres hohen Nährstoffgehaltes im Wald verbleiben (11), so daß an Reststoffen gegenwärtig etwa 1,364 Mio m<sup>3</sup> verwertbar sind, daß entspricht ca. 16 % der jährlich eingeschlagenen Derbholzmenge.

Eine wesentliche Erhöhung der verfügbaren Reststoffe könnte durch eine Intensivierung der Nutzung erreicht werden. Die Anpassung des Einschlagens an den jährlichen Zuwachs hätte einen Nettoreststoffanfall von 4,192 Mio m<sup>3</sup> zur Folge, wovon nach Abzug der Derbholzrinde, Nadeln und Laub noch 2,2 Mio t nutzbar wären.

Ob und wie stark das Waldreststoffpotential zukünftig tatsächlich genutzt werden wird, hängt neben den ökologischen Beschränkungen auch entscheidend von ökonomischen Gesichtspunkten ab. Die Ernte der Reststoffkomponenten ist z.T. durch den verstreuten Anfall arbeits- und energieaufwendig, was die Menge der gewonnenen Nettoenergie erheblich reduzieren kann.

Tab. 48: Verfügbare Waldreststoffmengen in Bayern im Durchschnitt der Jahre 1977 - 1979

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Bezeichnung	Einheit	Nadeln Laub	Reis- holz	Reststoffkomponenten nicht auf- gearbeitetes Kronenderbholz	Derb- holz- rinde	Stockholz	insgesamt
Bruttoaufwuchs	Mio m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ha Waldfläche	1,048 0,44	2,515 1,06	0,524 0,22	1,572 0,66	4,716 1,99	10,375 4,37
Bruttoreststoffanfall bei ausgewiesinem Einschlag	Mio m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ha Waldfläche	0,649 0,273	1,559 0,657	0,324 0,137	0,974 0,411	2,922 1,232	6,429 2,71
1. Reststoffanfall nach Abzug der Restriktionen	Mio m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ha Waldfläche	0,390 0,164	0,974 0,409	0,325 0,137	0,974 0,409	0,454 0,191	3,117 1,31
2. Nettoreststoffanfall nach Abzug von 30 % Ernteverlusten von Reisig und Stockholz	Mio m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ha Waldfläche	0,260 0,109	0,714 0,30	0,325 0,136	0,974 0,409	0,325 0,136	2,598 1,09
3. Nettoreststoffanfall bei Anpassung des Einschlages an den Zuwachs	Mio m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ha Waldfläche	0,420 0,177	1,152 0,487	0,524 0,221	1,572 0,664	0,524 0,221	4,192 1,77

Quelle: 4, 11, eigene Berechnungen

## 7.2 Potential an Stroh

Zur Ermittlung der für die Verfeuerung möglicherweise zur Verfügung stehenden Strohmengen ist eine Analyse der derzeitigen Strohverwertung notwendig. Aufbauend darauf können die Mengen bestimmt werden, denen kein großer Wert beigemessen wird, sowie die Strohmengen, die im landwirtschaftlichen Betrieb dringend benötigt werden und somit nicht für andere Verwertungsrichtungen zur Verfügung stehen. Zwischen Strohüberschüß und den für die landwirtschaftliche Produktion notwendigen Strohmengen wird die Verfügbarkeit durch den dem Stroh von Angebot- und Nachfrageseite beigemessenen Wert bestimmt.

In Bayern wurden 1978 ca. 35,2 % der landwirtschaftlichen Fläche bzw. ca. 64 % der Ackerfläche mit Getreide genutzt. Die höchsten Anteile waren in den vier nördlichen Regierungsbezirken zu verzeichnen, die Bedeutung des Futterbaus war dort dementsprechend geringer.

Während über Körnerträge des Getreides genaue Zahlen vorliegen, wurde der Strohertrag seit ca. 15 Jahren nicht mehr statistisch erfaßt (48). Seitdem erfolgte die Ermittlung des Strohertrages über Korn : Stroh-Verhältniszahlen. Sie sind nicht nur nach Getreideart, sondern auch sortenspezifisch (neuer Züchtungen haben meistens weniger Stroh) verschieden und werden von AUFHAMMER/FISCHBECK (5), dem Bundessortenamt (47) und in den Faustzahlen für die Landwirtschaft (40) wie folgt angegeben (Tab. 49):

Tabelle 49: Verhältnis von Korn : Strohertrag der Getreidearten

Spalte 1	2	3	4
Getreideart	G. AUFHAMMER G. FISCHBECK (5)	Faustzahlen für die Landwirt- schaft (45)	Empfehlungen des Bundessortenamtes (47)
Weizen	1 : 1,5-2,3	1 : 1,3	1 : 1,1
Roggen	1 : 2,5	1 : 1,7	1 : 1,5
Gerste	1 : 1,0-1,3	1 : 1,2	1 : 1,0
Hafer	1 : 1,3-1,5	1 : 1,3	1 : 1,1

Dabei beziehen sich die Empfehlungen des Bundessortenamtes (47) mehr auf den erntbaren Teil des Strohes. Mit Hilfe der Verhältniszahlen der Tabelle 49 lassen sich die Strohmengen in Bayern über die Körnerträge bestimmen (Tab. 50). Danach konnten 1978 ca. 5,4 Mio t Stroh geerntet werden, davon ca. 79 % als Weizen- und Gerstenstroh.

Tabelle 50: Korn- und Strohertrag in Bayern 1979<sup>1)</sup>

Spalte 1	2	3	4	5
Regierungsbezirk	Getreidefläche	Körnertrag	Korn : Strohverhältnis <sup>2)</sup>	Strohertrag
	ha	1 000 t	1 :	1 000 t
Oberbayern	240 571	936,8	1,08	1 010,9
Niederbayern	216 070	836,4	1,08	904,6
Schwaben	129 834	563,6	1,04	587,7
Oberpfalz	189 841	690,1	1,09	749,6
Oberfranken	151 662	547,4	1,02	556,4
Mittelfranken	161 788	630,8	1,04	653,5
Unterfranken	202 556	901,6	1,06	954,9
Bayern	1 292 052	5 106,6	1,06	5 417,6

1) Für 1978 lagen keine Regionalergebnisse vor. Quelle: 41

2) Das Korn : Strohverhältnis wurde auf der Grundlage der Empfehlungen des Bundessortenamtes ermittelt. Es wurde der gewogene Mittelwert entsprechend des Anteils der Getreidearten an der Gesamterntemenge (Anhangstabelle 5 und 6) errechnet.

Die Verwertung dieser Strohmengen wurde im Rahmen der Repräsentativumfrage erhoben (Abb. 21). Danach wurde in allen Regierungsbezirken Stroh am häufigsten als Einstreu verwendet, im Durchschnitt 60,2 % der Strohmenge. In Niederbayern, Mittel- und Unterfranken wurde überdurchschnittlich viel Stroh wieder in den Boden eingearbeitet (33,7 - 35,5 % der Strohmenge), in Unterfranken wurde darüberhinaus auf 12,3 % der Getreideflächen das Stroh verbrannt. Der Strohverkauf spielte insbesondere in der Nähe von Grünlandgebieten eine wichtige Rolle (Schwaben, Oberbayern).

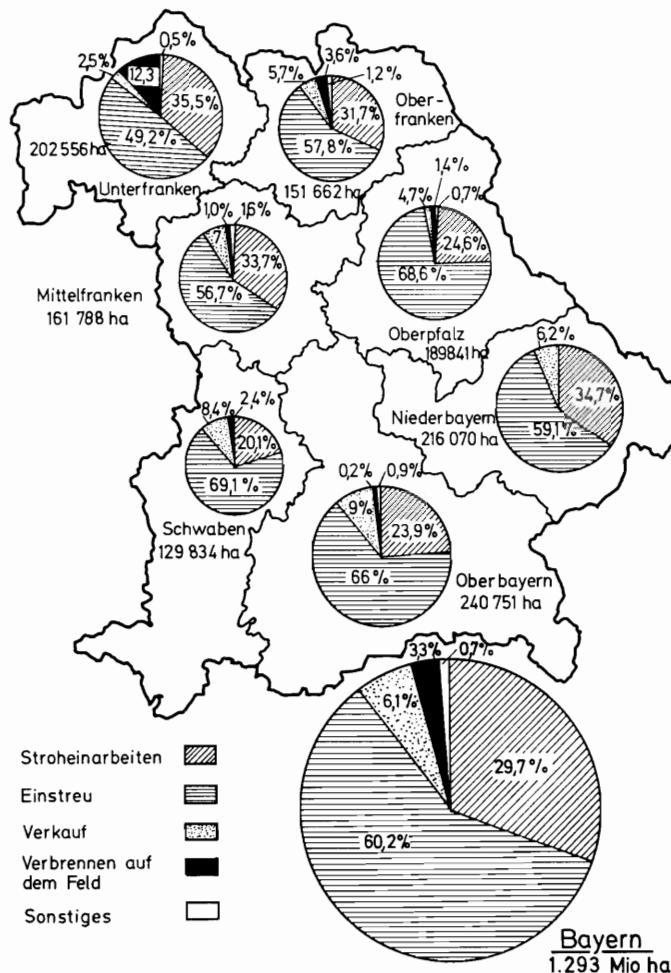


Abb. 21: Verwertung des in Bayern anfallenden Getreidestrohs 1979\*

\*Für 1978 liegen keine Regionalergebnisse vor

Quelle: 41, eigene Erhebungen 1978

Die Entwicklung der Strohverwertung in Bayern wird durch einen Vergleich mit Erhebungen des Statistischen Landesamtes 1974 und 1975 erkennbar (Tab. 51).

Tabelle 51: Entwicklung der Strohverwertung in Bayern 1974 - 1978  
(Angaben in %)

Sp. 1	2	3	4	5	6
Jahr	Einstreu Verfütterung	auf dem Feld eingearbeitet	Verwendungszweck auf dem Feld verbrannt	Verkauf	Sonstiges
1974 <sup>1)</sup>	48,5	33,8	8,4	8,3	1,0
1975 <sup>1)</sup>	53,0	31,8	4,1	10,8	0,3
:	:	:	:	:	:
1978 <sup>1)</sup>	60,2	29,7	3,3	6,1	0,7

<sup>1)</sup> 1974, 1975: Statistisches Landesamt (zit. in 55)  
1978: Umfrageergebnis

Die Verwendung als Einstreu und Verfütterung nahm demzufolge zu, während auf dem Feld weniger Stroh eingearbeitet wurde. Stark abgenommen hatte bereits bis 1978 das Verbrennen des Strohes auf dem Feld. Durch verstärkte Auflagen wird diese Maßnahme inzwischen nur noch vereinzelt durchgeführt. Der Strohhandel unterliegt größeren jährlichen Schwankungen. Regionale Grundfuttermittelknappheit, beispielsweise durch Trockenheit, kann durch den Zukauf von Stroh, eventuell dessen Aufschluß zur besseren Verdaulichkeit, z.T. ausgeglichen werden.

Getreidestroh wurde in Bayern 1978 auf landwirtschaftlichen Betrieben unter 30 ha vorwiegend als Einstreu benötigt. Auf dem Feld blieben nur 12,5 - 24,2 % zur Einarbeitung (Abb. 22). Über 30 ha stieg der Anteil des eingearbeiteten Strohs auf ca. 45 % an.

Strohüberschüsse traten vorwiegend in landwirtschaftlichen Betrieben über 30 ha auf, aber auch kleine Betriebe unter 10 ha verbrannten überdurchschnittlich viel Stroh auf dem Feld, was mit einem hohen Anteil von Flächen, die relativ extensiv im Nebenerwerb bewirtschaftet werden, erklärbar ist.

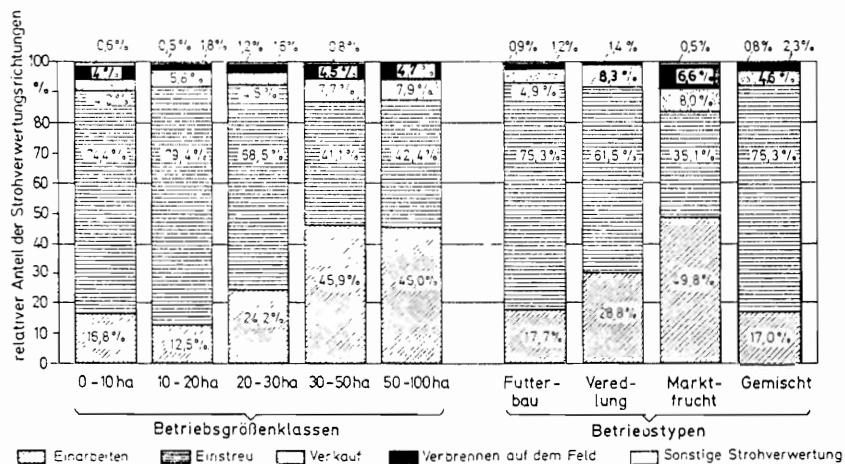


Abb. 22: Strohverwertung in Bayern 1978, klassifiziert nach Betriebsgröße und Betriebstyp (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Eine Klassifizierung nach Betriebstypen zeigt, daß im wesentlichen in Marktfruchtbetrieben Strohüberschusssituationen auftraten (auf 6,6 % der Getreideflächen wurde das Stroh abgebrannt), ca. 50 % des Strohs wurden eingearbeitet, nur 35 % fanden als Einstreu Verwendung. In anderen Betriebstypen dominierte mit 62 - 75 % die Strohnutzung als Einstreu. In Futterbau- und Gemischtbetrieben blieben weniger als 20 % des Strohs nach der Ernte auf dem Feld und wurden direkt eingearbeitet (Abb. 22). Im Durchschnitt aller Betriebe gelangten etwa 90 % der Strohmenge entweder direkt oder aber als Stallmist wieder auf die Ackerfläche.

Getreidestroh ist der wichtigste Humuslieferant für den Boden (BOGUSLANSKI, (9). Eine stärkere außerbetriebliche Nutzung darf unter der Voraussetzung einer ausgeglichenen Humusbilanz des Bodens erfolgen.

Nach BOGUSLAWSKI, DEBRUCK und KÄMPF (9, 25) ist für eine Aufrechterhaltung des Humusanteils in der Krume auf Ackerflächen eine Gründüngung allein nur in den seltensten Fällen möglich. Eine Strohdüngung sollte jedes zweite, in Verbindung mit Zwischenfruchtbau jedes dritte Jahr erfolgen. Das maximal außerlandwirtschaftlich verwertbare Strohpotential ist also die Strohmenge, die auf Getreideflächen wächst, die 1/3 der Ackerfläche überschreiten. Darüberhinaus wirkt die Verwendung des Strohes als Einstreu als weitere Restriktion. Die unter Beachtung dieser Einschränkungen verfügbare Getreidestrohmenge zeigt Tabelle 52.

Tabelle 52: Außerlandwirtschaftlich nutzbares Getreidestrohpotential in Bayern 1979\*

Spalte 1	2	3	4	5
Regierungsbezirk	Getreide- strohan- fall in 1 000 t	davon als Einstreu benötigt in 1 000 t	davon zur Humusver- sorgung not- wendig in 1 000 t	Außerlandwirt- schaftlich verwertbar in Sp. 2 - Sp. 3 o. 4 1 000 t
Oberbayern	1 010,9	<u>667,2</u>	596,7	343,7
Niederbayern	904,6	<u>534,6</u>	<u>544,3</u>	360,3
Schwaben	587,7	<u>406,1</u>	333,2	181,6
Oberpfalz	749,6	<u>514,2</u>	378,5	235,4
Oberfranken	556,4	<u>321,6</u>	266,7	234,8
Mittelfranken	653,5	<u>370,5</u>	337,5	283,0
Unterfranken	954,9	<u>469,8</u>	457,9	485,1
Bayern	5 417,6	3 284,0	2 914,8	2 123,9

Quelle: 41, eigene Erhebungen

\* Für 1978 liegen keine Regionalergebnisse vor

Danach wirkte der Bedarf für Einstreu zur Zeit der Erhebung stärker restriktiv als die zur Humusversorgung des Ackerlandes notwendige Strohmenge, die nur in Niederbayern das außerlandwirtschaftlich verwertbare Strohpotential begrenzte. Die insgesamt maximal freisetzbare Strohmenge lag 1979 bei ca. 2,1 Mio t, das entspricht einem Heizöläquivalent von ca. 830 Mio l.

Durch Einsparung an Einstreu bzw. durch Umstellung auf Flüssigmistverfahren im Rindviehstall wäre eine Erhöhung des nutzbaren Strohpotentials um ca. 0,4 Mio t auf 2,5 Mio t möglich. Eine weitere Freisetzung des Strohs wäre nur vertretbar, wenn die dadurch hervorgerufene defizitäre Humusbilanz durch verstärkten Zwischenfruchtanbau oder dergleichen wieder ausgeglichen würde. Andernfalls wäre eine Erhöhung des Getreideanteils an der Fruchfolge notwendig.

## 8 Schätzung der Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Holz und Stroh in Bayern

Die Schätzung der Möglichkeiten der Energieeinsparung aus Stroh und Waldreststoffen beschränkt sich auf das insgesamt anfallende Potential. Außer acht bleibt insbesondere der ökonomische Aspekt. Der Technik der Bergung von Waldreststoffen wird steigende Aufmerksamkeit geschenkt. Die Auswirkungen technischer Veränderungen auf die Wirtschaftlichkeit der Waldreststoffnutzung können im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden. Gleiches gilt für den Energiebedarf der Biergefahren der Waldreststoffe, der die Nettoenergieausbeute wesentlich beeinflussen kann.

### 8.1 Methode

Zur Abschätzung der Möglichkeiten, fossile Energieträger durch Stroh und Holz zu ersetzen, ist eine Hochrechnung des Brennstoffverbrauches landwirtschaftlicher Betriebe notwendig. BÖLTKEN (8) unterscheidet zwischen freier und gebundener Hochrechnung.

Bei der freien Hochrechnung werden die aus der Stichprobe ermittelten Durchschnittswerte direkt als Schätzwerte für die Grundgesamtheit verwendet, absolute Merkmale werden entsprechend dem Auswahlsatz  $f$  (dem Verhältnis von Stichprobenumfang und Größe der Grundgesamtheit,  $f = \frac{n}{N}$ ) hochgerechnet. Der Verkleinerungsprozeß wird praktisch wieder rückgängig gemacht (8).

Bei der gebundenen Hochrechnung werden weitere - externe - Kenntnisse über die Grundgesamtheit genutzt. Es gibt die Verfahren der Verhältnis-, der Differenz- und der linearen Regressionsschätzung. Sie sind häufig jedoch nicht anwendbar, weil die Hilfswerte den geforderten Bedingungen (Gleichartigkeit der Merkmale, enge Korrelation) nicht genügen und weil viele unterschiedliche Merkmale erhoben werden, die kaum in gleicher Weise mit solchen Hilfsmerkmalen korrelieren.

Im vorliegenden Fall bedeutet jedoch die Verwendung der Schichtungen der Grundgesamtheit einen Genauigkeitsgewinn, da die Stichprobe neben dem Rücklaufehler auch die in Form der "Ersatzbetriebe" nicht quantifizierbaren Abweichungen beinhaltet. Da entsprechende Werte über die Gasöldatei nicht verfügbar waren, stellen die Verteilungen der landwirtschaftlichen Betriebe nach Regierungsbezirken, Betriebsgröße und Betriebstyp entsprechend den Angaben des Bayerischen Statistischen Landesamtes im Bayer. Statistischen Jahrbuch (41) die zuverlässigsten Werte dar. Vollerhebungen wurden vom Bayer. Statistischen Landesamt 1977 und 1979 durchgeführt, als Grundlage dienten wegen der höheren Aktualität die Zahl und Schichtungen der landwirtschaftlichen Betriebe im Jahr 1979, die sich wie folgt darstellten (Tab. 53):

Tabelle 53: Schichtung der landwirtschaftlichen Betriebe mit LF in Bayern nach Regierungsbezirken, Betriebsgröße und Betriebstyp\* 1979

Spalte 1	2	3	4	5	6
Regierungs- bezirk	Zahl der Betriebe	Betriebsgrößen- klasse von ... ha bis unter ... ha	Zahl der Betriebe	Betriebstyp	Zahl der Betriebe
Oberbayern	56 570	0 - 10	141 053	Futterbau	163 774
Niederbayern	48 459	10 - 20	79 077	Veredlung	5 920
Schwaben	40 621	20 - 30	34 411	Marktfrucht	58 952
Oberpfalz	33 472	30 - 50	15 640	Gemischt**	45 058
Oberfranken	28 715	≥ 50	3 523		
Mittelfranken	31 806				
Unterfranken	34 061				
Bayern insgesamt	273 704	Bayern insgesamt	273 704	Bayern insgesamt	273 704

\* Die relative Einteilung nach Betriebstypen entspricht dem Mittel der Jahre 1974 und 1979.

\*\* Entsprechend der Klassifizierung der Stichprobe wurden Gemischtbetriebe und sonstige zusammengefaßt.

## 8.2 Hochrechnung des Brennstoffverbrauches

Die Gesamtzahl der in Bayern existenten landwirtschaftlichen Betriebe (273 704 im Jahr 1979) ist der amtlichen Statistik (41) zu entnehmen. Die in der Gasoldatei für Bayern erfaßten 339 000 Betriebe sind wegen der in Kapitel 4 dargestellten Mängel nur bedingt als Grundgesamtheit geeignet. Eine Korrektur um den Anteil der in der Stichprobe festgestellten "Ersatzbetriebe" (18,6 %) führt dagegen zu einem gut mit der amtlichen Agrar-Statistik übereinstimmenden Wert. Die Verwendung der Zahlen aus dem Bayer. Statistischen Jahrbuch (41) und deren Schichtungen hat allerdings zur Folge, daß je nach Art der Klassifizierung der hochgerechnete Gesamtbrennstoffverbrauch differiert. Diese Schwankungen sind auf Unterschiede in der Klassenbesetzung zwischen der Stichprobe und der Statistik zurückzuführen.

Insgesamt wurden dem Umfrageergebnis zur Folge für die Beheizung von 273 704 landwirtschaftlichen Wohnhäusern Brennstoffe mit einem Energieinhalt von insgesamt 11,7 Mrd kWh pro Jahr verbraucht, im einzelnen:

- 528 Mio l Heizöl, entspricht 5 286 Mio kWh
- 2,52 Mio m<sup>3</sup> Brennholz, entspricht 5 520 Mio kWh
- 106 800 t Kohle, entspricht 829 Mio kWh
- ca. 2,7 Mio kg Flüssiggas, entspricht 36 Mio kWh.

Wird der jährliche Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern nach Regierungsbezirken klassifiziert (Tab. 54), ist gegenüber der ungeschichteten Hochrechnung der Stichprobe eine Abweichung von ca. - 0,2 % festzustellen, für Kohle und Erd- bzw. Flüssiggas beträgt die Differenz 2,7 und 1,6 %.

Ober- und Niederbayern waren die Regierungsbezirke mit dem höchsten Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern. An 3. Stelle folgte Mittelfranken, obwohl dieser Regierungsbezirk der Anzahl der Betriebe nach erst Rang 6 einnahm. In Oberbayern und Unterfranken wurden ca. 43 % des Heizöls eingesetzt, der Kohleverbrauch war besonders in Oberbayern und Unterfranken beachtlich. In Schwaben und Unterfranken bestätigte sich der unterdurchschnittliche Einsatz an Brennholz.

Tabelle 54: Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Regierungsbezirken (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Regierungsbezirk	Oberbayern	Niederbayern	Schwaben	Oberpfalz	Oberfranken	Mitt.-franken	Unterfranken	Bayern	
Zahl der Betriebe	56 570	48 459	40 621	33 372	28 715	31 806	34 061	273 704	
Brennstoff	Einheit								
Heizöl	Mio l Mio kWh	119 1 191	77 768	80 797	57 570	53 533	74 739	109 688	529 5 286
(Erd-) u. Flüssiggas	Mio kWh	8	8	0	3	3	6	8	36
Kohle	t Mio kWh	23 400 177	14 700 111	18 400 139	12 700 96	13 900 105	5 800 44	20 800 157	109 700 829
Brennholz	1000 m Mio kWh	745 1 154	703 1 089	322 499	528 818	457 709	507 786	300 465	3 562 5 520
alle Brennstoffe	Mio kWh	2 530	1 976	1 435	1 487	1 350	1 575	1 318	11 671

Die Klassifizierung der Grundgesamtheit nach Betriebsgröße (Tab. 55) zeigte, daß ca. 46 % des Gesamtbrennstoffverbrauches in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in der Betriebsgrößenklasse bis 10 ha zuzuordnen sind. 49 % des Kohle-, 48 % des Heizöl-, aber nur 43 % des Brennholzverbrauches werden in den kleinsten Betrieben verursacht. Weitere 44 % aller Brennstoffe werden in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Betrieben mit 10 - 30 ha LF eingesetzt, in landwirtschaftlichen Betrieben über 30 ha LF (7 % aller landwirtschaftlichen Betriebe) werden nur noch 10 % des Gesamtbrennstoffverbrauches verursacht. Gerade die letztgenannte Gruppe hat jedoch besonders gute Voraussetzungen für den Einsatz von Holz und Stroh als Brennstoff, da aufgrund der Flächenausstattung eine weitgehende Selbstversorgung möglich ist (Tab. 55). Die Abweichung der Hochrechnung von - 3,3 % gegenüber der ungeschichteten Stichprobe ist auf Unterschiede der durchschnittlichen Betriebsgröße zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit zurückzuführen.

Tabelle 55: Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Betriebsgröße (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
		Betriebsgrößenklasse von ... ha bis unter ... ha					
		0 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	≥ 50	Bayern
Zahl der Betriebe	141 053	79 077	34 411	15 640	3 523	273 704	
Brennstoff	Einheit						
Heizöl	Mio l Mio kWh	245 2 448	131 1 314	71 706	50 501	12 120	509 5 089
(Erd-) u. Flüssiggas	Mio kWh	19	11	5	2	0	37
Kohle	t Mio kWh	52 300 395	28 500 1 215	15 900 120	8 600 65	700 5	106 000 800
Brennholz	1000 rm Mio kWh	1 502 2 328	1 103 1 709	559 867	259 401	44 68	3 467 5 373
alle Brenn- stoffe	Mio kWh	5 190	3 249	1 698	969	193	11 299

Die Klassifizierung nach Betriebstypen zeigt die Auswirkung der landwirtschaftlichen Produktionsrichtung auf den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern. Ca. 60 % aller landwirtschaftlichen Betriebe sind Futterbaubetriebe und verbrauchen ca. 56 % aller erfaßten Brennstoffe (Tab. 56). Futterbaubetriebe sind überwiegend in Regionen verbreitet, wo das Klima (Niederschläge) und die Geländebeschaffenheit (Hangneigung) keinen Ackerbau mehr zuläßt. Diese Gebiete (Alpenvorland, Mittelgebirgslagen) sind gleichzeitig wichtige Waldgebiete. In Futterbaubetrieben werden daher auch ca. 65 % des Gesamtbrennholzes verbraucht. Weitere 16 % bzw. 18 % des Brennholzes werden in Marktfrucht- und Gemischtbetrieben eingesetzt. Diese Betriebstypen sind dagegen mit einem überdurchschnittlichen Anteil von mehr als 50 % am Gesamtheizölverbrauch beteiligt. In diesen Betrieben bietet insbesondere das Strohpotential Chancen zum Ersatz fossiler Brennstoffe. Aufgrund der geringen Anzahl der Veredlungsbetriebe ist deren Anteil am Brennstoffverbrauch nur gering (ca. 2 %).

Tabelle 56 : Gesamtbrennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach Betriebstypen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7
		Futterbau	Veredlung	Betriebstypen		
Zahl der Betriebe		163 774	5 920	58 952	45 058	273 704
Brennstoff	Einheit					
Heizöl	Mio l Mio kWh	240 2 402	17 175	153 1 528	124 1 237	534 5 342
Erd- u. Flüssiggas	Mio kWh	25	1	7	7	40
Kohle	t Mio kWh	55 800 505	1 300 10	25 300 191	13 100 99	106 500 805
Brennholz	1000 rm Mio kWh	2 332 3 614	43 67	574 890	639 991	3 588 5 562
alle Brenn- stoffe	Mio kWh	6 546	253	2 616	2 334	11 749

\* Entsprechend der Klassifizierung in der Stichprobe wurden Gemischtbetriebe und sonstige zusammengefaßt.

Für die Beurteilung der zukünftigen Entwicklung des Brennstoffverbrauches und der Möglichkeiten der Substitution fossiler Energieträger spielt die Größe der Wohnfläche eine wesentliche Rolle, da der Verbrauch fossiler Brennstoffe von ihr wesentlich beeinflußt wird. Automatisch beschickte Stroh- und Holzfeuerungsanlagen setzen aufgrund des hohen Anschaffungspreises für einen wirtschaftlichen Betrieb Wohnflächen von mehr als 250 m<sup>2</sup> voraus. Nach STREHLER et al (71) wurden bei Pilotvorhaben Gesamtinvestitionen von ca. 560 DM bis 1.000 DM/installierte kW-Heizleistung getätig, bei Anlagengrößen zwischen 50 und 116 kW. Trotz erzielbarer Heizöleinsparungen zwischen 15 000 und 30 000 l konnte nicht immer ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage erreicht werden. Es ist jedoch zu erwarten, daß zukünftig einfachere, funktionsfähige Kessel auf den Markt kommen, die auch in kleineren Wohnhäusern wirtschaftlich eingesetzt werden können.

Ca. 170 000 landwirtschaftliche Wohnhäuser (62 %) haben eine Wohnfläche von weniger als 150 m<sup>2</sup> und benötigen ca. 50 % aller Brennstoffe. Der Anteil der Festbrennstoffe (vorwiegend Holz) liegt bei 65 % (ca. 2,1 Mio rm Holz und 76 100 t Kohle). Ein Ersatz fossiler Brennstoffe durch Holz und Stroh ist bei den im Einzelfall nur kleinen einsparbaren Mengen nur bei geringen Investitionen sinnvoll (Tab. 57)

Tabelle 57: Jährlicher Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Wohnfläche (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9
								Bayern
								gesamt
Zahl der Fälle		1 724	50 673	117 893	76 871	22 406	4 137	173 704
Brennstoff	Einheit							
Heizöl	Mio l Mio kWh		39 388	166 1 659	224 2 239	74 740	25 251	528 5 277
Erd- und Flüssiggas	Mio kWh		3	19	7	6	3	38
Kohle	t Mio kWh	1 600 12	28 000 212	46 500 351	23 400 177	7 400 56	400 3	107 300 811
Holz	rm Mio kWh	24 37	552 855	1 526 2 336	1 091 1 691	340 527	82 127	3 595 5 573
alle Brennstoffe	Mio kWh	49	1 458	4 365	4 114	1 329	384	11 699

Das vorhandene Heizungssystem und die Art der verwendeten Brennstoffe haben maßgeblichen Einfluß auf die Möglichkeiten, Heizöl und Kohle durch Stroh bzw. Holz zu ersetzen. Landwirtschaftliche Wohnhäuser in Bayern werden noch überwiegend mit Einzelöfen beheizt. In zentralbeheizten Wohnhäusern und solchen, die kombiniert geheizt wurden, werden aber mehr als 50 % aller Brennstoffe verbraucht. Ca. 74 % (393 Mio l) des Heizöls, aber nur 38 % des Brennholzes (1,36 Mio rm) und 29 % der Kohle (31 000 t) werden in Zentralheizkesseln verfeuert (Tab. 58).

Tabelle 58: Jährlicher Gesamtbrennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns, klassifiziert nach Heizungssystemen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6
		Landwirtschaftliche Wohnhäuser mit nur Zentral- heizung			Bayern gesamt
Zahl der Fälle		65 496	172 013	36 195	273 704
Brennstoff	Einheit				
Heizöl	Mio l Mio kWh	271 2 713	136 1 357	122 1 222	529 5 292
Erd- und Flüssiggas	Mio kWh	8	27	0	35
Kohle	t Mio kWh	25 000 189	74 600 564	6 000 45	105 600 798
Brennholz	1000 rm Mio kWh	778 1 206	2 245 3 479	580 899	3 603 5 584
alle Brenn- stoffe	Mio kWh	4 116	5 427	2 166	11 709

Die Substitutionsmöglichkeiten fossiler Brennstoffe durch Stroh und Holz sollen unter den dargestellten Voraussetzungen, soweit möglich, quantifiziert werden.

### 8.3 Möglichkeiten des Heizölersatzes durch Holz und Stroh

Die Möglichkeiten des Ersatzes von Heizöl durch Stroh und Waldreststoffe werden durch deren Verfügbarkeit begrenzt. Hohe Investitionen, insbesondere für automatisch beschickte Feststoffkessel, höherer Handarbeitsaufwand und ein größeres Brennstofflager können weitere Hemmschwellen für den verstärkten Einsatz von Festbrennstoffen sein.

Kurzfristig realisierbar sind Heizöleinsparungen in wohnhäusern, deren Heizungssysteme sich sowohl für Heizöl als auch für Brennholz eignen. Das trifft für Zentralheizkessel zu, die als Wechselbrandkessel entweder mit Öl oder mit Festbrennstoffen betrieben werden können. In ca. 28 300 landwirtschaftlichen Wohnhäusern (10,3 % aller Fälle) lassen sich Zentralheizkessel mit mehreren Brennstoffen beheizen. Ca. 131 Mio t Heizöl (Tab. 59, Spalte 5) können ohne größere Investitionen durch Holz ersetzt werden. Dazu sind allerdings ca. 845 000 rm Scheitholz (ca. 30 rm je landwirtschaftlichem Wohnhaus) notwendig, deren Bereitstellung nach DENNINGER (11) einen Arbeitsaufwand von ca. 10 Stunden je rm benötigt.

Für weitergehende Heizöleinsparungen sind Investitionen notwendig, deren Realisierung neben der Wirtschaftlichkeit auch von der Liquidität der Betriebe sowie von der Durchführung weiterer Renovierungsarbeiten abhängt. In landwirtschaftlichen Wohnhäusern Bayerns waren 1978 erst ca. 37 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit einer Zentralheizung ausgestattet (Ergebnis der Umfrage). Dagegen waren es nach MASCHER et al (37) in Niedersachsen 1980 bereits 86 % der Wohnhäuser der befragten Kleinprivatwaldbesitzer. In mit Einzelöfen beheizten Wohnhäusern ist die Brennstoffverwendung weitgehend festgelegt, da es sich hierbei um Spezialöfen handelt, die häufig sogar nur für einen speziellen Brennstoff ausgelegt sind. Wenn Heizöl durch Brennholz ersetzt werden soll, ist ein Austausch der entsprechenden Einzelöfen notwendig. Wie Tabelle 59 zeigt, gibt es in vielen landwirtschaftlichen Wohnhäusern neben Öleinzelöfen auch solche, die mit Festbrennstoffen befeuert werden (ca. 56 % aller mit Einzelöfen beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäuser). Eine Umstellung von ölbefeuerten auf holzbefeuerte Einzelöfen muß daher eher skeptisch beurteilt werden. Leichter realisierbar wäre der Ersatz von 74 600 t Kohle durch 364 000 rm Brennholz.

Tabelle 59: Jährlicher Brennstoffverbrauch in allen landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern, klassifiziert nach Heizungssystem und Brennstoffen (Hochrechnung des Befragungsergebnisses)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		nur Zentralheizung			nur Einzelöfen			Zentralheizung und Einzelöfen			Bayern gesamt
		nur Festbrennstoffe	nur Heizöl	Heizöl und Festbrennstoffe	nur Festbrennstoffe	nur Heizöl	Heizöl und Festbrennstoffe	nur Festbrennstoffe	nur Heizöl	Heizöl und Festbrennstoffe	
Zahl der Fälle		18 959	18 270	28 267	69 977	5 516	96 520	7 584	2 068	26 543	273 704
Brennstoff	Einheit										
Heizöl	Mio l	-	139	131	-	13	123	-	11	112	529
	Mio kWh	-	1 385	1 312	-	130	1 226	-	107	1 115	5 275
Erd- und Flüssig- gas	Mio kWh	4	-	4	4	-	23	-	-	-	35
Kohle	t	23 400	-	2 100	37 200	-	37 400	3 000	-	3 000	106 100
	Mio kWh	177	-	16	281	-	283	22	-	23	802
Brennholz	1000 rm	396	-	384	1 059	-	1 184	176	-	403	3 602
	Mio kWh	614	-	595	1 643	-	1 835	273	-	625	5 585
alle Brennst.	Mio kWh	795	1 385	1 927	1 928	130	3 367	295	107	1 763	11 697

Anmerkung: Abweichungen gegenüber Tabelle 56 sind auf Rundungsfehler zurückzuführen.

Für den Ersatz von Heizöl stehen in landwirtschaftlichen Betrieben ca. 2,1 Mio t Stroh pro Jahr zu Verfügung. Die in den Wäldern Bayerns verfügbare Restholzmenge von ca. 2,6 Mio m<sup>3</sup> beinhaltet auch die Mengen, die in nicht im landwirtschaftlichen Besitz befindlichen Waldflächen anfallen (ca. 1,5 m<sup>3</sup>/a). Über die im landwirtschaftlichen Besitz befindliche Waldfläche allein ist der Heizölverbrauch landwirtschaftlicher Wohnhäuser nur zu ca. 63 % zu ersetzen, während das nutzbare Reststoffpotential der Gesamtwaldfläche und das maximal verfügbare Strohpotential den Energieinhalt des einzusparenden Heizöls übersteigen (Tab. 60). 44 % des insgesamt verfügbaren Reststoffpotentials würden ausreichen, um die in den landwirtschaftlichen Wohnhäusern verwendeten fossilen Brennstoffe vollständig ersetzen zu können. Der Heizölverbrauch allein entspricht etwa 38 % des Energiepotentials in Form von Waldreststoffen und Getreidestroh.

Tabelle 60: Potential an Waldreststoffen und Getreidestroh und deren Energieinhalt

Spalte 1	2	3
Merkmal	Waldreststoffe Menge Heizwert H <sub>u</sub>	Getreidestroh Menge Heizwert H <sub>u</sub>
Verfügbares Potential in Bayern	2,598 Mio m <sup>3</sup>	5,75 Mrd kWh
davon auf Flächen im landwirtschaftlichen Besitz	1,51 Mio m <sup>3</sup>	3,34 Mrd kWh
Verfügbares Potential je ha	1,09 m <sup>3</sup> je ha Waldfläche	2 400 kWh/ha
		1,6 t je ha Getreidefläche
		6 304 kWh/ha

zum Vergleich: Heizölverbrauch zur Beheizung aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser in Bayern 1978: 527,5 Mio t (5,275 Mrd kWh)

Mit einer Nutzung des verfügbaren Reststoffpotentials ist im größeren Umfang erst dann zu rechnen, wenn das wirtschaftliche Risiko der Investition gering ist. Einer überregionalen Verwertung des Materials sind bisher durch die geringe Transportwürdigkeit Grenzen gesetzt. STREHLER (62) rechnet mit einer Transportbelastung von 2 DM/dt für den Transportentfernungsreich von 4 - 94 km und unterschiedliche Aufbereitungsformen des Strohes. Weiterentwicklungen auf dem Sektor

Brennstoffaufbereitung können Veränderungen dieser Beziehungen nach sich ziehen. Gegenwärtig kann jedoch davon ausgegangen werden, daß Holz, insbesondere aber Stroh, als Heizmaterial in der Nähe des Anfalls Verwendung finden muß. Die sich daraus ergebenden regionalen Unterschiede können an Kleinbezirken beispielhaft dargestellt werden.

#### 8.4 Energiebedarf und mögliche Energiebereitstellung durch Holz und Stroh in ausgewählten Kleinbezirken

Durch Vergleich des Brennstoffverbrauches mit dem Stroh- und Restholzaufkommen in Kleinbezirken lassen sich typische, durch die Bodennutzung bedingte Unterschiede in den Substitutionsmöglichkeiten aufzeigen.



Abb. 23: Geographische Lage der hinsichtlich ihrer Energiebilanz betrachteten ausgewählten Kleinbezirke

Anhand der vom Statistischen Landesamt (49) herausgegebenen Gemeindedaten war es möglich, 3 bis 4 benachbarte Gemeinden zu Kleinbezirken zusammenzufassen und die für eine Untersuchung des Brennstoffbedarfes wichtigen Daten für diese Kleinbezirke zu ermitteln. Die Auswahl erfolgte aufgrund der Produktions-schwerpunkte:

Beispiel Nr. 1 liegt in einer typischen Ackerbauregion (überwiegend Markt-fruchtbetriebe) mit einem hohen Getreideanteil in der Fruchtfolge.

Beispiel 2 stellt einen Kleinbezirk mit gemischtbetrieblicher Nutzung dar,

Beispiel Nr. 3 liegt im voralpinen Grünlandgürtel, in dem Getreidebau keine Rolle spielt, sondern der Betriebszweig Futterbau im Vordergrund steht.

#### 8.4.1 Brennstoffverbrauch

Die vom Bayer. Statistischen Landesamt (42) erarbeiteten Tabellen enthalten neben der Flächennutzung auch Zahlen über Wohnbevölkerung, Wohngebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und den Bestand an Wohnungen (s. Anhangstabelle 7 und 8). Während für landwirtschaftliche Wohngebäude der in der vorliegenden Arbeit ermittelte Brennstoffverbrauch einzusetzen ist, ist für die anderen Wohnungen der durch die Arbeitsgemeinschaft für Energiebilanzen (3) festgestellte Brennstoffverbrauch der Privathaushalte zu verwenden, dessen Höhe und Zusammensetzung Tabelle 61 zeigt.

Der Gesamtbrennstoffverbrauch (ohne Berücksichtigung des elektrischen Stroms) betrug ca. 29 100 kWh/a und wurde zu ca. 71 % durch Heizöl, ca. 20 % durch Stadt- und Erdgas und zu 8 % durch feste Brennstoffe (Kohle) gedeckt. Brennholz spielte in Privathaushalten, wie die Angaben zeigen, keine Rolle.

Der Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern wurde nach den in den Kleinbezirken vorherrschenden Betriebstypen klassifiziert (Tab. 62).

Tabelle 61: Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch in Privathaushalten 1978 in der Bundesrepublik Deutschland (nach 3)

Spalte 1	2	3	4	5
Brennstoff	Einheit	Brennstoffverbrauch je Privathaushalt Einheiten	kWh	%
Heizöl	l	2 072	20 720	71,2
Stadt- u. Erdgas *	m³	605	5 917	20,3
Steinkohle	kg	204	1 428	4,9
Braunkohle	kg	162	891	3,1
Brennholz	rm			
Sonstiges**	kg	34	147	0,5

\* mit Flüssiggas in kg

\*\* Holz, Torf

Quelle: 3

Tabelle 62: Durchschnittlicher jährlicher Brennstoffverbrauch je landwirtschaftlichem Wohnhaus in drei ausgewählten Kleinbezirken  
(Ergebnis einer Umfrage, n = 799)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Brennstoff	Einheit	Kleinbezirk 1 Marktfruchtbetrieb Einheiten		Kleinbezirk 2 Gemischtbetrieb Einheiten		Kleinbezirk 3 Futterbaubetrieb Einheiten	
		Heizwert kWh		Heizwert kWh		Heizwert kWh	
Heizöl	l	2 592	25 920	2 745	27 448	1 467	14 670
Flüssiggas	kg	9	116	13	162	12	152
Kohle	kg	429	3 245	291	2 197	408	3 086
Brennholz	rm	9,74	15 098	14,19	21 999	14,23	22 064
Summe			44 379		51 806		39 972

Im Vergleich zu den Durchschnittswerten der Privathaushalte wird ein wesentlich geringerer Anteil des Brennstoffverbrauches durch Heizöl gedeckt, insbesondere in Futterbaubetrieben (Kleinbezirk 3). Der Gesamtbrennstoffverbrauch jedoch ist in landwirtschaftlichen Wohnhäusern wesentlich höher als in den Privathaushalten.

Den Gesamtbrennstoffverbrauch in den Kleinbezirken 1 - 3 zeigt Tabelle 63. Landwirtschaftliche Wohnhäuser sind daran mit 26 % im Kleinbezirk 1, 37,6 % im Kleinbezirk 2 und 40,0 % im Kleinbezirk 3 beteiligt. Im Kleinbezirk 1 besitzt Heizöl einen Anteil am Gesamtbrennstoffverbrauch (46,8 Mio kWh/a) von ca. 68 %, im Kleinbezirk 2 sind es ca. 64 % von 37,4 Mio kWh/a, im Kleinbezirk 3 schließlich ca. 57 % von 44,6 Mio kWh/a.

Tabelle 63: Gesamtbrennstoffverbrauch in Wohnhäusern ausgewählter Kleinbezirke in Bayern

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Brennstoff	Einheit	Brennstoffverbrauch					
		in ldw. Wohnhäusern		in sonstigen Wohnhäusern		insgesamt	
		Ein- heiten	Brenn- stoff- verbrauch in 1000 kWh	Ein- heiten	Brenn- stoff- verbrauch in 1000 kWh	Ein- heiten	Brenn- stoff- verbrauch in 1000 kWh
Kleinbezirk 1 (Marktfruchtbetriebe)							
Heizöl	1000 l	710	7100	2468	24678	3178	31778
Stadt-/ Erdgas	1000 m³			721	7047	721	7047
Flüssiggas	kg	2466	32			2466	32
Steinkohle	t	117,5	889	243	1701	553,5	3651
Braunkohle	t			193	1061		
Brennholz	rm	2669	4137		175		4312
insgesamt			12158		34662		46829
Kleinbezirk 2 (Gemischtbetriebe)							
Heizöl	1000 l	747	7466	1660	16597	2407	24063
Stadt-/ Erdgas	1000 m³			485	4740	485	4740
Flüssiggas	kg	3536	44			3536	44
Steinkohle	t	79,2	597	163,4	1144	372,4	2455
Braunkohle	t			129,8	714		
Brennholz	rm	2649	5984		118		6102
insgesamt			14091		23313		37404
Kleinbezirk 3 (Futterbaubetriebe)							
Heizöl	1000 l	656	6557	1900	19000	2556	25557
Stadt-/ Erdgas	1000 m³			555	5426	555	5426
Flüssiggas	kg	5364	68			5364	68
Steinkohle	t	182,4	1379	187,1	1309	518,1	3505
Braunkohle	t			148,6	817		
Brennholz	rm	6361	9863		135		9998
insgesamt			17867		26687		44554

Quelle: 2, 3, eigene Berechnungen

#### 8.4.2 Potential an Holz und Stroh

Die zu den Kleinbezirken gehörenden Wald- und Getreideflächen sind Tabelle 64 und Anhang 6 zu entnehmen. In den Kleinbezirken 1 und 2 mit vorwiegend Marktfrucht- bzw. Gemischtbetrieben ist in einem Teil des jährlich aufwachsenden Strohs ein bedeutendes Energiepotential zu erkennen:

Tabelle 64: Potential an Stroh und Holz in ausgewählten Kleinbezirken in Bayern 1978

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8
Merkmal	Einheit	Kleinbezirk 1		Kleinbezirk 2		Kleinbezirk 3	
		Einheiten	Energieinhalt 1000 kWh	Einheiten	Energieinhalt 1000 kWh	Einheiten	Energieinhalt 1000 kWh
Ackerfläche	ha	4196		3012			
Getreidefläche	ha	2277		1869			
Waldfläche	ha	44		931		1430	
verfügbares Strohpotential	ha t	878*	4127 14 032	462** 1940 6 596			
verfügbares Restholzpotential	ha m³	44 48	106	931 1015 2 247	1430 1559 3 452		
verfügbares Energiepotential aus Holz + Stroh			14 138		8 843		3 452

\* 33 % der Ackerfläche erhalten jährlich eine Strohdüngung (s. S. 109)

\*\* In Gemischtbetrieben werden 75,3 % des Getreidestrohs für Einstreu benötigt, 24,7 % stehen als Brennstoff zur Verfügung.

Im Kleinbezirk 1 könnten, wenn man von der Eignung der Feuerungsanlagen einmal absieht, jährlich ca. 39 % des Strohaufwuchses als Energieträger verwendet werden, im Kleinbezirk 2 wären es noch ca. 25 %. Der Energieinhalt dieser Strohmengen (s. Tab. 15) entspricht einem Heizöläquivalent von 1,4 Mio l (Kleinbezirk 1) bzw. 0,65 Mio l (Kleinbezirk 2). Holz ist als Energieträger im Kleinbezirk 1 praktisch bedeutungslos, im Kleinbezirk 1 beträgt der Restholzanteil am nutzbaren Potential ca. 25 %, 75 % werden über Getreidestroh bereitgestellt.

Im Kleinbezirk 3, der in einem Grünlandgebiet liegt, ist nur durch eine intensivere Nutzung der Waldflächen ein teilweiser Ersatz fossiler Energieträger durch Holz möglich.

Ein Vergleich des Brennstoffverbrauches (Tab. 63) mit dem Energiepotential (Tab. 64) zeigt, daß in den Kleinbezirken 1 und 2 das noch nutzbare Potential an Holz und Stroh höher ist, als der Verbrauch an fossilen Brennstoffen in landwirtschaftlichen Wohnhäusern. Im Kleinbezirk 1 wären zum Ersatz dieser fossilen Brennstoffe nur ca. 57 % der verfügbaren Strohmenge notwendig, etwa 43 % des verfügbaren Strohes können nicht energetisch verwertet werden. Eine Versorgung nichtlandwirtschaftlicher Haushalte mit Stroh ist zwar grundsätzlich möglich, erfordert jedoch Lagerkapazitäten, die häufig nicht vorhanden sind. Durch die Brikettierung kann die Energiekonzentration des Strohs etwa auf das Niveau von geschichtetem Brennholz angehoben werden. Damit eröffnet sich zugleich die Möglichkeit der Verheizung von Stroh in vorhandenen Holzkesseln. Diese Technik befindet sich jedoch noch im Stadium der Erprobung. In naher Zukunft muß davon ausgegangen werden, daß das überschüssige Getreidestroh nur für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser infrage kommt. Eine exakte Bestimmung der verfügbaren Strohmengen für Heizzwecke ist mit den vorhandenen Informationen nicht möglich. Unter der Annahme, daß auf ca. 20 % aller Getreideflächen (das entspricht etwa dem Anteil der Marktfruchtbetriebe) die Situation des Kleinbezirkes 1 zutrifft, würde sich das verfügbare Getreidestrohpotential in Bayern von ca. 2,1 Mio t um ca. 200 000 t reduzieren. Dagegen kann im Kleinbezirk 2 (gemischtbetriebliche Struktur) das Stroh- und Waldreststoffpotential zu ca. 91 % ausgeschöpft werden, wenn die in landwirtschaftlichen Wohnhäusern verwendeten fossilen Brennstoffe damit ersetzt werden sollen. Das nicht in landwirtschaftlichen Wohnhäusern verwertbare Brennstoffpotential entspricht ca. 35 % der jährlich anfallenden Waldreststoffe. Eine Nutzung dieses Materials als Brennstoff ist auch in nichtlandwirtschaftlichen Wohnhäusern möglich, jedoch praktisch erschwert durch die erforderlichen Umstellungen der Heizanlagen sowie die Bergung und Lagerung des Heizmaterials.

Im Kleinbezirk 3 entspricht das nutzbare Restholzpotential etwa 43 % des Verbrauches an Heizöl und Kohle in landwirtschaftlichen Wohnhäusern. Holzüberschüsse treten in den untersuchten Kleinbezirken nicht auf. Es können sogar wesentliche Waldreststoffmengen aus nichtlandwirtschaftlichen Waldflächen für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser verwendet werden.

Der Brennholzverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern hat in Bayern mit ca. 3,5 Mio rm (2,45 Mio m<sup>3</sup>) ein hohes Niveau erreicht, das die meisten Schätzungen des Brennholzverbrauches übertrifft. Nach Schätzung von KROTH (30) lag die Verwendung von Holz für Heizzwecke für 1978 bundesweit bei ca. 3 Mio m<sup>3</sup>. Dieser Wert ist im Vergleich mit den Umfrageergebnissen als zu niedrig zu bewerten, weil man davon ausgehen muß, daß auch in nichtlandwirtschaftlichen Haushalten Holz für Heizzwecke eingesetzt wurde.

Durch den Vergleich der Kleinbezirke wurden die großen regionalen Unterschiede für die mögliche Nutzung von Stroh und Holz deutlich. In Ackerbaulagen übersteigt das Strohangebot den Bedarf deutlich. In gemischtbetrieblich strukturierten Gebieten können die jährlich anfallenden Reststoffmengen die für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser benötigten fossilen Brennstoffe weitgehend ersetzen. In Regionen ohne Getreidebau liegt der Waldanteil in der Regel weit über dem Durchschnitt. Das vorliegende Beispiel (Kleinbezirk 3) weist demgegenüber eine relativ geringe Kleinpri-vatwaldfläche aus, dessen Waldreststoffpotential den Brennstoffbedarf in den landwirtschaftlichen Wohnhäusern nicht vollkommen decken kann. In stark bewaldeten Gebieten steht dagegen Holz als Brennstoff in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Eine vollständige Nutzung des Waldreststoffpotentials wird sich in derartigen Regionen kaum verwirklichen lassen, wenn das Angebot den regionalen Bedarf übersteigt. Neben der Lösung der technischen und ökonomischen Probleme der Ernte und des Transportes dieses Materials gilt es auch, die Voraussetzungen für die Lagerung (belüftbares Lager) und Verfeuerung (Umstellung von Öl- auf Feststoffkessel) zu schaffen.

## 9 Zusammenfassung

Die Verknappung und die damit verbundene Verteuerung fossiler Energieträger vollzog sich seit 1970 wesentlich schneller als die durchschnittliche Verteuerung aller Betriebsmittel. Der Preisindex der Erzeugerpreise landwirtschaftlicher Produkte stieg dagegen von 1976/77 bis 1980/81 nur von 100,1 auf 100,2. An den dadurch nicht vermeidbaren Einkommensverlusten waren die Energiekosten zunehmend beteiligt.

Nennenswerte Energieeinsparungsmöglichkeiten sind besonders bei der Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser möglich. Als Ersatz fossiler Brennstoffe sind in ländlichen Gebieten Holz und Stroh in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Die Erfassung des Brennstoffverbrauches in der Landwirtschaft beruhte bisher vorwiegend auf Schätzungen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, zunächst den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern und dessen Einflußgrößen für Bayern näher zu untersuchen. Ferner sollten durch einen Vergleich mit dem noch nutzbaren Potential an Holz und Stroh die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Einsparung fossiler Brennstoffe aufgezeigt werden.

Die Erfassung des hierfür notwendigen Datenmaterials erfolgte über eine Umfrage. Als Grundgesamtheit der Stichprobe diente die Gasöldatei, aus der mit Hilfe eines Zufallsgenerators eine Auswahl von 1 000 aus 339 000 Betrieben gezogen wurde. Die Fragebögen wurden vom Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten den zuständigen Landwirtschaftsämtern zugesandt. Die Befragungen wurden im Zeitraum Herbst 1978 bis Juni 1979 von den Beamten der Landwirtschaftsämter durchgeführt.

Ein Vergleich der Daten der Stichprobe mit den Werten der Agrar-Statistik zeigte gute Übereinstimmung hinsichtlich der Verteilung nach Betriebstypen, Waldbesitz und Anteil der landwirtschaftlichen Betriebe mit Waldbesitz. Auch typische Unterschiede der Bodennutzung in den Regierungsbezirken entsprachen in der Stichprobe etwa den Werten der Agrar-Statistik. Dagegen gab es Differenzen in der Betriebsgrößenstruktur: landwirtschaftliche Betriebe unter 5 ha waren in der Stichprobe unterrepräsentiert. Landwirtschaftliche Betriebe über 15 ha besaßen gegenüber den Werten des Bayer. Statistik-

schen Jahrbuches einen höheren Anteil. Um bei Hochrechnungen den Fehler auf ein Minimum zu beschränken, wurden die Werte des Bayer. Statistischen Jahrbuches über die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe in Bayern und deren Klassifizierung als Grundlage genommen.

Der Brennstoffverbrauch (Heizöl, Erd- und Flüssiggas, Kohle, Brennholz) 1978 betrug in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern im Mittel 42 716 kWh/a (s = 32 667,6 kWh/a). Brennholz und Heizöl waren die bei weitem wichtigsten Brennstoffe mit einem Anteil von 48 % bzw. 45 % an der Deckung des Gesamtbrennstoffbedarfes. Kohle leistete einen Beitrag von ca. 7 %, während Erd- und Flüssiggas nur vereinzelt verwendet wurden.

In ca. 65 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser wurde Heizöl verwendet, im Jahr durchschnittlich ca. 3 000 l je landwirtschaftlichem Wohnhaus. Demgegenüber heizten etwa 90 % aller landwirtschaftlichen Betriebe z.T. noch mit Holz; der Brennholzverbrauch in diesen landwirtschaftlichen Wohnhäusern machte allerdings, bezogen auf den Heizwert, mit ca. 14,5 rm/a\* (das entspricht ca. 2 250 l Heizöl) deutlich weniger aus als der Heizölverbrauch. Kohle wurde vorwiegend in Verbindung mit anderen Brennstoffen eingesetzt, der Durchschnittsverbrauch in 37 % aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit Kohleverbrauch lag bei ca. 1 050 kg/a. In mehr als 90 % dieser Fälle lag der Kohleverbrauch unter 2 t/a, in nahezu der Hälfte der Betriebe betrug er sogar weniger als 500 kg/a. Alle anderen Energieträger besaßen für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser eine untergeordnete Bedeutung.

Die Höhe des Brennstoffverbrauches wird durch eine Vielzahl von Einflußfaktoren bestimmt, von denen die wichtigsten näher untersucht wurden.

Einen wichtigen Einflußfaktor stellte die Betriebsgröße dar: Landwirtschaftliche Betriebe unter 10 ha LF verbrauchten im Mittel 1978 Brennstoffe mit einem Heizwert von durchschnittlich 36 795 kWh/a für die Beheizung der Wohnhäuser. In der Betriebsgrößenklasse 30 - 50 ha wurden im Mittel 61 932 kWh/a eingesetzt, die größten landwirtschaftlichen Betriebe (50 - 100 ha LF) benötigten mit durchschnittlich 54 710 kWh/a wieder weniger Brennstoff. Mit zunehmender Betriebsgröße war ein stärkerer Heizöl einsatz zu beobachten, der Anteil am Gesamtbrennstoffverbrauch betrug in landwirtschaftlichen Wohnhäusern auf Betrieben über 30 ha LF ca. 50 - 60 %, in

\*1 rm = 1 m<sup>3</sup> geschichtetes Holz

Betrieben von 20 - 30 ha LF dagegen nur 40 %. Der Anteil des Brennholzes am Gesamtbrennstoffverbrauch sank von ca. 53 % (Betriebsgrößenklasse 10 - 20 ha LF) auf 35 % (50 - 100 ha LF) ab. Das Standardbetriebseinkommen (StBE) ist ein Maßstab für die wirtschaftliche Größe des Betriebes. Mit Zunahme des StBE war ein kontinuierlicher Anstieg des Brennstoffverbrauches zu erkennen und zwar von 37 912 kWh/a (StBE-Klasse 1 - 10.000 DM/Betrieb) auf 60 587 kWh/a (StBE-Klasse 50.000 - 100.000 DM/Betrieb).

Einer der wichtigsten Parameter zur Beurteilung des Heizenergieverbrauches ist die Wohnfläche, die 1978 im Durchschnitt aller landwirtschaftlichen Wohnhäuser in Bayern 135,4 m<sup>2</sup> betrug. Durch die lineare Regression konnte ein Anstieg des Brennstoffverbrauches (y) von 273 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche (x) festgestellt werden, die Funktion zeigte jedoch ein Bestimmtheitsmaß (B) von lediglich 14,8 % (y = 273,4 x + 6 051,4).

Wesentlich beeinflußt wurde der Brennstoffverbrauch weiterhin auch durch die Art des installierten Heizsystems. In landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Zentralheizung wurde mit ca. 63 000 kWh/a ein etwa doppelt so hoher Brennstoffverbrauch beobachtet wie in mit Einzelöfen beheizten Wohnhäusern. Dieser Unterschied konnte nur teilweise durch die im Durchschnitt größere Wohnfläche zentralbeheizter Häuser erklärt werden. Auch der spezifische Brennstoffverbrauch lag mit 412 kWh/m<sup>2</sup> · a um ca. 50 % über dem Wert von einzelofenbeheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern (280 kWh/m<sup>2</sup> · a). Ein wichtiger Grund für den hohen Brennstoffverbrauch zentralbeheizter landwirtschaftlicher Wohnhäuser war die wesentlich höhere Heizleistung der installierten Heizungsanlage von ca. 45 kW gegenüber 17 kW in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Einzelöfen. Die spezifischen Heizleistungen der installierten Heizungssysteme lagen mit 288,4 W/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Zentralheizungen) bzw. 142,8 W/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Einzelöfen) ebenfalls weit auseinander. 1978 waren in Bayern allerdings erst 37 % der landwirtschaftlichen Wohnhäuser mit Zentralheizungen ausgestattet, ca. 1/3 dieser Betriebe wiesen neben der Zentralheizung zusätzlich noch ein oder mehrere Einzelöfen auf. In großen landwirtschaftlichen Betrieben dagegen waren überwiegend Zentralheizungen installiert, der Anteil stieg von 15,6 % in der Betriebsgrößenklasse 0 - 10 ha auf 64,7 % in der Betriebsgrößenklasse 50 - 100 ha LF. Demgegenüber fiel der Anteil an mit Einzelöfen beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern von 74,6 % (0 - 10 LF) auf 35,3 % (50 - 100 ha LF) ab.

Noch deutlicher hängt die Art des installierten Heizungssystems von der Größe des Wohnhauses ab. Während landwirtschaftliche Wohnhäuser mit Wohnflächen von 50 - 100 m<sup>2</sup> in 87,6 % aller Fälle ausschließlich mit Einzelöfen beheizt wurden, betrug der Anteil in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit 250 m<sup>2</sup> Wohnfläche und mehr 16,6 %.

Mit dem installierten Heizungssystem ist die Art der verwertbaren Brennstoffe im allgemeinen festgelegt. Die Nutzung neuer Brennstoffe setzt häufig Umrüstungen oder Neuanschaffungen voraus. Mit der Verbreitung der Zentralheizung gewann das Heizöl als Energieträger an Bedeutung, wie auch der Vergleich der Heizungssysteme zeigte. In mit Einzelöfen beheizten landwirtschaftlichen Wohnhäusern wurden ca. 64 % des Brennstoffbedarfs durch Brennholz bereitgestellt, lediglich 25 % durch Heizöl, während in landwirtschaftlichen Wohnhäusern mit Zentralheizung ca. 66 % des Brennstoffbedarfs durch Heizöl und nur 29 % durch Brennholz gedeckt wurden. Eine Mittelstellung nahmen landwirtschaftliche Wohnhäuser mit Zentralheizung und zusätzlich vorhandenen Einzelöfen ein (ca. 42 % des Brennstoffverbrauches war Brennholz, ca. 56 % Heizöl und ca. 2 % Kohle).

Die eigene Waldfläche erwies sich als wichtigster Einflußfaktor auf die Höhe des Brennholzverbrauches. 90,7 % aller Betriebe mit Waldbesitz verbrauchten im Mittel ca. 16 rm/Jahr. Bis zu Waldflächen von ca. 8,5 ha je landwirtschaftlichem Betrieb war ein Anstieg des Brennholzverbrauches auf ca. 25 rm/Jahr zu erkennen, großer Waldbesitz führte zu keiner weiteren Erhöhung des Holzverbrauches für Heizzwecke. Bemerkenswert war, daß ca. 86 % aller landwirtschaftlichen Betriebe ohne Waldbesitz ebenfalls Holz verheizten, im Durchschnitt mit ca. 10 rm/Jahr jedoch signifikant weniger als landwirtschaftliche Betriebe mit Waldbesitz.

Durch multiple Korrelations- und Regressionsanalysen konnten die Heizleistungen der Heizungsanlage ( $x_1$ ) und die Wohnfläche ( $x_2$ ) als wichtigste Einflußgrößen auf den Brennstoffverbrauch ( $y$ ) festgestellt werden:

$$y = 1\ 017\ x_1 + 16,1\ x_2 + 14\ 881 \quad B = 0,604 \quad n = 622$$

Diese Faktoren erklären ca. 60 % der Streuung des Brennstoffverbrauches. Deutlich geringer war der Einfluß der Betriebsgröße bzw. des Standardbetriebseinkommens. Ein Einfluß der Zahl der im Haushalt versorgten Personen

auf den Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern konnte nicht nachgewiesen werden.

Eine Wichtung der verschiedenen Einflußgrößen wurde schließlich möglich durch die Veränderung des Brennstoffverbrauches bei schrittweiser relativer Veränderung der jeweiligen Einflußgrößen. Deren Mittelwerte entsprachen jeweils 100 %. Am deutlichsten veränderte sich der Brennstoffverbrauch mit zunehmender Wohnfläche. Auch mit Zunahme der installierten Heizleistung der Öfen (in kW) und der spezifischen Heizleistung (in W/m<sup>2</sup> Wohnfläche) nahm der Brennstoffverbrauch zu, wenn auch der Anstieg flacher verlief als bei der Wohnfläche. Die Zunahme des Brennstoffverbrauches mit Zunahme der spezifischen Heizleistung weist auf einen schlechteren Jahreswirkungsgrad zu groß dimensionierter Heizkessel gegenüber einer bedarfsgerechten Auslegung der installierten Heizleistung hin.

Um weiterhin die Möglichkeiten zu untersuchen, die fossilen Brennstoffe für die Wohnhausbeheizung durch überschüssiges Stroh und Holz zu ersetzen, mußten zunächst hierfür verfügbare Potentiale ermittelt werden. Auf einer Gesamtwaldfläche in Bayern von 2,37 Mio ha fallen bei einem Einschlag von 8,7 Mio m<sup>3</sup> pro Jahr ca. 6,4 Mio m<sup>3</sup> Reststoffe (Nadeln, Laub, Reisholz, nichtaufgearbeitetes Kronenderholz, Derholzrinde, Stockholz) an. Ökologische und waldbauliche Gesichtspunkte schränken jedoch die Verfügbarkeit dieses Potentials ein. Unter weiterer Berücksichtigung von Ernteverlusten sind lediglich noch 2,6 Mio m<sup>3</sup> Waldreststoffe jährlich nutzbar. Werden des weiteren Derholzrinde, die z.T. industriell verwertet wird, sowie Nadeln und Laub, die im Wald bleiben sollten, nicht als verfügbar angesehen, betragen die jährlich verwertbaren Waldreststoffmengen in Bayern noch 1,36 Mio m<sup>3</sup>.

Auf einer Getreidefläche von ca. 1,3 Mio ha in Bayern können jährlich ca. 5,4 Mio t Stroh geerntet werden. Die Strohmengen müssen über das Korn : Stroh-Verhältnis festgestellt werden und sind als Schätzungen anzusehen. 1978 wurden im Durchschnitt ca. 60 % als Einstreu verwendet, ca. 30 % wurden in den Boden eingearbeitet. Die maximal für die Verfeuerung nutzbare Strohmenge in Bayern kann mit ca. 2,1 Mio t/Jahr beziffert werden, das entspricht ca. 39 % des Getreidestrohverbrauchs. Der Rest wird für Einstreuzwecke und zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit benötigt.

Insgesamt kann das Energiepotential in Form von verfügbarem Restholz und Getreidestroh in Bayern mit ca. 14 Mrd kWh/Jahr angenommen werden und ist damit höher als der Gesamtbrennstoffverbrauch aller landwirtschaftlicher Wohnhäuser in Bayern, der 1978 ca. 11,7 Mrd kWh betrug. Da jedoch nur ca. 52 % (6,1 Mrd kWh) in Form fossiler Brennstoffe (Heizöl und Kohle) eingesetzt wurden, reichten (ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Wirkungsgrade der Wärmeumwandlung) etwa 44 % der verfügbaren Holz- und Strohmengen aus, um auf Heizöl und Kohle völlig verzichten zu können. Diese Aussage beinhaltet jedoch nicht den notwendigen Energieaufwand für die Bereitstellung von Stroh und Waldreststoffen, der u.U. erheblich sein kann. Auch technische und ökonomische Probleme wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet.

Eine Studie über Verfügbarkeit und Nutzung von Restholz und Getreidestroh als Brennstoff in ausgewählten Kleinbezirken zeigte große regionale Unterschiede. In Gebieten mit vorwiegendem Marktfruchtbau entstehen Strohüberschüsse, die den Verbrauch an fossilen Brennstoffen in landwirtschaftlichen Wohnhäusern weit übersteigen. Nur ca. 57 % der verfügbaren Strohmengen könnten Heizöl und Kohle in den landwirtschaftlichen Wohnhäusern dieses Kleinbezirkes vollständig ersetzen. In Gebieten mit gemischtbetrieblicher Struktur kann dagegen das verfügbare Stroh- und Restholzpotential weitgehend ausgeschöpft werden. In Grünlandgebieten (Kleinbezirk 3) steht kein Stroh, sondern nur Holz als Kohle- und Heizölersatz zur Verfügung. Im vorliegenden Beispiel könnten durch das verfügbare Restholz nur 43 % der fossilen Brennstoffe eingespart werden. Es könnten darüberhinaus wesentliche Restholzmengen von nichtlandwirtschaftlichen Waldflächen für die Beheizung landwirtschaftlicher Wohnhäuser verwertet werden.

Für eine praktische Nutzung dieser Möglichkeiten sind jedoch beim gegenwärtigen Stand der Technik hohe Investitionen erforderlich (Restholzerntetechnik, Umbau von Heizungsanlagen, z.T. hohe Investitionen für Strohfeuerungsanlagen). Deshalb ist auch bei weiter steigenden Heizölpreisen, an denen sich auch die Preise für andere Brennstoffe ausrichten, nur mit einer allmählichen Zunahme der Bedeutung von Stroh und Waldreststoffen als Ersatzbrennstoff für fossile Energieträger zu rechnen.

## 10 Literaturverzeichnis

- 1 AFFOLTER, E.: Energie aus einheimischem Holz; Vortrag anl. der Tagung "Bioenergie" am 12.-13.1.1978 im Gottlieb-Duttweiler Institut, Rüschlikon/Zürich (Schweiz)
- 2 ANGER, H.: Befragung und Erhebung; Handbuch zur Psychologie, Bd. 7, Sozialpsychologie, 1. Halbband, Theorien und Methoden, S. 597-618, Göttingen (1969)
- 3 ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR ENERGIEBILANZEN, 4 Düsseldorf: Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland
- 4 ASSMANN, E.: Waldertragskunde - Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen; BLV-Verlagsgesellschaft München, Bonn, Wien (1981), S. 28-37
- 5 AUFHAMMER, G., G. FISCHBECK: Getreide - Produktionstechnik und Verwertung; DLG-Verlags-GmbH (1973), 388 Seiten
- 6 BACHOFEN, R.: Die Erzeugung und Nutzung von Biomasse; Vortrag anl. der Tagung "Bioenergie" am 12.-13.1.1978 im Gottlieb-Duttweiler Institut, Rüschlikon/Zürich (Schweiz)
- 7 BAUERSACHS, F.: Zuordnungsschlüssel für Stadt- und Landkreise der Bundesrepublik Deutschland zu 42 Wirtschaftsgebieten; Schwerpunktprogramm der DFG, Konkurrenzvergleich landwirtschaftlicher Standorte, Materialien Nr. 303, Bonn (1975)
- 8 BÖLTKEN, F.: Auswahlverfahren, eine Einführung für Sozialwissenschaften; Tebner Studienskripten (1976)
- 9 BOGUSLAWASKI, v. E., J. DEBRUCK: Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit; DLG-Verlag, Bd. 155, 92 Seiten, Frankfurt (1977)
- 10 BUDERUS: Handbuch der Heizungs- und Klimatechnik; VDI-Verlag Düsseldorf, 32. Ausgabe (1975)
- 11 DAUBER, E., B. ZENKE: Potential forstlicher Reststoffe (Waldabfälle), Projektleiter: K. Kreutzer, Bericht des Fachbereiches Forstwissenschaft der Ludwig-Maximilians-Universität München, Band 1, 250 Seiten (1978)
- 12 DENNINGER, W.: Mit welchen Spaltgeräten das Holz zerkleinern?; dlz, S. 1550 ff (1981)
- 13 DENNINGER, W.: Hackschnitzel aus Abfallhölzern - das Brennholz der Zukunft, Forstliche Informationen (Mitteilungsblatt des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik), 32. Jahrgang, Nr. 11, S. 81-87 (1980)
- 14 FAO (Food and Agriculture Organisation): FAO-Production Yearbook, Rom, Band 33 (1979)
- 15 FRANZ, F., E. KENNEL: Bayerische Waldinventur 1970/71, Forschungsbericht der forstlichen Forschungsanstalt München, Nr. 12, 13 und 14

- 16 FRÖHWALD, A., W. LIESE: Holz, eine alternative Energiequelle?; Naturwissenschaftliche Rundschau, 33. Jahrgang, Heft 12, S. 497-505, Wissenschaftliche Verlags-GmbH, Postfach 40, 7 Stuttgart 1 (1980)
- 17 GUMZ, W.: Kurzes Handbuch der Brennstoff- und Feuerungstechnik; Springer-Verlag, Berlin/Göttingen (1962)
- 18 HÄBERLE, S.: Der Einfluß des Stückmassegesetzes auf die Rohholzknappheit; Forstarchiv, 51. Jahrgang, Heft Nr. 10, S. 200-206, Verlag M+H Schaper (1980)
- 19 HAUSLADEN, G.: Altbauten - Energieeinsparung durch Sanierung von haustechnischen Anlagen; VDI-Berichte Nr. 356 (1980)
- 20 HEISSENHUBER, A.: Ökonomik der Gewinnung und Verfütterung von aufgeschlossenem Getreidestroh; Diss. TU München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, 170 Seiten (1982)
- 21 HOFFMANN, H., H. STEINHAUSER, H. LINK: Ökonomik der Gewinnung und Verwertung von Getreidestroh; Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 55, SH. 3, S. 259-326 (1978)
- 22 HOFSTETTER, E.-M.: Feuerungstechnische Kenngrößen von Getreidestroh; Diss. Weihenstephan (1978)
- 23 HOLLMANN, P.: Struktur des Energieeinsatzes und der Energiekosten in Betriebsgrößen und Betriebsformen; Bericht über die Landwirtschaft (1979), Sonderheft 195, S. 115 - 134
- 24 HYMAN, H. et al: Interviewing in Sozial Research; Chicago (1954)
- 25 KÄMPF, R.: Fruchtfolgegestaltung im spezialisierten Betrieb; DLG-Verlag, 171 S., Frankfurt (1977)
- 26 KAMMHOLZ, G., H. FROHNERT, W. LÜHRMANN: Energie im Haushalt - Heizkostenvergleich und Energieprognose bis 1985; Energiewirtschaftliche Tagesfragen 26, S. 578 (1976)
- 27 KLEINHANß, W.: Ökonomische Beurteilung des Verheizens von Stroh für Wohnhausheizung und betriebseigene Trocknung; Landbauforschung Völkenrode, 30. Jg., Heft 1, S. 28-42 (1980)
- 28 KLEINHANß, W.: Wirtschaftlichkeit der Energiegewinnung aus Stroh; Kali-Briefe (Büntehof) 15 (6), S. 371-384 (1980)
- 29 KRAPFENBAUER, A.: Waldbiomasse und Energieversorgung; Internationaler Holzmarkt 4/5, S. 26-32 (1979)
- 30 KROTH, W.: Das potentielle Heizholzangebot der BRD; Beitrag in: Heizen mit Holz, Herausgeber Solentec GmbH, Postfach 4, 3404 Adelebsen, S. 1-33 (1980)
- 31 Ktbl: Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft: 10. Auflage, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup, 298 Seiten (1980)
- 32 Ktbl: Standarddeckungsbeiträge 1976/77, 1977/78 und 1978/79, verschiedene Arbeitspapiere

33 LAMMEL, R., P. PLOCHMANN: Die Nutzung des Kleinprivatwaldes in Ostbayern und Perspektiven ihrer künftigen Entwicklung; Forschungsberichte der forstlichen Forschungsanstalt München Nr. 34 (1976)

34 LEACH, G.: Energy and Food Production; IPC Business Press limited IPC House, 32. High Street, Guildford, Surrey GU 1 3 EW, 137 S. (1976)

35 LOHMANN, U.: Handbuch Holz; 2. Auflage, S. 204-207, DRW-Verlag, Stuttgart (1980)

36 MANTEL, H.-J.: Holzmarktlehre; Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Berlin, Basel, Wien (1973)

37 MASCHER, R., H.D. BRABÄNDER: Der Eigenverbrauch an Brennholz im Kleinprivatwald in Niedersachsen; 111 Seiten, J.D. Sauerländer Verlag, Frankfurt/M. (1980)

38 MEINHOLD, K., P. HOLLMANN, W. KLEINHANß, H. KÖGL: Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen; Vortrag anlässlich der 22. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Stuttgart-Hohenheim (7.-9.10.1981)

39 NIE, N.H., C.H. HULL: SPSS 8 - Statistikprogrammsystem für die Sozialwissenschaften - Eine Beschreibung der Programmversionen 6, 7, 8 von P. Beutel, H. Küffner, W. Schubö, 3. Auflage, 300 Seiten, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York (1980)

40 NN: Agrarberichte 1978-1981 der Bundesregierung; Verlag Dr. H. Heger, Postfach 200821, 5300 Bonn 2

41 NN: Bayer. Statistisches Jahrbuch; Herausgeber: Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München (1980)

42 NN: Der Wald in Bayern; Herausgeber BStELF, Passau (1981)

43 NN: Deutscher Normenausschuß, DIN 4702, Blatt 1 und 2, Heizkessel, Begriffe, Normen, Heiztechnische Anforderungen, Kennzeichen, Prüfregeln; Beuth Vertrieb Berlin/Köln (1967)

44 NN: Faustzahlen für Heizungsbauer über Heizenergiebedarf von Wohnhäusern

45 NN: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau; Herausgeber: Ruhr-Stickstoff AG, 9. Auflage, S. 311 (1980)

46 NN: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland; Herausgeber: BMELF, Bonn, 422 S. (1981)

47 NN: Persönliche Mitteilungen des Bundessortenamtes Hannover

48 NN: Persönliche Mitteilungen des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden

49 NN: Statistisches Landesamt Bayern, Gemeindedaten, 419 Seiten (1975)

50 NN: Statistisches Landesamt Bayern, Standarddeckungsbeiträge in Bayern, München (1980)

- 51 OLLMANN, H.: Zur Frage der Genauigkeit der Statistik über den Holzeinschlag in der Bundesrepublik Deutschland, Forstarchiv 29, 127 (1978)
- 52 ORTMAYER, E., H. THOMA, L. VOGT: Auswirkung der Energieverteuerung auf die Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebszweige und Betriebsformen; Vortrag anlässlich der 22. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Stuttgart-Hohenheim, 7.-9.10.1981
- 53 PATZAK, W.: Bereitstellung von Biomasse als Brennstoff; in: Heizen mit Holz, Tagungsbericht der Solentec in Göttingen, Solentec GmbH, Postfach 4, 3404 Adelebsen, S. 47-63, 1.2.1980
- 54 PAYNE, S.L.: The Art of Asking Questions, Princeton (1951)
- 55 PERWANGER, A., H. MITTERLEITNER: Möglichkeiten der Strohverwertung; Endbericht des LTV in Zusammenarbeit mit dem Inst. u. der Bayer. LA für Landtechnik, Herausgeber: BStELF, 211 Seiten (Dez. 1978)
- 56 PETERSEN, T.T.: EC SOLAR Energy Programme, Project E - Energy from Biomass, Regional analysis of amount and utilization of waste products especially straw in Denmark, Den. kgl. Veterinaer-og Landboljskole, Rolighedsvej 23, DK 1958 Copenhagen V., 10./11. April 1978
- 57 PLOCHMANN, R., H. LÖFFLER: Holz als Rohstoff in der Weltwirtschaft; Schriftenreihe des BMELF, Reihe A, Landwirtschaft - Angew. Wissenschaft., Heft 220, Münster/Hiltrup (1979)
- 58 RUHR AG: Erdgas, Strom und Öl im Vergleich; Sonderdruck aus Zeitschrift: Erdgas-Information, Ausgabe 4/75, Herausgeber: Ruhr AG, Huttropstr. 60, 43 Essen (Dez. 1975)
- 59 SACHS, L.: Statistische Auswertungsmethoden; Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 2. Auflage, 667 Seiten (1969)
- 60 SCHÄFER, R.: Technische und ökonomische Beurteilung des Biogasverfahrens in Betrieben der tierischen Produktion anhand von statistischen und dynamischen Modellen; Diss. TUM - Weihenstephan (1982)
- 61 SCHEFFER, F., P. SCHACHTSSCHABEL: Lehrbuch der Bodenkunde; 8. Auflage, Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart (1973)
- 62 SCHMITTINGER, B., E. ORTMAYER, H. FRITZSCH: Produktionsspezifischer Dieselölverbrauch der Landwirtschaft Bayerns; Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben Nr. Z 3/g - 80 - 1052/5332 des BStELF (1980)
- 63 SCHRADER, J.-V.: Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung; Vortrag anlässlich der 22. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Stuttgart-Hohenheim, 7.-9.10.1981
- 64 SCHREIBER, K.: Einfluß der Interviewer-Haltung zum Erhebungsgegenstand auf die Ergebnisse demoskopischer Befragungen, S. 136-196, Berlin (1971)

65 SOYEZ, D.: Waldenergie und Energiewälder; Bericht vom "International Forestry Energy Meeting", ELMIA, Jönköping/Schweden, 29.9.-2.10.1980, AFZ (Allgem. Forst-Zeitung) S. 1345-1348

66 STEINHAUSER, H.: Kosten der Gründung; unveröffentlichtes Vorlesungsmanuskript (1981)

67 STERN, H., H. BIEBELRIETHER, P. BURSCHEL, R. PLOCHMANN, W. SCHRÖDER, H. SCHULZ: Rettet den Wald; Kindler-Verlag München, S. 201-220 ff (1979)

68 STREHLER, A.: Energie aus Verbrennung land- und forstwirtschaftlicher Reststoffe; Vortrag für die Tagung "Agrarwissenschaften und Energie", München (Nov. 1978)

69 STREHLER, A., A. PERWANGER, H. SCHULZ, E.-M. HOFSTETTER: 4 Studien über Strohverwertung; Forschungsbericht Nr. 052-76 ESD, Herausgeber: Kom. EG Brüssel, Brüssel (1980)

70 STREHLER, A., E.-M. HOFSTETTER, F. HEINS: Energiegewinnung aus Stroh; Forschungsbericht zum Vorhaben 408-77-10 ESD, Kom. EG Brüssel, Freising, Selbstverlag - Grüne Schriftenreihe 4, 320 Seiten (1980)

71 STREHLER, A., F. HEINS, P. SCHULZE LAMMERS, J. WASENSTEINER, W. LANGER: Weiterentwicklung und praktischer Einsatz von Anlagen zur Energiegewinnung aus Holz und Stroh im landwirtschaftlichen Bereich (ländlicher Raum); Forschungsbericht zum Vorhaben 03E 5268 A des BMFT Bonn (1982)

72 STUDER, R.: Studie über den Energie-Input und Output in der schweizerischen Landwirtschaft

73 STURBECK, M.: Energieeinsparungsmöglichkeiten im privaten Haushalt; Diss. Bonn 1977, Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der MEG 25

74 ULLMANN, O.: Untersuchung zur Energieeinsparung in der Landwirtschaft; Bonn (1979)

75 WEBER, A.: Langfristige Energiebilanz in der Landwirtschaft; Schriftenreihe des BMELF, Heft 221, Münster/Hiltrup (1979)

76 WEBER, A.: Bewertung der Energiebilanz aus Produktion, Distribution und Verbrauch; Institut für Agrarpolitik und Marktlehre, Univ. Kiel, Vortrag 12.-13.1.1978

77 WEIDINGER, A.: Möglichkeiten und Grenzen der Energieeinsparung in der Landwirtschaft; I. Teil, Beitrag in Zeitschrift DLZ 9/78, BLV-Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 400320, 8 München 40

78 WENNER, H.-L., J. BOXBERGER, M. ESTLER, K.-H. KROMER, H. SCHÖN, A. STREHLER: Die Landwirtschaft; Band 3, Angewandte Landtechnik, BLV-Verlagsgesellschaft, 7. Auflage, München (1980)

79 WENNER, H.-L.: Agrarproduktion - Energiebedarf und Energieanfall; Vortrag anläßl. des Symposiums "Landwirtschaft und Elektrizität, Nutzung von Energie aus Umwelt und landwirtschaftlicher Produktion, Veranstalter: KTBL, AEL, HEA, Würzburg, 14.-15.9.1982

- 80 WENNER, H.-L.: Zur Energiesituation der Landwirtschaft - Probleme und Folgerungen; Bayer. Landw. Jahrbuch, 57 Jg., S. 23-46, Sonderheft 2 (1980)
- 81 WERSCHNITZKY, U.: Verteuerung der Energie und Energieversorgung der Landwirtschaft; Vortrag anlässlich der 22. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Stuttgart-Hohenheim, 7.-9.10.1981
- 82 WOLF, E.: Ausbeuteerwartung bei Ganzbaum- und Kronenhackung; Mitteilungen der forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden Württemberg, Nr. 31, 16 Seiten, Juli (1974)
- 83 WOLFF, Ch.: Läßt sich im Haushalt Energie einsparen?; DLG-Mitteilungen 2, Frankfurt/Main (1979)
- 84 ZERLE, A.: Die Holzaufkommensprognose für Bayern - Folgerungen für den Staatswald; Forschungsberichte der Forschungsanstalt München, Nr. 29, München (1976)
- 85 FAO: Prospects for Twine Usage in Baling Straw in E.E.C., Nov. 1977

Verwendete EDV-Programme:

- 86 AUERNHAMMER, H.: Memiwe, Mehrfache Mittelwertanalysen, Programmmbibliothek Weihenstephan
- 87 AUERNHAMMER, H.: Sort, Sort FU, Sort FN, Sort FO: Sortierung von numerischen Daten nach verschiedenen Kriterien
- 88 AUERNHAMMER, H.: Update: Numerische Daten in Datei eintragen, Programmmbibliothek Weihenstephan
- 89 AUERNHAMMER, H.: StDB: Berechnung von Standarddeckungsbeiträgen und Zuordnung von landwirtschaftlichen Betrieben zu Betriebstypen
- 90 NIE, N.H., C.H. Hull: SPSS 8 - Statistikprogrammsystem für die Sozialwissenschaften

Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Ref. Landmaschinenwesen und

Energiewirtschaft

Landtechnik Weihenstephan

Bearbeitungs-Nr. .... Datum: .....

Energieerhebung  
=====Schätzdaten bitte mit \* kennzeichnen.  
Mehrfachverwendung bitte mit \*\* angeben.1. Allgemeine Betriebsdaten1.1 Personalangaben (zum Erhebungszeitpunkt)

Wieviel Personen wohnen auf Ihrem Betrieb? .....

	Arbeitskräfte im Betrieb (Anzahl)	(ca. h/a)	Bemerkungen (z.B. Versehrte usw.)
Betriebsleiter			
Ehefrau			
Kinder von 14-18 Jahren			
Kinder über 18 Jahren			
sonst. Familienangeh.			
Lehrlinge			
Fremd-Arbeitskräfte			

1.2 Bodennutzung

ges. landw. Nutzfläche: ..... ha; Wald ..... ha

	Ackerfläche (ha)	Grünlandfläche (ha)
Getreide		
Körnermais		
Kartoffeln		
Zuckerrüben		
Silomais		
Feldfutter		
sonstiges		

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

1.3 Verwertung des anfallenden Strohes

	Ø ca. ha		Ø ca. ha
Einstreu		Verbrennen auf dem Feld	
Einarbeiten		Nutzung zur Energie- gewinnung	
Verkauf		sonstiges	

1.4 Ø Tierbestand (Stück)

	1975	1976	1977	1978		1975	1976	1977	1978
Kühe					Zuchtsauen				
Jungvieh					Mastschweine				
Kälber					Geflügel (Hühner)				
Mastbulle/ Rinder					sonstige				
sonstige					sonstige				

1.5 Silobehälter gesamt: ..... m<sup>3</sup>

	Anzahl	Fassungsvermögen (m <sup>3</sup> /Silo)	Höhe (m)	Baustoff (Beton, Holz usw.)	Futterart (Gras, Mais usw.)
Hochsilos					
Flachsilos					
sonstige					

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

1.6 Trocknungsmenge pro Jahr

a: im eigenen Betrieb getrocknet  
b: außerhalb trocknen lassen

	1975		1976		1977		1978	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Getreide (dt)								
Mais (dt)								
Grünfutter (dt)								
sonstiges (dt)								

2. Spezielle Daten der Elektrizitätsversorgung

	1975	1976	1977	1978
Gesamt-Stromverbrauch (kWh/a)				
Tagstrom (kWh/a)				
Nachtstrom (kWh/a)				
tariflicher Anschluß- wert (kW)				
evtl. Überanschluß- wert (kW)				

2.1 Silobehälter

Einlagerung:

	Rohrweite (mm)	E-Motor (n) Nennleistung** (kW)	Zapfwellenantrieb (ca. PS)
Wurfgebläse			
Abladegebläse			
Häckselgebläse/ Gebläsehäcksler			
Dosiergerät	X		X
Krananlage	X	(gesamt)	X
Anzahl der Motoren	X		X
Förderband	X		
Sonstiges			

Auslagerung:

	E-Motor (n) Nennleistung** (kW)
Krananlage	
Untenentnahmefräse	
Obenentnahmefräse	
Sonstiges	

2.2 Heu

Einlagerung:

	Rohrweite (mm)	Förderlänge Ø (m)	E-Motor Nennleistung** (kW)
Abladegebläse			
Krananlage	X		
Höhenförderer/ Ballenbahn	X		
Dosiergerät	X		

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

Trocknung und Belüftung

	Kaltluft	Warm/Heißluft
Ø Erntefläche (ha)	1. Schnitt	
	2. Schnitt	
	3. Schnitt	
	4. Schnitt	
Anzahl der Anlagen		
E-Motor-Nennleistung ** (kW)		
Anlagengrösse	$m^3$	
	$m^2$	
	Höhe (m)	
Heizleistung	Öl (kcal/h)	
	sonstiges (kcal/h)	
	elektrisch (kW)	

<u>Auslagerung</u>	Anzahl	E-Motor-Nennleistung** (kW)
Krananlage		
Sonstiges		

2.3 Getreide-Annahme und Förderung

	E-Motor Nennleistung** (kW)	max. Förderweg (m)
Körnergebläse		
Saug-Druckgebläse		
Becherwerk		
Rohrkettenförderer/ Körnerschnecke		
Sonstiges		
Getreide-Reinigung		

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

2.4 Getreide- und Maistrocknung

Trocknerbauart:	Kaltbelüftung	Warmluftsatz- trockner		Durchlauf- trockner	
		flach	hoch	flach	hoch
Nennleistung (dt/h)					
~Trocknungslufttemp. (°C)		X	X		
E-Motore Anzahl					
E-Motoren **					
Nennleistung (kW)					
Heizleistung (kcal/h)		X	X		
elektr. (kW)		X	X		
Verbrauch 1977					
Öl (l)		X	X		
Gas (kg)		X	X		
Elektro- wärme (kWh)		X	X		
Sonstiges		X	X		

2.5 Mahl- und Mischanlagen

	Anzahl der Motoren	E-Motor-Nennleistung** (kW)		
Hammermühle				
Kreiselschroter				
Mischer				
kombinierte Anlage				
Sonstiges				

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

2.6 Entmistung

Anlagenart	Tierart	Anzahl der Motoren	E-Motor-Nennleistung** (kW)	Förderlänge (m)
Schubstange	Rind			
	Schwein			
	Huhn			
Kettenförderer	Rind			
	Schwein			
	Huhn			
Seilzug	Rind			
	Schwein			
	Huhn			
sonstige (z.B. Schlepper etc.)	Rind			
	Schwein			
	Huhn			
Flüssigmistpumpe				Lagerkapazität (m <sup>3</sup> )
(Zapfwellenantrieb)				Rind
			..... (ca. PS)	Schwein
				Huhn
Güleemixer (Zapfwellenantrieb)				Rind
			(ca. PS)	Schwein
				Huhn

3. Spezielle Daten der Tierhaltung

3.1 Rindvieh

		Milchkühe	Bullen u. Rindermast	Kälber (Aufzucht u. Mast)
Füttern	Futterver- teilwagen	Fassungsvermögen (m <sup>3</sup> )		
	An- trieb	elektrisch (kW)		
	Schlepper (ca. PS)o.Ä.			
	sonst. z.B. v. Hand, Schnecke, Futter- band etc. (kW)			
Kälbertränke	Automaten	Anzahl (kW/Stück)		
	el.Boiler	Inhalt (l) (kW)		
	Gas-Boiler	Inhalt (l) (kcal/h)		
	el.Durchlauf-Erhitzer (kW)			
	Gas-Durchlauf-Erhitzer (kcal/h)			
	Mixer (kW)			
	Sonstiges			
Stalllüftung	Überdrucklüftung			
	Unterdrucklüftung			
	Gleichdrucklüftung			
	Anzahl der Ventilatoren			
	Gesamt-Anschlußwert (kW)			
Stall-Heizung	Öl	(kcal/h)		
	Gas	(kcal/h)		
	elektr. (kW)			
	sonst. (kcal/h)			
	Anzahl			
	elektr. (Watt/Stück)			
	Gas (kcal/h u. Stück)			

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

3.1.1 Melkanlage (n)

	Eimermelkanlage	Rohrmelkanlage (Anbindestall)	Melkstand	Sonstiges
Anzahl der Melkzeuge				
Vakuumpumpe (kW)				
el. Speicher (kW)				
el. Durchlauf- Erhitzer (kW)				
Sonstiges				
Spül- automat Anschl. an Warmwasser ja/nein				
Anschlußwert (kW)				
Milchbehälter/Tank (1)				
dir. Kühlung (kW)				
indir. Kühlung (kW)				
Kühlung mit Wärmerück- gewinnung (ja/nein)				
Sonstiges				

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

3.2 Schweine

		Mast-Schweine	Zucht-Schweine	Ferkel
Füttern	Automaten (Gesamt kW)			
	sonstige (evtl. Ges.-kW)			
Nass- fütterung	Pumpe (kW)			
	Mischeinrichtung (kW)			
Stalllüftung	sonstige (Gesamt kW)			
	Überdrucklüftung			
	Unterdrucklüftung			
	Gleichdrucklüftung			
Stall-Heizung	Anzahl der Venti- latoren			
	Gesamt-Anschluß- wert (kW)			
** Wärmequelle	Öl (kcal/h)			
	Gas (kcal/h)			
Infrarot- Wärmestrahl	elektr. (kW)			
	sonst. (kcal/h)			
** Wärmequelle	Anzahl			
	elektr. (Watt/Stück)			
	Gas (kcal/h u. Stück)			

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

3.3 Hühner

	Legehennen	Mast	Kücken/Junghennen
Futter-Verteilanlage (Gesamt-kW)			
Beleuchtung (Gesamt-kW)			
Eiertransport (Gesamt-kW)		X	X
Sortiermaschine (Gesamt-kW)		X	X
sonstige (Gesamt-kW)			
Stalllüftung bitte ankreuzen:	Überdrucklüftung		
	Unterdrucklüftung		
	Gleichdrucklüftung		
Anzahl der Ventilatoren			
Gesamt-Anschlußwert (kW)			
Stall-Heizung bitte ankreuzen:	Öl (kcal/h)		
	Gas (kcal/h)		
	elektr. (kW)		
	sonst. (kcal/h)		
Infrarot- Wärmestrahler bitte ankreuzen:	Anzahl	X	
	elektr. (Watt/Stück)	X	
	Gas (kcal/h u. Stück)	X	

## Fortsetzung Anhangstabelle 1

#### 4. Sonstige elektrisch betriebene Maschinen und Geräte

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

5. Wärmeverbrauch im Haushalt

Wohnfläche ..... m<sup>2</sup>  
Raumhöhe ..... m  
Anzahl der beheizten Räume .....

5.1 Heizungssystem

	Zahl der Brennstellen	Gesamtheizleistung
Zentralheizung		kcal/h
Ofenheizung		kcal/h
Elektroheizung		kW-Anschlußwert

5.2 Jährlicher Brennstoffverbrauch

	Heizöl	Stadt- Erdgas m <sup>3</sup>	Flüssig- gas kg	Strom kWh	Kohle dt	Holz Ster
Heizung						
Kochen	X	X				
Warmwasser						

5.3 Wärmeabgabe an den Betrieb

Wird Warmwasser an den Betrieb abgegeben? ja/nein

Wenn ja, wohin? .....

Wird Heizwärme an den Betrieb abgegeben ja/nein

Wenn ja, wohin? .....

Fortsetzung  
Anhangstabelle 1

EVU.: .....

Amt für Landwirtschaft

Betrieb: .....

.....  
.....  
.....

Sachbearbeiter:

.....

Die unten aufgeführten Daten werden für eine repräsentative Erhebung des Energiebedarfes in der Landwirtschaft Bayerns benötigt. Sie wird durchgeführt vom BStELFL, der Landtechnik Weihenstephan und der AEL.

Die einzelnen Betriebe bleiben für die Auswertung anonym.

Bitte unterstützen Sie uns durch eine gewissenhafte und vollständige Beantwortung der gestellten Fragen.

Hier abtrennen und den unteren Teil dem Erhebungsbogen beifügen!

Bearbeitungs-Nr. .....

	1975	1976	1977
Gesamt-Stromverbrauch (kWh/a)			
Tagstrom (kWh/a)			
Nachtstrom (kWh/a)			
Preis/kWh (Tag-/Nachtstr.)			
tariflicher Anschluß- wert (kW)			
evtl. Überanschluß- wert (kW)			

ha-Tariffläche: .....

Anzahl Wohnräume: ..... Anzahl Motoren: .....

Anhangstabelle 2: Unterschiede im Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, die nach Wohnfläche, spezifischer Heizleistung und Heizleistung der Heizungsanlage klassifiziert wurden (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4	5	6
von ... bis unter ... % des Mittelwertes	40 - 80	80 - 120	120 - 160	160 - 200	$\geq 200$
Klassifizierung nach Wohnfläche					
0 - 40	n.s.	**	***	***	***
40 - 80		***	***	***	*
80 - 120			***	***	*
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach spezifischer Heizleistung					
0 - 40	n.s.	***	***	***	**
40 - 80		***	***	***	**
80 - 120			*	*	*
120 - 160				n.s.	*
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach Heizleistung					
0 - 40	***	***	***	***	***
40 - 80		***	***	***	***
80 - 120			***	***	**
120 - 160				n.s.	*
160 - 200					*

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Anhangstabelle 3: Unterschiede im spezifischen Brennstoffverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, die nach Wohnfläche, spezifischer Heizleistung und Heizleistung der Anlage je landwirtschaftlichem Haushalt klassifiziert wurden (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4	5	6
von ... bis unter ... % des Mittelwertes	40 - 80	80 - 120	120 - 160	160 - 200	$\geq 200$
Klassifizierung nach Wohnfläche					
0 - 40	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
40 - 80		***	n.s.	*	n.s.
80 - 120			n.s.	n.s.	n.s.
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach spezifischer Heizleistung der Anlage					
0 - 40	n.s.	***	***	***	***
40 - 80		***	***	***	***
80 - 120			**	***	**
120 - 160				*	**
160 - 200					*
Klassifizierung nach Heizleistung					
0 - 40	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
40 - 80		n.s.	***	**	n.s.
80 - 120			**	*	*
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 95 %

\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99 %

\*\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit p = 99,9 %

Anhangstabelle 4 : Unterschiede im Brennholzverbrauch in landwirtschaftlichen Wohnhäusern in Bayern 1978, die nach Wohnfläche, Waldfläche, Betriebsgröße und Gesamtheizleistung der Heizungsanlage klassifiziert wurden (Ergebnis einer Umfrage, n = 806)

Spalte 1	2	3	4	5	6
von ... bis unter ... % des Mittelwertes	40 - 80	80 - 120	120 - 160	160 - 200	$\geq 200$
Klassifizierung nach Wohnfläche					
0 - 40	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
40 - 80		***	***	*	n.s.
80 - 120			*	n.s.	n.s.
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach Waldfläche					
0 - 40	n.s.	***	***	***	***
40 - 80		**	***	***	***
80 - 120			n.s.	n.s.	**
120 - 160				n.s.	*
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach Betriebsgröße					
0 - 40	*	***	***	***	***
40 - 80		n.s.	***	***	***
80 - 120			n.s.	n.s.	*
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.
Klassifizierung nach Gesamtheizleistung der Heizungsanlage					
0 - 40	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
40 - 80		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
80 - 120			n.s.	n.s.	n.s.
120 - 160				n.s.	n.s.
160 - 200					n.s.

Es bedeuten:

n.s. = nicht signifikant

\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 95\%$

\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99\%$

\*\*\* = signifikant mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit  $p = 99,9\%$

Anhangstabelle 5: Getreideanbau in Bayern 1979\* (ohne Körnermais)

Spalte 1	2		3		4		5		6	
	Weizen		Roggen und Wintermeng- getreide		Gerste		Hafer und Sommermeng- getreide		Getreide ges.	
	Fläche	Ernte- menge	Fläche	Ernte- menge	Fläche	Ernte- menge	Fläche	Ernte- menge	Fläche	Ernte- menge
	ha	1000 t	ha	1000 t	ha	1000 t	ha	1000 t	ha	1000 t
Oberbayern	92 947	400,3	10 792	36,8	90 736	341,8	44 723	157,8	239 199	936,8
Niederbayern	107 258	436,2	5 325	15,8	56 094	217,2	48 149	167,2	216 885	836,4
Schwaben	55 568	262,8	1 935	6,8	46 432	192,5	26 176	87,2	130 021	563,6
Oberpfalz	51 006	211,1	17 603	53,4	84 193	307,1	35 456	118,4	188 258	690,1
Oberfranken	39 719	164,6	10 584	31,0	80 871	273,4	25 058	50,4	156 232	547,4
Mittelfranken	56 294	251,0	13 822	40,0	66 263	250,1	27 193	61,2	163 571	630,8
Unterfranken	79 777	405,2	14 681	51,3	94 133	375,5	20 148	51,5	208 739	901,6
Bayern	482 567	2 131,1	74 741	235,2	518 631	1 957,6	226 964	782,7	1 302 903	5 106,6

\* Für 1978 lagen keine Regionalergebnisse vor

Quelle: 9, 25, 41

Anhangstabelle 6: Strohanfall in Bayern 1979<sup>1)</sup>

Spalte 1	2	3	4	5	6
	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Getreide- stroh
Korn : Strohertrag*	1 : 1,1	1 : 1,5	1 : 1,0	1 : 1,1	gesamt
Rgbz.	1 000 t				
Oberbayern	440,3	55,2	341,8	173,6	1 010,9
Niederbayern	479,8	23,7	217,2	183,9	904,6
Schwaben	289,1	10,2	192,5	95,9	587,7
Oberpfalz	232,2	80,1	307,1	130,2	749,6
Oberfranken	181,1	46,5	273,4	55,4	556,4
Mittelfranken	276,1	60,0	250,1	67,3	653,5
Unterfranken	445,7	77,0	375,5	56,7	954,9
Bayern	2 344,2	352,8	1 957,6	763,0	5 417,6

\* Korn: Strohverhältnis nach Empfehlung des Bundessortenamtes (47)

Quelle: 41, 47

<sup>1)</sup> Für 1978 lagen keine Regionalergebnisse vor

Anhangstabelle 7: Land- und Forstwirtschaft in ausgewählten Gemeinden in Bayern

Spalte 1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Be- triebs- typ	Bei- triebs- spiel Nr.	Reg.- bezirk	Land- kreis	Gemeinde	Zahl der ldw. Be- triebe	LF	Acker- land	Getrei- de (o. Körner- mais)	Kör- ner- mais	Kar- tof- feln	Zuk- ker- rüben	Feld- futter, sonst.	Hüll- sen- früchte	Dauer- grün- land	Wald	Rindvieh ges.	davon Milch- kühe Stück	Schweine ges.	davon Zucht- sauen Stück	land- u. forst- wirt- schaftl. Betriebe
M	1	Unter- franken	Würzburg	Gaukönigs- hofen	122	1 902	1 829	983	-	16	191	639	-	62	12	2 214	615	1 393	166	124
				Giebelstadt	63	1 064	1 041	618	6	20	246	151	-	11	4	845	158	1 044	157	64
				Ritters- hausen	35	568	555	279	-	7	147	122	-	12	21	756	199	625	160	37
				Sonderhofen	54	809	771	397	-	19	170	185	-	30	7	1 091	370	1 099	15	54
				Gesamt	274	4 343	4 196	2 277	6	62	754	1 097	-	115	44	4 906	1 342	4 161	398	279
XMF	2	Ober- bayern	Freising	Gammelsdorf	79	1 384	1 082	674	97	17	3	291	-	289	329	1 473	479	1 763	222	89
				Hörger- hausen	70	646	478	258	21	12	-	187	-	159	149	617	269	1 256	203	76
				Margarethen- ried	31	599	465	309	25	5	1	125	-	132	109	492	208	1 573	440	33
				Mauern	92	1 364	987	628	55	10	11	283	-	363	344	1 663	666	1 779	249	99
				Gesamt	272	3 993	3 012	1 869	198	44	15	886	-	943	931	4 245	1 622	6 371	1 114	297
F	3	Schwa- ben	Lindau	Gestratz	103	1 223	-	-	-	-	-	-	-	1 222	255	2 366	1 390	788	83	135
				Grünenbach	121	1 571	-	-	-	-	-	-	-	1 557	665	2 522	1 314	672	69	160
				Malerhöfen	113	1 352	-	-	-	-	-	-	-	1 349	285	2 076	1 109	294	37	146
				Röthenbach	107	1 043	-	-	-	-	-	-	-	1 040	225	1 851	1 141	1 096	60	127
				Gesamt	447	5 189	-	-	-	-	-	-	-	5 168	1 430	8 815	4 954	2 850	249	568

Anhangstabelle 8: Bevölkerung und Wohnungswesen in ausgewählten Gemeinden Bayerns

Betriebs- typ Beispiel Nr.	Reg.- bezirk	Landkreis	Gemeinde	Wohnbe- völkerung 31.12.74	Gebiets- stand am 1.1.75 km <sup>2</sup>	ges.	Wohngebäude		Bestand an Wohn- ungen	Personen je Wohnung	Fremdenverkehr Gäste- betten	Gäste- über- nach- tungen
							mit 1-2 Wohnun- gen	> 2 Wohnun- gen				
M	1	Unter- franken	Würzburg	Gaukönigs- hofen	1378	21,69	329	315	14	429	3,2	-
				Giebelstadt	2241	14,22	416	347	69	826	2,7	-
				Ritters- hausen	278	5,92	56	56	-	60	4,6	-
				Sonderhofen	563	10,25	116	114	2	150	3,8	-
				Gesamt	4460	52,08	917	832	85	1465	3,0	-
XMF	2	Ober- bayern	Freising	Hörgerts- hausen	1084	8,90	226	219	7	302	3,6	-
				Gammelsdorf	868	18,52	178	174	4	227	3,8	-
				Margarethen- ried	212	7,81	47	47	-	53	4,0	-
				Mauern	1414	19,08	373	364	9	491	2,9	-
				Gesamt	3578	54,31	824	804	20	1073	3,3	-
F	3	Schwa- ben	Lindau	Gestratz	1039	15,33	214	210	4	257	4,0	203
				Grünenbach	1110	25,11	231	214	17	335	3,3	420
				Maierhöfen	1385	17,94	244	237	7	324	4,3	955
				Röthenbach	1536	14,96	292	270	22	448	3,4	301
				Gesamt	5070	73,34	981	931	50	1364	3,7	1879
												17983?