

(Aus dem Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik der Universität für Bodenkultur, Wien, Vorstand: ao. Univ.-Prof. Dr. A. Zaussinger)

## **Stroh – ein nachwachsender Rohstoff für die energetische Nutzung**

Von H. DISSEMOND und A. ZAUSSINGER

(Mit 5 Abbildungen)

### **Zusammenfassung**

Über die räumliche und zeitliche Verteilung des Strohaufkommens in Österreich sowie dessen Nutzung lagen bisher nur grobe vereinfachende Schätzungen vor. Im Zusammenhang mit der möglichen Verwendung von Stroh zur Energiegewinnung wurden daher für diesbezügliche Planungsarbeiten detaillierte Angaben über die Verfügbarkeit dieses Brennstoffes ermittelt. Auf der Basis der Agrarstatistik konnte in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Statistischen Zentralamt das Strohaufkommen sowohl zeitlich als auch räumlich differenziert ausgewertet werden. Die Strohernte wurde von 1980 bis 1993 analysiert, die Auswertungen erfolgten bis zur Ebene der Gemeinden. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit lag in der Erhebung der Strohverwendung in den landwirtschaftlichen Betrieben. Hierzu wurde eine repräsentative Auswahl von Landwirten nach Art und Menge der Strohnutzungen befragt. Eine Bilanzierung von Strohaufkommen und Strohverwendung kommt zu einem frei verfügbaren Strohpotential von 350.000 t, das für eine energetische Nutzung verwendet werden kann.

Schlüsselworte: Strohernte, Strohnutzung, Strohbilanzierung.

### **Straw as a renewable resource of energy**

#### **Summary**

It is possible to find only rough and simplified estimates on the occurrence of cereal straw in regional and seasonal distribution in Austria and its utilization. In connection with an intended use of cereal straw for biomass energy production, detailed investigations on the dispose of this fuel were made. In cooperation with the Federal Statistical Agency in Austria, statistical data were evaluated. Cereal straw output from year 1980 to 1993 was taken into consideration and conclusions were made in a geographical distribution down to the local municipal districts (Gemeinden). Further, the straw utilization in agriculture was evaluated by conducting a survey among a representative number of

farm holders. The balance between straw harvested (output) and its use (input) showed a freely available amount of 350,000 t, which can be used for energetic purposes.

Key-words: straw yield, straw use, straw balance sheet.

## 1. Einführung

Im modernen Landbau werden beträchtliche Mengen an Energie umgesetzt. Sie sind im Dünger und in Pflanzenschutzmitteln ebenso enthalten wie im Arbeits- und Transportaufwand bei allen Arbeitsgängen. Darüber hinaus benötigen Geräte, Maschinen und Einrichtungen Energie nicht nur zu ihrem Betrieb, sondern auch zu ihrer Herstellung und Pflege. Es liegt im Interesse der Landwirtschaft mit der eingesetzten Energie in jeder Form hauszuhalten und die eigenen Möglichkeiten zu nutzen. Der Gewinnung von Nahrung muß allerdings der Vorrang vor einer Deckung des Energiebedarfs eingeräumt bleiben.

Mit den angebauten pflanzlichen Hauptprodukten – wie Körnern, Knollen, Früchte usw. – entstehen zugleich Nebenprodukte – Stroh, Kraut, Stengel, Blätter usw. –, deren energetischer Wert etwa dem der Hauptprodukte gleichkommt (BATEL et al. 1981) und damit auch die Energie, die in Dünger, Pflanzenschutzmittel, Bodenbearbeitung, Saatgut, Ernte- und Transportarbeit für die Gewinnung der gesamten Pflanzen aufgewendet wurde ebenso wie die zugestrahlte Sonnenenergie. Soweit die Nebenprodukte nicht in den biologischen Kreislauf zurückkehren – z. B. als Streu, Futter, Bodenverbesserer –, sollten sie nicht als Abfall entsorgt, sondern in verschiedenen Nutzungsketten energetisch genutzt werden. Bei der direkten Verbrennung verbleiben nährstoffreiche Rückstände in Form von Asche, die wieder der landwirtschaftliche Fläche zugeführt werden sollten (ZAUSSINGER 1985).

Bei einer energetischen Nutzung sind trockene Reststoffe wie Stroh nach der Ernte und Einsammlung auf den Feldern bei Anfall und Sammlung als Primärenergieträger zu bezeichnen. Eine Gewinnung von Sekundärenergie ergibt sich dann aus der Verwendung dieser Biomasse als feste Brennstoffe für die Verbrennung in Heizungsanlagen zur Erzeugung von Raum- und Prozeßwärme oder in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur Strom- und Wärmezeugung. An Bergung, Lagerung und Verbrennungsanlagen werden besondere Anforderungen gestellt, die eine umfassende Energieversorgungsplanung erfordern. Diese sollte nicht nur nach technischen, betriebs- und energiewirtschaftlichen Grundsätzen beurteilt werden, sondern auch nach volkswirtschaftlichen, regionalwirtschaftlichen und umweltpolitischen Effekten.

Für die Raum- und Umweltplanung ist von Interesse wo die biogenen Energieträger in den ländlichen Gebieten verfügbar sind. Ein erstes Ziel dieser Arbeit ist es daher, das Strohaufkommen sowie die Formen und Mengen der Strohverwertungen in den Produktionsgebieten zu ermitteln und mögliche Disparitäten aufzuzeigen. Der zweite Schwerpunkt der Arbeit liegt bei der Ermittlung jener Strohmenngen, die frei verfügbar sind und für eine thermisch-energetische Nutzung verwendet werden können. Getreidestroh kann als Alternativbrennstoff für fossile Energieträger genutzt werden. Mit dem erarbeiteten Zahlenmaterial wurde eine Hochrechnung für das derzeit nutzbares Potential von Stroh auf Gemeindebasis durchgeführt. Die Ermittlung eines zukünftig für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehenden Strohpotentials bildet den Abschluß.

## 2. Derzeitige energetische Nutzung von Stroh

Über die tatsächliche energetische Nutzung von Stroh liegen nur wenige Angaben vor. In dem Energiebericht und Energiekonzept 1984 (BMHGI 1984) wird von ca. 2000 Strohverbrennungsanlagen im Jahre 1983 ausgegangen, Ende 1985 waren in Österreich ca. 4000 Strohheizungsanlagen überwiegend für den Hausbrand in Betrieb (BMHGI 1986). Die energetisch genutzte Strohmenge und der energetische Endverbrauch, definiert als Energieträger, der dem Verbraucher vor der letzten technischen Umsetzung zur Verfügung gestellt wird, sind in Tabelle 1 für ganz Österreich in den Jahren von 1982 bis 1989 aufgeführt. In der Folgezeit hat sich der Beitrag von Stroh zur Energieerzeugung nur unwesentlich geändert.

Tabelle 1

*Energetischer Endverbrauch von Stroh 1982 bis 1989*

Jahr	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Energ. genutzte Strohmenge (t)	30.000 <sup>1</sup>	43.000 <sup>2</sup>	51.000 <sup>2</sup>	70.000 <sup>2</sup>	45.700 <sup>2</sup>	58.000 <sup>6</sup>	58.400 <sup>6</sup>	56.400 <sup>6</sup>
Energ. Endverbrauch (TJ/a)	465 <sup>1</sup>	810 <sup>2</sup>	893 <sup>2</sup>	1.030 <sup>2</sup>	685 <sup>3</sup>	869 <sup>3</sup>	875 <sup>4</sup>	846 <sup>5</sup>

Quellen:

<sup>1</sup> BMHGI (1984): Energiebericht und Energiekonzept 1984 der österreichischen Bundesregierung

<sup>2</sup> BMHGI (1986): Energiebericht 1986 der österreichischen Bundesregierung

<sup>3</sup> BMWA (1990): Energiebericht 1990 der österreichischen Bundesregierung

<sup>4</sup> BMWA/Bundeslastverteiler (1992): Energiestatistik 1991

<sup>5</sup> ALDER (1993): Statistische Nachrichten 48 (1/1993)

<sup>6</sup> Umrechnung bei einem Heizwert von Stroh mit 15,0 GJ/t

Von Beginn bis Mitte der achtziger Jahre ist eine stetige Zunahme der energetisch genutzten Strohmenge festzustellen, die dann stark abnahm und sich seither in einer Größenordnung unter 60.000 t eingependelt hat. Stroh hatte 1989 einen Anteil von 0,7 % an dem durch die Biomasse gedeckten Energetischen Endverbrauch und ist damit zumindest rein quantitativ nicht nennenswert (846 TJ von 120.817 TJ) (ALDER 1993). Regional und auf die Landwirtschaft bezogen ist die Bedeutung von Stroh als Brennstoff zum Teil höher. Alleine in Niederösterreich wurden bis 1990 rund 1200 Strohfeuerungsanlagen errichtet. Im Jahre 1991 betrug die inländische Erzeugung von Rohenergie aus Stroh in Niederösterreich rund 1,1 PJ (AMT DER NÖ. LANDESREGIERUNG 1992).

Bei der landwirtschaftlichen Maschinenzählung 1982 wurden erstmalig erhoben, in welchem Umfang in der Landwirtschaft bereits eine energetische Nutzung von Stroh stattfand. Neben 24.452 Zentralheizungsanlagen, die mit einem Kessel für die Feuerung mit Stroh, Holz, Hackschnitzel, Abfällen u. a. ausgerüstet waren, wurden bereits 611 Strohverbrennungsanlagen ermittelt. Insgesamt wurde in 4405 Betrieben eine Menge von 15.595 t Stroh (Ballen und Strohbricketts) verbraucht, was einem durchschnittlichen Verbrauch pro Betrieb von 3,5 t entspricht (ÖSTAT 1984).

Bei der darauffolgenden landwirtschaftlichen Maschinenzählung gab es im Jahre 1987 (ÖSTAT 1989) 5521 Spezialkessel für biogene Brennstoffe, von den 3642 Hackschnitzelanlagen waren und 1879 Spezialkessel für Rinde und Stroh. Der Verbrauch an Stroh als biogener Brennstoff machte 28.137 t aus. Bei dieser

landwirtschaftlichen Maschinenzählung wurden die Spezialkessel für Stroh nicht gesondert aufgeführt und auch die Anzahl der Betriebe ist nicht bekannt, so daß es nicht möglich ist, einen durchschnittlichen Verbrauch anzugeben bzw. mit 1982 zu vergleichen. Die nächste landwirtschaftliche Maschinenzählung, die Fragen der energetischen Nutzung beinhaltet, wird frühestens 1995 durchgeführt.

Die tatsächlich für eine zukünftige energetische Verwertung des Strohs frei verfügbare Menge ist nicht bekannt und kann nur abgeschätzt werden. Angaben in der Literatur gehen von einem Drittelanteil der beiden hauptsächlichsten Verwertungsformen Stroheinarbeitung und Verwendung zur Einstreu sowie einem frei verfügbaren Drittel aus, was energetisch genutzt werden kann. Für Österreich beträgt dieses verbleibende Drittel bei

- GEIGER (1982): 1 Mio. t
- SCHMIDT und HANTSCH-LINHART (1990): 1 Mio. t bis 1,5 Mio. t
- SCHMIDT (1991): 1 Mio. t
- RAKOS (1992): 400.000 t bis 600.000 t
- SCHÖRGHUBER (1991): 440.000 t (nur für Niederösterreich)

Die Bundesregierung ging im Energiebericht 1986 (BMHG 1986) von einem vorhanden Potential von ca. 1 bis 1,5 Mio. t Stroh jährlich aus, wobei im landwirtschaftlichen Bereich allerdings maximal 600.000 t verwendet werden könnten. Eine weitere Verwendung sah man nur in der Strohbrickettierung, um auf dem Brennstoffmarkt ein handelsfähiges Produkt einzubringen sowie in Großanlagen zur Nahwärmeversorgung.

Bei DISSEMOND (1991) werden theoretische und nutzbare Potentiale von Stroh für eine energetische Verwertung angegeben. Die Berechnungen beruhen auf tatsächlich erhobenen Daten aus der Agrarstatistik – wie das Strohaufkommen und Viehhaltungszahlen – sowie auf Schätzungen und Mittelwerten für die Strohnutzungsformen. Bei einem Strohaufkommen von rund 3,6 Mio. t für das Jahr 1989 konnte ein frei verfügbares Potential von ca. 1,3 Mio. t in diesem Jahr ermittelt werden. Der Strohanfall nahm bis zum Jahr 1992 in der gleichen Größenordnung ab und lag bei 2,2 Mio. t. Insgesamt dürfte damit heute kein frei verfügbares Stroh vorhanden sein. Räumlich sieht der Anfall und die Verwertung jedoch unterschiedlich aus, wobei die tatsächliche Situation und die zukünftige Entwicklung noch zu prüfen sind.

### **3. Erhebung und Analyse eines energetisch nutzbaren Strohpotentials**

Bei einer energetischen Nutzung von Stroh ist die Entwicklung des Strohaufkommens ebenso wichtig wie die zukünftigen landwirtschaftlichen Strohnutzungen. Erst bei einer regelmäßigen Bereitstellung von Stroh für die energetische Verwertung kann die Versorgungssicherheit gewährleistet werden. Durch die Aufgabe der Viehhaltung bzw. aus dem Übergang zur einstreulosen oder einstreuarmer Tierhaltung in vielen Betrieben mit intensivem Ackerbau – vor allem im Osten Österreichs – resultierte ein verminderter Eigenbedarf in der Landwirtschaft und in Folge ein Strohüberschuß. Besonders im pannonischen Klimaraum sind der Einarbeitung des Strohs natürliche Grenzen gesetzt. Dagegen ist in den Gebieten mit dominanter Viehhaltung in den alpinen und voralpinen Regionen der geringe Anfall von Stroh bei gleichzeitigem hohem Bedarf für die Einstreu in der Viehhaltung kennzeichnend. Zur Ermittlung eines frei verfügbaren Strohpotentials soll zuerst das Strohaufkommen in den Regionen ermittelt werden und dann die Formen und Mengen der Strohverwertungen.

In Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Statistischen Zentralamt (ÖSTAT) konnte das Strohaufkommen sowohl zeitlich als auch räumlich differenziert ausgewertet werden. Zur Ermittlung der Strohverwendung waren Erhebungen bei den getreideanbauenden Betrieben und den Betrieben mit Einstreu verwendender Viehhaltung notwendig. Als repräsentative Stichprobe wurden die freiwilligen landwirtschaftlichen Buchführungsbetriebe ausgewählt, deren Verteilung und Struktur dem Durchschnitt der Betriebe in Österreich entsprechen. An sie wurde ein Erhebungsbogen zum Strohaufkommen und zur Strohnutzung gesendet. Mit dem Rücklauf von 541 Fragebögen, dies entspricht 27 % der Erhebungsbetriebe, konnte eine genügend große Repräsentanz an der Grundgesamtheit erreicht werden. Die Ergebnisse aus den Stichprobenbetrieben wurden für Österreich hochgerechnet.

### 3.1 Entwicklung und Stand der Strohernte

Über das Strohaufkommen in Österreich liegen durch die Erhebungen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes jährlich die Getreideanbauflächen, die absoluten Stroherntemengen in Tonnen und die Stroherträge in Dezitonnen je Hektar vor. Der Anbau des Brotgetreides wurde von 380.000 ha im Jahre 1980 auf 410.000 ha Mitte der achtziger Jahre ausgedehnt und ging dann bis 1993 auf 322.000 ha zurück. Futtergetreide wurde im gesamten Zeitraum von 1980 bis 1993 kontinuierlich weniger angebaut, die Anbaufläche sank von 495.000 ha auf 332.000 ha (Abb. 1). Der freigewordene Flächenumfang von rund 220.000 ha entspricht nahezu der heutigen Anbaufläche der Alternativkulturen. Insgesamt belief sich die Getreideanbaufläche im Jahr 1993 auf 655.000 ha.

Durch Ertragssteigerungen war die relative Abnahme der Gesamternte an Korn von insgesamt 3,5 Mio. t auf 3,2 Mio. t nicht so hoch wie der Anbauflächenrückgang. Nimmt man die anbaustärksten Getreidearten Weizen und Gerste als Beispiel heran, so lassen sich Hektarertragssteigerungen für das Korn bei Weizen von 44,7 dt/ha 1980 zu 53,9 dt/ha 1992 und bei Gerste von 40,5 dt/ha 1980 zu 48,8 dt/ha 1992 feststellen (Tab. 2). Das Jahr 1993 hatte witterungsbedingt wesentlich geringere Hektarerträge.

Abgesehen von kurzfristigen Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren, die meist auf besondere Witterungsverhältnisse zurückzuführen sind, kann von Ertragssteigerungen als einem langfristigen Trend ausgegangen werden, der sich auch in Zukunft fortsetzen wird. Die Hektarerträge des Strohes folgten bis

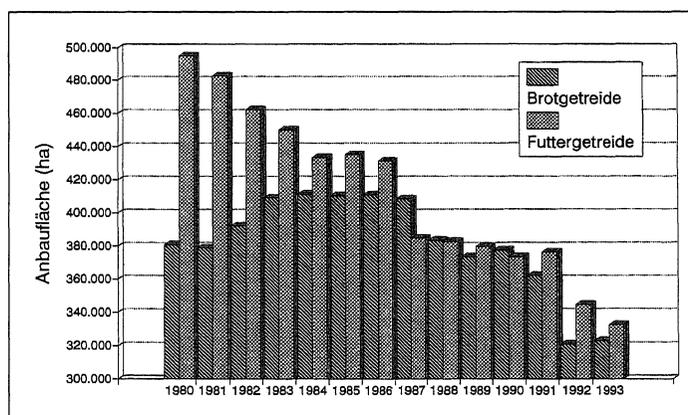


Abb. 1: Anbauflächen von Brot- und Futtergetreide 1980 bis 1993

Tabelle 2  
*Kornerträge bei Weizen und Gerste von 1980 bis 1993 (in dt/ha)*

Getreideart	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Weizen	44,7	37,4	42,8	45,3	47,6	48,9	43,6	45,3	53,4	49,0	50,5	50,7	53,9	42,2
Gerste	40,5	33,7	42,3	42,6	46,2	45,5	38,8	40,4	46,7	48,7	52,0	48,1	48,8	41,4

Quellen: ÖSTAT (1981 bis 1994): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik 1980 bis 1993

Mitte der achtziger Jahre der Entwicklung der Kornerträge. 1985 war schon ein relativer Rückgang der Stroherträge zu den Kornerträgen festzustellen, was jedoch in den folgenden Erntejahren 1986 und 1987 durch die allgemein schlechten Ertragsbedingungen überdeckt wurde. Seither gingen die Stroherträge kontinuierlich zurück (Tab. 3).

Tabelle 3  
*Stroherträge bei Weizen und Gerste von 1980 bis 1993 (in dt/ha)*

Getreideart	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Weizen	47,1	41,8	46,4	48,0	52,0	45,8	45,6	46,8	57,0	50,8	47,3	38,7	35,6	30,9
Gerste	42,0	35,3	43,2	45,1	49,2	46,2	41,6	42,7	49,3	49,3	47,1	34,9	29,2	28,1

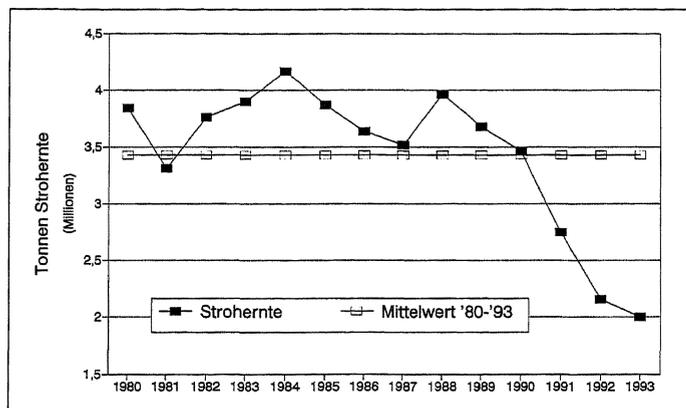
Quellen: ÖSTAT (1981 bis 1994): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik 1980 bis 1993

Das Korn : Strohverhältnis konnte in Richtung eines geringeren Strohan- teils verschoben werden. In den letzten Jahren lagen die Stroherträge unter den Kornerträgen, wobei kein gegenteiliger Trend absehbar ist. Dies kam zum einen durch den verbesserten Harvest-Index (Kornanteil) zustande, zum anderen durch die Erhöhung der Produktionsintensität, welche durch Kurzstroh- sorten und die damit verbundene verbesserte Ertragssicherheit (Standfestig- keit) ermöglicht wurde. Die Reduktion der Halmlängen und damit der Stroher- träge tritt jedoch an ihre Grenzen, da wesentliche Qualitätseinbußen verhindert werden sollen (geringer Feuchtklebergehalt, verminderte Kleberqualität des Kornes).

Neben dieser qualitativen Grenze in bezug auf Kurzstrohigkeit besteht eine weitere Einschränkung in phytopathologischer Hinsicht: bedingt durch dichte- re und weniger winddurchlässige Bestände entsteht ein Mikroklima, das ins- besondere das Auftreten von Mehltau begünstigt. Des weiteren sind kurzstro- hige Sorten wesentlich weniger dürreresistent als langwüchsige (Halm-Wurzel- länge-Korrelation). Aus pflanzenzüchterischer Sicht sei darauf hingewiesen, daß bei entsprechendem Bedarf an Stroh die Korn-Stroh-Verhältnisse relativ rasch in Richtung höherer Stroherträge verändert werden könnten – bei Weizen wäre aus Gründen der Standfestigkeit ein maximales Korn-Stroh-Verhältnis von 1 : 2,5 vorstellbar (VOLLMANN und RUCKENBAUER 1991). Bei einem Mittelwert der Strohernte von rund 3,5 Mio. t in den Jahren von 1980 bis 1993 konnte die Ernte in der ersten Phase mit mehr oder minder großen Schwankungen bis 1984 auf ca. 4,2 Mio. t gesteigert werden. In einer zweiten Phase bis 1987 fiel sie dann analog zu den Kornerträgen, 1988 erreichte sie nochmals einen Höhepunkt. Die anhaltende Entwicklung zeigt rückläufige Strohernten bis zum Jahre 1993 auf insgesamt rund 2,0 Mio. t (Abb. 2).

In dem betrachteten Zeitraum von 1980 bis 1993 sind beachtliche Jahres- schwankungen bei der Strohernte aufgetreten, sie stellt damit keine feste Größe dar, die genau von Jahr zu Jahr vorherbestimmbar ist. Konnte man generell im

Abb. 2: Gesamtstrohernte in Österreich 1980 bis 1993



Zuge der Ertragsverbesserungen bei Getreide bis Mitte bzw. Ende der achtziger Jahre einen Aufwärtstrend feststellen, kam es in den vergangenen Jahren zu einem kontinuierlichen Rückgang. Die Angabe einer durchschnittlichen jährlichen Strohernte ist vor diesem Hintergrund nicht sinnvoll und stellt keine Planungsgröße für ein außerhalb der Landwirtschaft eventuell zur Verfügung stehendes Strohpotential dar.

Unter den gegebenen Verhältnissen erschien es sinnvoll, für ein Jahr eine Querschnittsanalyse der Strohnutzungen bei gegebener Strohernte durchzuführen. Bei der Betrachtung eines frei verfügbaren Strohpotentials sind diese Angaben jedoch keine Absolutwerte, sondern zu relativieren. Das statistisch jüngste zur Verfügung stehende Jahr und das Jahr der Fragebogenerhebung war 1992.

Zur Ermittlung und Darstellung der Strohernte auf Gemeindebasis in Österreich wurden die Getreideanbauflächen der Gemeinden in der „Land- und forstwirtschaftlichen Betriebszählung 1990“ aus der ISIS-Datenbank herangezogen. Über die relative Umverteilung der Stroherträge in den Politischen Bezirken aus den „Ergebnissen der landwirtschaftlichen Statistik“ (ÖSTAT 1993) konnte mit den Getreideanbauflächen die Strohernte je Gemeinde für das Jahr 1992 berechnet werden.

Ausgehend von dem nordöstlichen Flach- und Hügelland erstrecken sich einerseits über das Wald- und Mühlviertel sowie das Alpenvorland und andererseits bis ins südliche Burgenland die Gemeinden mit absoluten Strohernten über 2000 t. Das Kärntner Becken weist ebenfalls eine Strohernte in dieser Größenordnung auf. Gemeinden mit einer Strohernte unter 1000 t befinden sich aufgrund der natürlichen Ungunstlage für den Getreideanbau im Hochalpengebiet, den Voralpen und dem Alpenostrand sowie dem südöstlichen Flach- und Hügelland, wo der Körnermais mit einem Anteil von mehr als 50 % an der Ackerfläche die dominante Anbaufrucht darstellt.

### 3.2 Strohverwertung

Die Verwendungsformen des Strohs lagen zum überwiegenden Teil bei der Einstreu in der Tierhaltung und in der Einarbeitung am Feld sowie in geringen Mengen für Strohheizungen und das Abbrennen am Feld. Strohüberschuß und Strohangel wurden durch Lagerhaltung und den Strohhandel ausgeglichen.

### 3.2.1 Einstreu

Eine Stroheinstreu war in den meisten viehhaltenden Betrieben üblich, mengenmäßig von Bedeutung vor allem in der Rinder- und Schweinehaltung, wohingegen Pferde, Schafe, Puten u. a. regional sowie von den Viehzahlen her nicht so sehr ins Gewicht fielen und vernachlässigt werden konnten. Grundlage für die Berechnung der Stroheinstreumengen waren die Ergebnisse der Fragebogenerhebung für das Jahr 1992 sowie die absoluten Bestandszahlen von Rindern und Schweinen. Sie wurden der Viehzählung 1991 (ÖSTAT 1993) entnommen und für 1992 durch Umverteilung für die politischen Bezirke und Gemeinden korrigiert (Tab. 4).

Tabelle 4

*Einstreu bei Rindern und Schweinen 1992*

Bundesland	Rinder (n)	Schweine (n)	Einstreu bei Rindern (t)	Einstreu bei Schweinen (t)	Einstreu insgesamt (t)
Burgenland	42.755	131.669	18.256	8.823	27.079
Kärnten	208.593	200.057	55.948	18.117	74.065
Niederösterreich	588.279	1.150.281	233.474	86.521	319.995
Oberösterreich	712.843	1.148.670	264.866	51.088	315.954
Salzburg	176.888	32.506	40.236	2.347	42.583
Steiermark	413.479	979.375	132.542	36.636	169.178
Tirol	198.882	55.838	35.987	6.151	42.138
Vorarlberg	58.916	19.796	13.960	3.306	17.266
Wien	90	1.461	51	131	182
Österreich	2.400.725	3.719.653	795.320	213.120	1.008.440

Quellen: ÖSTAT (1993): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik; Nutztierhaltung in Österreich; ISIS-Datenbank 1993; eigene Berechnungen

Insgesamt wurden 65 % der Rinder in Anbinde- und Einzelhaltung sowie 35 % in Gruppenhaltung und Laufstall aufgestellt. Rund 90 % der erhobenen Rinder wurden mit einer durchschnittlichen Strohmenge von 0,5 t je GVE im Jahr eingestreut. Besonders hoch war die Einstreumenge im nordöstlichen und südöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Wald- und Mühlviertel, unter dem Durchschnitt vor allem in den Hochalpen und den Voralpen. Mit rund 800.000 t hatte die Einstreu bei Rindern an der Gesamtstrohernte einen Anteil von 37 %. Die höchsten Einstreumengen wurden im Wald- und Mühlviertel, im Alpenvorland sowie am Alpenostrand benötigt.

Die Aufstallung der Mastschweine erfolgte nahezu vollständig in Gruppenhaltung und Laufstall, sie wurden zu rund 60 % mit Stroh eingestreut. Bei den Zuchtschweinen erfolgte die Aufstallung zu 72 % in Einzelhaltung, der Rest in Gruppenhaltung und Laufstall, es wurden nahezu sämtliche Tiere eingestreut. Die durchschnittliche Einstreumenge in der Schweinehaltung betrug 0,24 t im Jahr, sie wurde in den Voralpen, dem nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Wald- und Mühlviertel übertroffen, im südöstlichen Flach- und Hügelland stark unterschritten. Die absolute Einstreumenge machte insgesamt rund 210.000 t aus und hatte einen Anteil von 10 % an der gesamten Strohernte. Eine hohe Strohmenge wurde im nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Alpenvorland eingestreut, besonders geringe Mengen in den Hochalpen, Voralpen und dem Kärntner Becken.

### 3.2.2 Einarbeitung

Grundlage für die Berechnung der Stroheinarbeitung auf Gemeindebasis sind die Ergebnisse der Fragebogenerhebung. Der mittlere Anteil der Strohdüngung an der Strohernte wurde hier erfaßt und zur Ermittlung der absoluten Menge der Strohdüngung je Gemeinde herangezogen. Die absolute Verwendung von Stroh zur Einarbeitung in den Bundesländern wird als Summe der Gemeindeangaben in Tabelle 5 angeführt.

Tabelle 5

#### *Stroheinarbeitung 1992*

Bundesland	Strohernte (t)	Stroheinarbeitung (t)
Burgenland	244.394	137.715
Kärnten	63.516	3.398
Niederösterreich	1.192.543	554.707
Oberösterreich	522.686	157.268
Salzburg	8.241	2.161
Steiermark	113.563	39.031
Tirol	4.227	0
Vorarlberg	836	254
Wien	10.663	6.718
Österreich	2.160.669	901.251

Quellen: ÖSTAT (1993): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik; ISIS-Datenbank 1993; eigene Berechnungen

Die Summe der Stroheinarbeitung in den Gemeinden beträgt rund 900.000 t, was einer Getreidefläche von 42 % entspricht. Die hauptsächlichlichen Gebiete mit einer hohen absoluten Strohmenge zur Einarbeitung liegen nahezu ausschließlich im nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Alpenvorland. Kleinere Mengen werden noch im südlichen Burgenland und dem steierischen Teil des südöstlichen Flach- und Hügellandes eingearbeitet. Dies sind hauptsächlich die Gemeinden mit einer ebenfalls hohen Strohernte, wobei besonders diejenigen hervortreten, die nur über geringe Viehzahlen verfügen und damit nur eine geringe Einstreumenge benötigen. In allen sonstigen Regionen wird nur eine geringe Strohmenge eingearbeitet.

### 3.2.3 Strohabbrennen – Strohhandel

In den Getreideanbaugebieten war, neben der Stroheinarbeitung, der Verkauf des nicht zu verwendenden Strohs eine vielfach praktizierte Alternative zum Strohabbrennen am Feld. Mit dem Bundesgesetz über das Verbot des Verbrennens biogener Materialien im Freien ist das Strohverbrennen auf den Feldern seit dem 1. Juli 1993 in ganz Österreich verboten. Aufgrund von Ausnahmegenehmigungen kann in bestimmten Fällen jedoch abgebrannt werden. Bei den befragten Betrieben wurde lediglich im nordöstlichen Flach- und Hügelland Stroh in einem Umfang von rund 1 % der Strohernte abgebrannt. Bei einem Strohanfall von 1 Mio. t beträgt die abgebrannte Strohmenge somit 10.000 t. Das Strohabbrennen im nordöstlichen Flach- und Hügelland kann als letzte Notmaßnahme bezeichnet werden.

Benötigt wurde Stroh in den Viehhaltungsgebieten ohne genügend eigenen Strohanfall für die Einstreu. Hochgerechnet von der Stichprobe belief sich das Strohhandelsvolumen in Österreich auf rund 300.000 t, wobei 294.000 t im In-

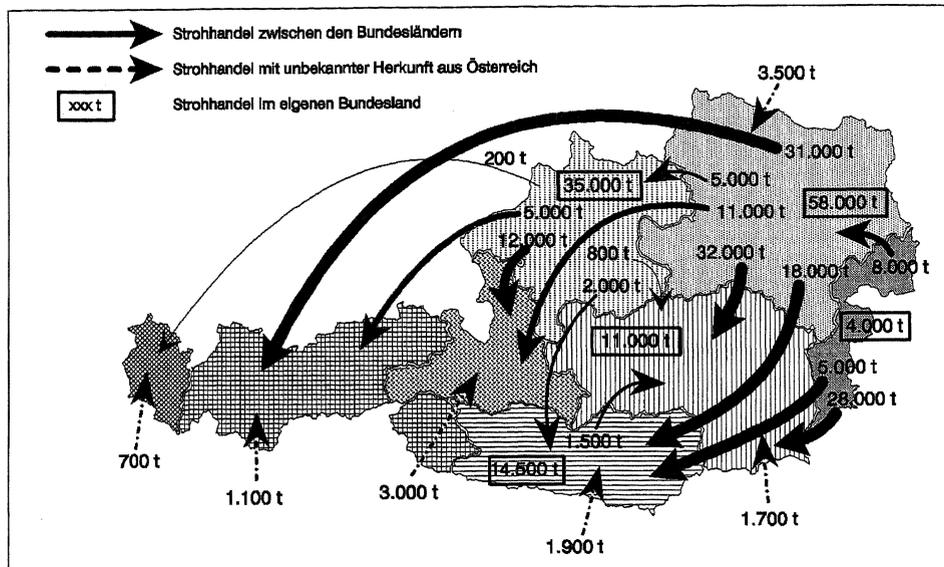


Abb. 3: Strohhandel in den Bundesländern 1992 (in t)

land gehandelt und 6000 t aus dem benachbarten Ausland eingeführt wurden. Der größte Teil des verkauften Strohes kam aus dem nordöstlichen Flach- und Hügelland, mit Abstand gefolgt vom Alpenvorland. Bei dem Kauf von Stroh ging die größte Menge in die Hochalpen, jeweils rund die Hälfte dieses Volumens in die Voralpen, den Alpenostrand, das Wald- und Mühlviertel sowie das Südöstliche Flach- und Hügelland.

Betrachtet man die Bundesländer (Abb. 3) so wurde die größte Strohmenge erwartungsgemäß in Niederösterreich mit hochgerechnet 155.000 t verkauft, was nahezu die Hälfte des gesamten Handelsvolumens in Österreich ausmachte. In Niederösterreich selbst wurden hiervon 58.000 t gekauft, der Rest ging in andere Bundesländer. Aus anderen Bundesländern kamen insgesamt 11.500 t Stroh nach Niederösterreich. Allein bei der Betrachtung dieses Bundeslandes fällt auf, daß ein Großteil des Strohhandels in unmittelbarer Nachbarschaft geschieht und hier auch die Ländergrenzen überschreitet. Bei einem Strohverkauf über größere Entfernungen trat die private Initiative zurück und größere Organisationen wie die Lagerhäuser übernahmen die Abwicklung des Handels. So wurde das Stroh von niederösterreichischen Landwirten nicht nur in die benachbarten Bundesländer Oberösterreich und Steiermark, sondern auch nach Salzburg, Kärnten und Tirol geliefert.

Insgesamt waren über 60 % der befragten Landwirte bereit, Stroh zu verkaufen, besonders hoch war dieser Anteil im nordöstlichen Flach- und Hügelland wie auch im Alpenvorland sowie im Wald- und Mühlviertel. Nahezu die Hälfte dieser Landwirte wäre bereit zum Verkauf, wenn Bergung und Transport durch den Käufer erledigt würden, die andere Hälfte bei eigener Bergung und einem Preis, der die Bergungskosten und den Lohnanspruch deckt. Von einem Käufer müßte für das Stroh vom Feld weg im Durchschnitt ein Preis von 0,60 S je kg bezahlt werden, eine Bergung durch den Landwirt kommt bei rund 1,10 S je kg Stroh in Frage.

### 3.2.4 Andere Strohnutzungsformen – Strohheizung

Als sonstige Verwertungsformen des Stroh wurde von den befragten Landwirten die Einstreu bei anderen Tierarten als Rinder und Schweine, Strohmulch in Weingärten, Kompostierung, Fütterung, das Verschenken von Stroh und die Strohheizung genannt. Der Anteil der Strohnutzungen in kleinerem Umfang machte in Summe 4 % an der gesamten Strohernte in Österreich aus und lag unter 100.000 t Stroh.

Mit Stroh geheizt wurde vor allem im nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie im Wald- und Mühlviertel. Ein Strohheizkessel im eigenen Betrieb war in 4,3 % der befragten Betriebe vorhanden – es wurden rund 30.000 t Stroh benötigt – weitere 2,4 % waren daran interessiert. Der überwiegenden Rest hatte schon eine andere Heizung, zum Teil wurde eine Strohheizanlage jedoch auch als unrentabel oder als zu teuer empfunden. Immerhin sahen 9 % der Landwirte in ihrer Gemeinde die Möglichkeit zur Errichtung eines Nahwärmeversorgungsnetzes mit einer Strohheizanlage. Vor allem waren dies rund 24 % der Landwirte im nordöstlichen Flach- und Hügelland sowie ca. 12 % im Wald- und Mühlviertel. Bei einer Bereitschaft zur Strohbereitstellung für eine Heizanlage würden zwei Drittel der Landwirte ihr Stroh bis zu einer Entfernung von 10 km liefern, ein Viertel der Landwirte bis 20 km und nur wenige Landwirte über 20 km.

Wichtig für eine energetische Nutzung von Stroh ist die langfristige Bereitstellung dieses Materials. Auch bei einem dauerhaft niedrigen Stand bzw. einem weiteren Rückgang der Strohernte sowie einer Umstellung weiterer Getreideanbauflächen auf Alternativkulturen muß die Strohversorgung einer Strohheizanlage sichergestellt sein. Dies kann mit einem wiedereingeführten Anbau von Getreidesorten mit hohem Strohanteil geschehen. Über 70 % der getreideanbauenden Landwirte wären bereit, Strohsorten mit einem hohen Strohanteil bei entsprechender Nachfrage und angemessenem Preis zumindest zum Teil anzubauen. Besonders hoch war diese Bereitschaft am Alpenostrand mit 90 % der Betriebe, wohingegen im nordöstlichen Flach- und Hügelland, dem Alpenvorland sowie im Wald- und Mühlviertel nur mehr rund zwei Drittel der Landwirte bereit waren Stroh mit hohem Strohanteil anzubauen.

### 3.3 Strohbilanzierung – frei verfügbares Strohpotential

Bei der Betrachtung des frei verfügbaren Strohpotentials ist eine Bilanzierung des Strohaufkommens und der Strohnutzung vorzunehmen. Diese Auswertung erfolgt für die Gemeinden und in Summe für die Bundesländer, da die Ergebnisse als Entscheidungshilfen für agrarpolitische Maßnahmen herangezogen werden können. Insgesamt ergibt eine solche Bilanz für Österreich einen Ausgleich, da sämtliches anfallendes Stroh – bis auf geringe Mengen Lagerhaltung, Außenhandel etc. – Jahr für Jahr eine Verwendung findet. In diesem Sinne kann auch nicht von einem „Überschußpotential“ gesprochen werden, da dieses zwar theoretisch berechnet werden kann, jedoch praktisch nicht zu erheben ist. Lediglich für einzelne Regionen kann aufgrund der natürlichen Produktionsbedingungen, des Strohanfalles und der sinnvollen Strohverwendung in dieser Region eine Strohmenge ermittelt werden, auf die verzichtet werden kann.

Grundlage für die Bilanzierung war die Strohernte des Jahres 1992 in allen Gemeinden Österreichs. Von dieser Strohernte wurden zunächst die Stroheinstreu und die Stroheinarbeitung abgezogen. In weiteren Rechenschritten erfolgte die Ermittlung der sonstigen Strohnutzungsmengen – Abbrennen am

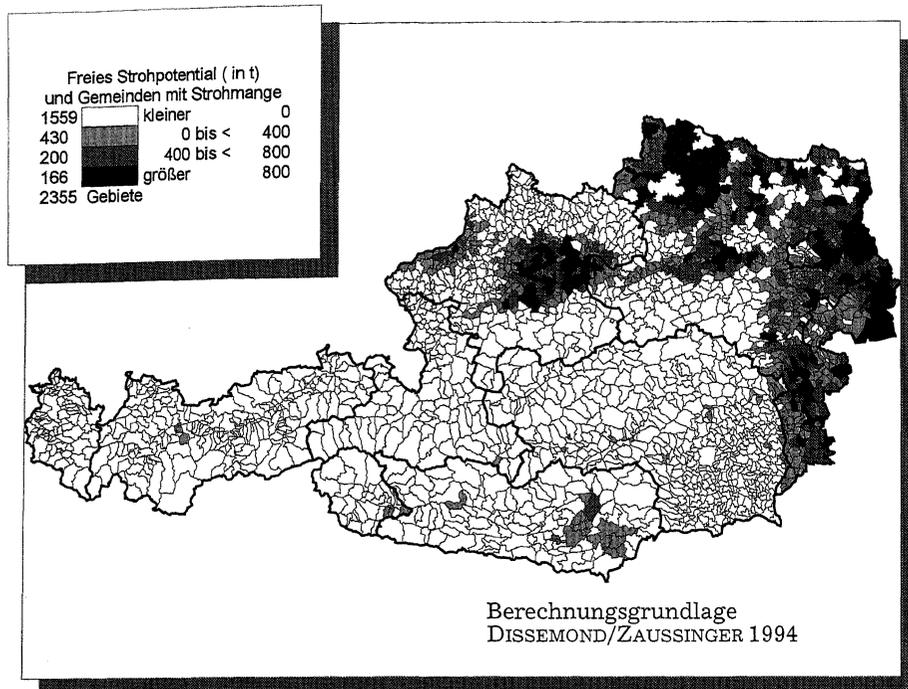


Abb. 4: Gemeinden mit frei verfügbarem Strohpotential und Strohmenge 1992

Feld, Strohhandel und Strohverwertungen im kleinen Umfang, die aufgrund der Ergebnisse in den Produktionsgebieten auf die jeweiligen Gemeinden umgelegt wurden und ebenfalls von der Strohernte abzuziehen waren. Hier erschien es sinnvoll, den Strohtransport in ein anderes Bundesland als das Ursprungsland dem frei verfügbaren Strohpotential zuzuordnen, da es ein Handelsgut ist und damit auch für andere Zwecke zur Verfügung stehen kann. Den Getreideanbaugebieten steht somit ein höheres Strohnutzungspotential zur Verfügung. Als Ergebnis der Erhebungen und Auswertungen bietet sich eine gemeindeweise Darstellung des frei verfügbaren Strohpotentials für das Jahr 1992 (Abb. 4).

Die Klasseneinteilung, der die Gemeinden zugeordnet wurden, geschah vor dem Hintergrund einer möglichen Strohnutzung in einer Fernwärmeversorgungsanlage. Wenn man die praktischen Erfahrungswerte der Fernwärmanlage in Seibersdorf zugrunde legt – dort wird bei einer Kesselleistung von 2,2 MW eine Strohmenge von 700 bis 800 t/Jahr benötigt (AMT DER NÖ. LANDESRÉGIERUNG 1986) – so liegen die Gemeinden mit 400 bis 800 t Strohpotential im 1- bis 2-MW-Bereich und über 800 t zumindest in der Größenordnung der Anlage in Seibersdorf. In den Gemeinden mit einem frei verfügbaren Strohpotential bis 400 t sind vorwiegend einzelbetriebliche Anlagen möglich.

In den Bundesländern Vorarlberg, Tirol, Salzburg und der Steiermark ist überwiegend kein frei verfügbares Strohpotential vorhanden. In Kärnten haben lediglich einige Gemeinden im Kärntner Becken einen geringen oder sogar mittleren Strohüberschuß. Bei einer über dem eigenen Strohanfall liegenden Strohverwendung wurde im Jahre 1992 Stroh zugekauft – zum einen kann Stroh aus dem eigenen Bundesland bezogen worden sein, zum anderen mußte

die fehlende Strohmenge aus anderen Bundesländern zugekauft oder durch Lagerhaltung ausgeglichen werden. In der Steiermark war der Strohbedarf am höchsten, hier war die geographische Nähe zu den Getreideanbaugebieten mit frei verfügbarem Stroh noch kein wesentliches Hindernis von seiten des Transportes. Die weiter westlich liegenden Bundesländer konnten ihre negative Strohbilanz im wesentlichen durch staatliche Strohtransportstützungen ausgleichen.

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Strohbilanzierung mit der Strohernte und als wesentliche Strohverwendungen die Einarbeitung, Einstreu und Nutzungen in kleinem Umfang in Summe für die Bundesländer. Der Strohhandel im eigenen Bundesland wird bei dieser zusammenfassenden Bilanzierung nicht berücksichtigt, da das verkaufte Stroh bereits überwiegend bei den Angaben zur Einstreu enthalten ist.

Tabelle 6

*Strohbilanzierung in den Bundesländern für das Jahr 1992*

Bundesland	Strohernte (t)	Einarbeitung (t)	Einstreu (t)	Andere Nutzung (t)	Bilanzierung (t)
Burgenland	244.394	137.715	27.079	9.735	69.865
Kärnten	63.516	3.398	74.065	1.718	-15.665
Niederösterreich	1.192.543	554.707	319.995	55.962	261.879
Oberösterreich	522.686	157.268	315.954	15.073	34.391
Salzburg	8.241	2.161	42.583	130	-36.633
Steiermark	113.563	39.031	169.178	1.901	-96.547
Tirol	4.227	0	42.138	0	-37.911
Vorarlberg	836	254	17.266	15	-16.699
Wien	10.663	6.718	182	554	3.209
Österreich	2.160.669	901.251	1.008.440	85.087	165.891

Ein besonders hohes frei verfügbares Strohpotential wies Niederösterreich auf. Neben der höchsten Strohernte waren dort die absoluten Mengen der Strohnutzungen ebenfalls am bedeutendsten. Das verbleibende Stroh wurde zum Teil in andere Bundesländer verkauft oder in die Lagerhaltung überführt. Bei der Annahme einer mengenmäßig gleichen Strohverwendung wie 1992, wäre bei der Strohernte von 1993 mit 1,070.000 t nur mehr ein Strohpotential von rund 140.000 t statt 260.000 t zur Verfügung gestanden. Weitere positive Strohbilanzen wiesen die Bundesländer Burgenland, Oberösterreich und Wien auf.

#### 4. Theoretisch berechnetes Strohpotential

Grundlage für die weiteren Berechnungen ist eine mögliche, in Zukunft zur Verfügung stehende Strohernte. Die so ermittelte Strohernte wird als Stroherntepotential bezeichnet. Diese ergibt sich als absolute Strohmenge aus der Getreideanbaufläche und dem Strohertrag. Für diese Berechnung stehen die Flächen- und Ertragsdaten der Jahre 1988 bis 1992 zur Verfügung, wobei auch eine Kombination der Getreideanbaufläche und der Strohertragsdaten von verschiedenen Jahren möglich ist. Aufgrund der langfristig rückläufigen Strohernte ist es nicht sinnvoll, einen Durchschnitt dieser Jahre heranzuziehen. Unter dem Zugrundelegen eines guten Strohertragsjahres ergibt sich bei gegebener Getreideanbaufläche eine heute durchaus realistische Strohernte, wobei

sich der Anbau lediglich auf die bereits vorhandenen Getreidesorten mit höherem Strohanteil stützt.

Von dem Stroherntepotential sind die verschiedenen Strohnutzungen abzu ziehen. Im wesentlichen handelt es sich hier um Einstreu und Einarbeitung. Die Einstreu soll unabhängig von der derzeitigen Aufstallungs- und Einstreupraxis anhand der Viehbestandszahlen für Rinder und Schweine bei einer artgerechten Tierhaltung ermittelt werden. Diese basiert auf einer durchschnittlichen Einstreumenge mit Stroh, wobei der tatsächliche Strohanfall nicht berücksichtigt wird. Der Stroheinarbeitung liegt das Stroherntepotential zugrunde, von dem eine durchschnittliche Strohmenge zu Einarbeitung abgezogen wird. Hier soll davon ausgegangen werden, daß es sich nicht um einen Getreidemonokulturanbau handelt, sondern durch eine geregelte Fruchtfolge und Maßnahmen des Ackerbaues die Bodenfruchtbarkeit erhalten wird. Bei klimatisch ungünstigen Verhältnissen und ohne Viehhaltung soll mit der Stroheinarbeitung ein Auskommen gefunden werden, bei kombinierten Betriebszweigen steht mit dem anfallenden Festmist ein wertvoller Wirtschaftsdünger zur Verfügung. Strohnutzungen im kleinen Umfang und das Strohabbrennen werden ebenfalls berücksichtigt.

#### 4.1 Theoretisches Stroherntepotential

Die Ermittlung des Stroherntepotentials soll sich auf realistische Getreideanbauflächen und Strohertragsdaten stützen, um eine möglichst hohe Strohernte zu erzielen. Hierzu werden die relativ hohen Stroherträge des Jahres 1988 auf Gemeindebasis herangezogen. Ohne neue Getreidesorten einführen zu müssen, kann auf schon vorhandene und in der Anbaupraxis bekannte Getreidesorten mit höherem Strohanteil als heute zurückgegriffen werden. Im Jahre 1988 war die Getreideanbaufläche allerdings auch um 100.000 ha umfangreicher als im Jahre 1992. Hauptursache für den Rückgang der Getreideanbaufläche war der zunehmende Anbau von Alternativkulturen. Dies sollte auch weiterhin gefördert werden, um den strukturellen Getreideüberschuß abzubauen. Zudem lassen sich die meisten Alternativkulturen gut in die Fruchtfolge einpassen und tragen zu einer ausgewogenen Humuswirtschaft bei. Für die weiteren Berechnungen werden somit die Getreideanbaufläche von 1992 und die Strohertragsdaten von 1988 herangezogen.

Aus der Kombination von Ertrag und Fläche der beiden Jahre kann eine durchaus mögliche Strohernte angegeben werden, die allerdings den witterungsbedingten Schwankungen unterliegt. Um jedoch eine tatsächlich zur Verfügung stehende Strohernte zu ermitteln, wird die maximale Differenz zwischen den Stroherträgen zweier aufeinanderfolgender Jahre von dem Strohertrag des Jahre 1988 abgezogen. Zugrunde lagen die Ertragsdaten der Jahre 1988 bis 1992, die auf die Gemeinden umgelegt wurden. Durch diese Korrekturberechnung eines guten Strohertragsjahres mit möglichen schlechten Ertragsdaten wird auf witterungsmäßig besondere Situationen Rücksicht genommen, die jedes Jahr unvorhergesehen auftreten können. Zudem kann bei dieser kurzfristigen Betrachtungsweise von Jahr zu Jahr eine Berücksichtigung der eher mittelfristigen Tendenz des Strohertragsrückganges durch pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Maßnahmen unterbleiben. Für die Bundesländer sind die Ergebnisse der gemeindenweisen Berechnung in Tabelle 7 aufsummiert.

Das Stroherntepotential beläuft sich auf insgesamt 2,75 Mio. t und liegt damit erwartungsgemäß unter der Strohernte von 1988. Gegenüber 1992 ergibt

sich jedoch eine zusätzliche Strohmenge von rund 600.000 t, die aufgrund der vorsichtigen Berechnung auch in einem schlechten Ertragsjahr zur Verfügung stehen könnte. Bei dem durchschnittlichen Strohertrag von 1988 ergibt sich bei der heutigen Getreideanbaufläche eine um weitere 700.000 t höhere Strohernte, die anderweitig genutzt oder am Feld eingearbeitet werden kann.

Tabelle 7

*Theoretisches Stroherntepotential*

Bundesland	Fläche 1992 (ha)	Ertrag 1988 (dt/ha)	Ertrag, bereinigt (dt/ha)	Erntepotential (t)
Burgenland	77.768	48,6	38,9	302.362
Kärnten	21.576	44,2	35,4	76.293
Niederösterreich	373.879	53,8	43,0	1.609.175
Oberösterreich	146.215	51,3	41,0	600.066
Salzburg	2.836	42,0	33,6	9.529
Steiermark	37.960	45,1	36,1	136.960
Tirol	1.398	44,5	35,6	4.977
Vorarlberg	308	46,5	37,2	1.138
Wien	3.206	50,0	40,0	12.824
Österreich	665.149	51,7	41,4	2.751.056

Quellen: ÖSTAT (1989, 1993): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik; ISIS-Datenbank 1993; eigene Berechnungen

#### 4.2 Potentielle theoretische Strohnutzungen

Die Strohverwendungen sind von dem Stroherntepotential abzuziehen. Es werden berücksichtigt die Stroheinarbeitung, die Stroheinstreu, das Strohabbrennen am Feld sowie die Strohnutzungen in kleinem Umfang. Der Strohhandel wird bei dieser Berechnung nicht herangezogen, da davon ausgegangen werden kann, daß diese Strohmenge in den angeführten Strohnutzungen (hauptsächlich in der Einstreu) schon enthalten ist.

Unter dem letzten Punkt wurde die Einstreu bei Pferden, Hühnern und Schafen sowie geringe Strohmenngen zur Fütterung, Kompostierung und Strohmulch in Weingärten zusammengefaßt und unverändert, entsprechend der bisherigen Verwendungspraxis, übernommen. Das Strohabbrennen am Feld wurde ebenfalls nicht verändert, da es laut Gesetz auf zwingende Ausnahmefälle beschränkt ist und auch dann nur mit behördlicher Genehmigung durchgeführt werden kann. Das bisherige Ausmaß im Burgenland ist anhand der Fragebogenergebnisse und laut Auskunft der Landesregierung nicht nennenswert groß. In Niederösterreich sind von der Landesregierung und der Landes-Landwirtschaftskammer keine Angaben über das genehmigte Strohabbrennen zu erhalten, hier konnte das Ausmaß nur aus den Fragebogenergebnissen und vergleichbarer Angaben aus dem Burgenland abgeschätzt werden.

Für die vorzunehmende Abschätzung einer Strohmenge, die für eine tiergerechte Aufstallung in der Rinder- und Schweinehaltung benötigt wird, können nur grob vereinfachte Werte einer mittleren Einstreumenge je Rind und Schwein herangezogen werden. Je nach Anforderungen des Betriebsleiters oder der baulichen Anlagen bieten sich verschieden eingestreute Haltungsverfahren an. Bei Rindern kann der tägliche Strohbedarf je nach Aufstallung zwischen 0,5 kg und 12 kg Stroh je GVE schwanken. Die Einstreumengen gelten meist bei Verwendung von Langstroh, kurz gehäckseltes Stroh oder Strohmehl ist jedoch wesentlich saugfähiger – von diesem Material sollte dann entsprechend weniger

verwendet werden. Im Durchschnitt wird zur folgenden Berechnung eine Einstreumenge bei Rindern von 5,0 kg/GVE und Tag angenommen, die der Einstreu im Tretmiststall entspricht (BOXBERGER et al. 1992).

In der Schweinehaltung muß grob zwischen Mastschweinen und Zuchtschweinen unterschieden werden. Für Mastschweine wird eine durchschnittliche Einstreumenge von 0,3 kg je Tier und Tag für die Berechnung herangezogen, die bei einer Schrägmistaufstallung benötigt wird (HARTMANN und HESSE 1993) und für Zuchtschweine von 0,5 kg je Tier und Tag, die dem Einstreubedarf der Koosmans-Buchten (HAIGER et al. 1988) oder der Völkenroder Abferkelbucht (HESSE 1993) entspricht.

Die Stroheinarbeitung ist besonders in viehlosen Ackerbaubetrieben zur Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit notwendig, da eine organische Substanzversorgung durch Stallmist und Ackerfutterbau nicht mehr gegeben ist. Im pannonischen Klimaraum kann es jedoch zu einer gehemmten Umsetzung des Stroh im Boden kommen, wenn die erforderliche Bodendurchfeuchtung fehlt. Bei einem Strohabbau erst im Frühjahr können dann besonders nachfolgende Winterungen geschädigt werden (KOPETZ 1960 und GANZENHUBER 1992). Zudem verbleibt ein merklicher Teil des Stroh für Jahre im Boden, und es scheint, daß diese Strohkohlenstoffrückstände gerade im pannonischen Trockengebiet nicht als neu gebildete Huminstoffe, sondern als unveränderte Gerüstsubstanzen zu deuten sind, die aus Wassermangel nicht in das biologische Geschehen einbezogen wurden (OBERLÄNDER und ROTH 1974).

Insgesamt muß davon ausgegangen werden, daß in der Strohdüngung kein Ersatz für eine Humuswirtschaft in einer ausgewogenen Fruchtfolge zu sehen ist. Nach ZAUSSINGER (1985) wird die absolute Menge der Stroheinarbeitung, die sinnvoll im Boden unterzubringen und für die Humuserhaltung erforderlich ist, mit einem Drittel der Strohernte (33 %) angenommen. Lediglich im nordöstlichen Flach- und Hügelland wird aufgrund der geringen Viehhaltung eine Strohdüngung von 50 % der Strohernte unterstellt.

#### 4.3 Frei verfügbares theoretisches Strohpotential je Gemeinde

Die aufgeführten, theoretisch berechneten Strohnutzungen sind von dem Stroherntepotential abzuziehen und man erhält ein theoretisches Strohpotential. Dieses Potential ist frei verfügbar, da schon zu seiner Berechnung ein schlechtes Erntejahr (guter Strohertrag, korrigiert durch Abzug der Differenz zu einem schlechten Ertragsjahr) verwendet wurde. Fällt dahingegen aufgrund eines guten Strohertrages eine höhere Strohernte als die minimal berechnete Strohernte an, so kann dies anderen Nutzungsformen wie der Strohdüngung oder der Lagerhaltung zugute kommen. Das berechnete, frei verfügbare Strohpotential steht damit in jedem Fall für eine energetische Nutzung zur Verfügung.

Nimmt man als Bezugsgröße die Fernwärmanlage in Seibersdorf (2,2 MW Kesselleistung, 700 bis 800 t Strohverbrauch/Jahr), so weisen insgesamt 165 Gemeinden eine frei verfügbare Strohmenge von über 800 t auf. Dies entspricht der Anzahl Gemeinden, die aufgrund der Erhebung 1992 ebenfalls ein freies Strohpotential von über 800 t aufwiesen, dort hatte allerdings keine Gemeinde ein frei verfügbares Strohpotential über 1600 t und theoretisch berechnet sind dies 62 Gemeinden. Aufgrund der unterschiedlichen Ermittlung der tatsächlichen Strohernte und des berechneten Stroherntepotentials einerseits sowie andererseits der erhobenen Strohnutzungen und der mit Durchschnittswerten

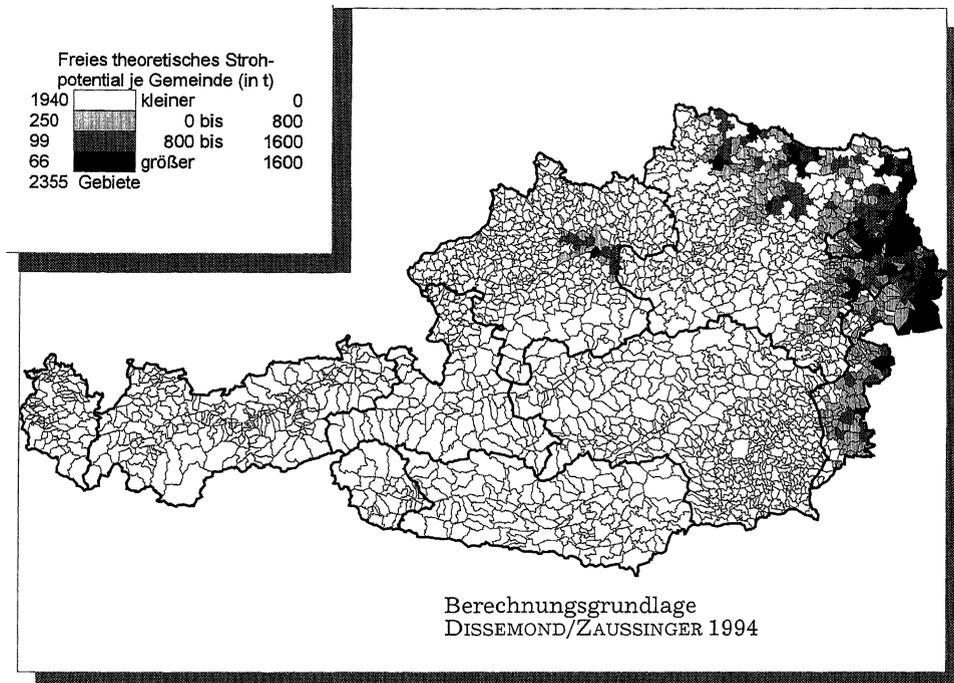


Abb. 5: Gemeinden mit theoretisch frei verfügbarem Strohpotential und Strohangel 1992

berechneten Strohnutzungen ergeben sich zudem wesentliche Unterschiede in der geographischen Verteilung der Gemeinden mit höherem freiem Strohpotential und damit möglicher Standorte von Strohheizanlagen (Abb. 5).

In Niederösterreich sind im Alpenvorland sowie im östlichen Teil des Wald- und Mühlviertels keine bzw. nur mehr wenige Gemeinden mit einem höheren freiem Strohpotential vorhanden. Ebenso verhält es sich im südlichsten Teil Niederösterreichs an der burgenländischen Grenze, wie auch in Oberösterreich in der Umgebung von Linz-Land. In diesen Gebieten wirkt sich besonders die – gegenüber der relativ geringen, tatsächlichen Einstreu – zur Berechnung herangezogene, höhere Einstreu in der Viehhaltung aus. Bei einer solchen artgerechten Tierhaltung würde das freie Strohpotential wesentlich zurückgehen. In den Gemeinden Kärntens weist keine Gemeinde mehr ein freies Potential auf, die Gemeinden in Salzburg, der Steiermark, Tirol und Vorarlberg hatten schon aufgrund der Erhebungen kein frei verfügbares Stroh. Gebiete mit über 1600 t freiem Strohpotential sind nach den Berechnungen östlich von Wien im niederösterreichischen sowie burgenländischen Teil des nordöstlichen Flach- und Hügellandes vorhanden, hier treten besonders die Bezirke Gänserndorf und Neusiedl am See mit hohen Potentialen in den Gemeinden in den Vordergrund.

Im folgenden wird für das Burgenland, Niederösterreich und Oberösterreich eine Aufsummierung der theoretisch berechneten verfügbaren Strommengen der Gemeinden für die politischen Bezirke vorgenommen (Tab. 8).

Insgesamt ist im Burgenland ein theoretisch frei verfügbares Strohpotential von rund 100.000 t vorhanden, in Niederösterreich von 225.000 t und in Oberösterreich von 20.000 t. Bei einem Vergleich mit dem tatsächlich im Jahre 1992

Tabelle 8

*Freies theoretisches Strohpotential in den Politischen Bezirken als Summe der berechneten positiven Strohbilanzen in den Gemeinden*

Politische Bezirke Niederösterreich	Theoretisches Strohpotential (t)	Politische Bezirke Burgenland und Oberösterreich	Theoretisches Strohpotential (t)
Wr. Neustadt	460	Eisenstadt	610
Baden	14.060	Eisenstadt-Umgeb.	8.230
Bruck/Leitha	24.070	Güssing	7.710
Gänsersdorf	72.000	Mattersburg	1.040
Hollabrunn	23.460	Neusiedl am See	52.350
Horn	11.950	Oberpullendorf	14.790
Korneuburg	6.870	Oberwart	12.440
Krems-Land	2.470	Summe Burgenland	97.170
Mistelbach	28.850	Linz	500
Mödling	6.340	Steyr	600
Scheibbs (Wieselburg)	430	Wels	500
Tulln	8.410	Eferding	2.750
Waidhofen/Thaya	5.940	Linz-Land	13.540
Wr. Neustadt-Land	2.870	Steyr-Land	810
Wien-Umgebung	12.380	Wels-Land	560
Zwettl	3.980	Summe OÖ	19.260
Summe NÖ	224.540		

freien Strohpotential ergeben sich wesentliche Unterschiede. Das theoretisch berechnete Strohpotential im Burgenland ist um ca. 30.000 t höher, während in Niederösterreich rund 30.000 t und in Oberösterreich 15.000 t weniger zur Verfügung stehen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Ermittlung des freien Strohpotentials von 1992 auf den Auswertungen der Agrarstatistik zum Strohaufkommen und den Erhebungen der vorhandenen Strohnutzung bei den Landwirten beruht, während die Berechnung des theoretisch freien Strohpotentials in diesem Kapitel auf zwar mögliche jedoch nicht tatsächliche Angaben zurückgeht.

### Literatur

- ALDER, R., 1993: Die Bedeutung der Biomasse in der österreichischen Energiewirtschaft. Statistische Nachrichten 1/1993, 53-56.
- AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1986: Fernwärme in Niederösterreich. Marktgemeinde Seibersdorf. Wien.
- AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1988 bis 1993: Energieberichte 1988 bis 1992. Wien.
- BATEL, W., M. GRAEF, G.-J. MEJER, F. SCHOEDDER und G. VELLGUTH, 1981: Äthanol aus nachwachsenden Rohstoffen als alternativer Kraftstoff für Fahrzeuge. Grundlagen der Landtechnik 31, 4, 125-137.
- BMHGI (BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE) 1984: Energiebericht und Energiekonzept 1984 der österreichischen Bundesregierung. Wien.
- BMHGI (BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE) 1986: Energiebericht 1986 der österreichischen Bundesregierung. Wien.
- BMWA (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE, ANGELEGENHEITEN) 1990: Energiebericht der österreichischen Bundesregierung. Wien.
- BMWA (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE, ANGELEGENHEITEN) / BUNDESLASTVERTEILER 1992: Energiestatistik 1991. Daten zur Energieversorgung Österreichs. Wien.
- BOXBERGER, J., B. LEHMANN, L. POPP und H. SCHÜRZINGER, 1992: Naturnahe Haltungssysteme für Milchkühe. KTBL Arbeitspapier 167, 141-145.
- DISSEMOND, H., 1991: Alternativenenergien im ländlichen Raum aus der Sicht der Raum- und Umweltplanung. Diplomarbeit Technischer Umweltschutz an der Universität für Bodenkultur Wien und der Technischen Universität Wien.

- DISSEMOND, H. und A. ZAUSSINGER, 1994: Strohaufkommen in Österreich. Österreichische Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung, Wien.
- GANZENHUBER, P., 1992: Vergleich verschiedener Fruchtfolgen mit Monokulturen bei Stroheinarbeitung und Strohverbrennung. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- GEIGER, F., 1982: Energiekonzept für die Landwirtschaft am Beispiel Österreichs. Schriftenreihe der Technischen Universität Wien, Sonderband, Wien.
- HAIGER, A., R. STORHAS und H. BARTUSSEK, 1988: Naturgemäße Viehwirtschaft. Zucht, Fütterung, Haltung von Rind und Schwein. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HARTMANN, W. und D. HESSE, 1993: Umnutzung von Scheunen durch strohgebundene Tierhaltung. *Landtechnik* 48, 241-253.
- HESSE, D., 1993: Schweinehaltung auf Stroh. *Landtechnik* 48, 541-544.
- KOPETZ, L. M., 1960: Zur Frage der Einackerung von Stroh. *Der Förderungsdienst* 8, 231-232.
- OBERLÄNDER, H. E. und K. ROTH, 1974: Ein Kleinfeldversuch über den Abbau und die Humifizierung von <sup>14</sup>C-markiertem Stroh und Stallmist. *Die Bodenkultur* 25, 111-129
- ÖSTAT (ÖSTERREICHISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT) 1981 bis 1994: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik in den Jahren 1980 bis 1993. Wien.
- ÖSTAT 1984: Landwirtschaftliche Maschinenzählung 1982. Wien.
- ÖSTAT 1989: Landwirtschaftliche Maschinenzählung 1987. Wien.
- ÖSTAT 1993: Nutztierhaltung in Österreich 1991. Wien.
- RAKOS, C., 1992: Stroh - Nachwachsender Rohstoff mit Zukunft. Österreichische Akademie der Wissenschaften/Forschungsstelle für Technikbewertung: Technikbewertung erneuerbarer Rohstoffe I, 203-218. Wien.
- SCHMIDT, A. und W. HANTSCH-LINHART, 1990: Die energetische Nutzung der Biomasse in Österreich. I.A. des Verbandes der Elektrizitätswerke Österreichs und der Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern Österreichs, Wien.
- SCHMIDT, A., 1991: Strohverwertung in Österreich. Tagungsbericht Stroh sinnvoll nutzen, 34-42. Österreichische Gesellschaft für Ökologie, Wien.
- SCHÖRGHUBER, F. 1991: Energie aus Stroh in Niederösterreich. Tagungsbericht Stroh sinnvoll nutzen, 30-33. Österreichische Gesellschaft für Ökologie, Wien.
- VOLLMANN, J. und P. RUCKENBAUER, 1991: Stroherträge. Tagungsbericht Möglichkeiten der Strohnutzung, 7-13. BMWF, Wien.
- ZAUSSINGER, A., 1985: Forschungskonzept Biogene Rohstoffe für Niederösterreich. Teil II Primärenergieträger und Nutzungstechniken. Österreichische Vereinigung für Agrarwissenschaftliche Forschung, Wien.

(Manuskript eingelangt am 25. Oktober 1994, angenommen am 29. November 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Geogr. Dipl. Umwelttechn. Dr. Hermann DISSEMOND und ao. Univ.-Prof. Dr. Adolf ZAUSSINGER, Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik der Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien