

Halmfütter-Erntemaschinen — langfristige Entwicklungstendenzen

Hans-Jürgen Matthies

Institut für Landmaschinen, TH Braunschweig

Die vielfältigen Verfahren und Maschinen für die Halmfütterernte sind in den vergangenen Jahren in zahlreichen Arbeiten und aus verschiedener Sicht immer wieder behandelt worden; die einzelnen Maschinen sind weitgehend bekannt. Es soll daher nicht die Aufgabe dieses Aufsatzes sein, hier erneut eine vollständige Bestandsaufnahme vorzulegen. Vielmehr soll versucht werden, bekannte und bewährte, aber auch noch keineswegs ausgereifte Verfahren aus europäischer Sicht zu analysieren und ihre mögliche Bedeutung in die Zukunft zu projizieren. In mehr abstrahierender Weise sollen dabei ganz bewußt Vernachlässigungen getroffen und die Verfahren und Maschinen sollen nicht allein aufgrund der heutigen Gegebenheiten und Erfahrungen, sondern mehr im Hinblick auf zukünftige, langfristige Entwicklungstendenzen betrachtet werden.

1. Einleitung

Während sich heute auf den Gebieten der Hackfrüchtereerte oder der Getreideernte nur relativ wenige — noch dazu betriebstechnisch günstig und verlustarm arbeitende — Verfahrensketten herausgebildet haben, für die es außerdem auch eine übersehbare Zahl von Maschinentypen gibt, fällt es heute schwer, aus dem großen Angebot der Halmfütterernteverfahren und der Vielzahl der Halmfüttererntemaschinen eine betriebswirtschaftlich optimale Auswahl zu treffen; selbst bei sehr sorgfältiger Wahl fällt es noch schwerer, die Ernte- und Konservierungsverluste in erträglichem Rahmen zu halten. Erst der zukünftigen Entwicklung wird es vorbehalten bleiben, hier übersichtlichere und besser beherrschbare Verhältnisse zu schaffen. Der Zwang zu agrarstrukturellen und soziologischen Veränderungen und damit der Zwang zu erhöhter Wirtschaftlichkeit wird diese Entwicklung beschleunigen; nur durch intensive Grundlagenforschung und durch die erst seit wenigen Jahren geübte und auf dem Gebiet der Halmfütterernte so besonders notwendige Zusammenarbeit zwischen der Technik, der Betriebswirtschaft und vor

allem auch der Biologie werden sich die vorhandenen Probleme lösen lassen.

2. Überblick über geeignete Verfahren und Arbeitsabschnitte

Einen guten, in sich geschlossenen Überblick über die für europäische Verhältnisse geeigneten Verfahren für die Halmfütterernte erhält man, wenn man sie — wieder mit dem Blick auf langfristige Tendenzen — in die vier Gruppen

- Langgutverfahren
- Häckselverfahren
- Preßverfahren
- Brikettierverfahren

unterteilt und wenn man zunächst nicht die zu den einzelnen Arbeitsabschnitten dieser Verfahren gehörigen Maschinen, sondern die dabei erzielten Halmfütterformen, also Langgut, Häcksel, Ballen und Briketts, betrachtet (Tafel 1).

Da hier nur die zur Konservierung für wirtschaftseigenes Halmfutter geeigneten Ernteverfahren behandelt werden sollen, sind in der in Tafel 1 wiedergegebenen Übersicht weder die tägliche Frischfütterernte noch die in Großanlagen übliche Trocknung, Vermahlung und Pelletierung besonders eiweißreichen Grünfutters enthalten. Ebensowenig wurde auch das auf längere Sicht wohl weniger bedeutungsvolle Verfahren der Ballensilierung aufgeführt. Die fast immer mit hohen Verlusten verbundenen Feldtrocknungsverfahren wurden als nicht so zukunftsfruchtig durch dunkle Rasterung besonders gekennzeichnet. Dagegen wurden die Brikettierverfahren trotz ihrer sich bisher erst andeutenden, noch lange nicht abgeschlossenen Entwicklung hier mitbehandelt, weil sie — sollte es gelingen, die dafür notwendigen Maschinen zu entwickeln — in die Zukunft weisende Lösungen darstellen.

Betrachtet man zunächst die in den ersten beiden waagerechten Zeilen von Tafel 1 beschriebenen Arbeitsabschnitte, das Mähen und das Aufbereiten und Vortrocknen auf dem Feld, so kann man feststellen, daß diese Arbeitsabschnitte

Tafel 1: Technische Verfahren für die Halmfüttergewinnung unter europäischen Verhältnissen

Arbeitsabschnitte	Langgutverfahren	Häckselverfahren						Preßverfahren		Brikettierverfahren				
		Feldtrocknungsverfahren	stationäre Häckselverfahren	Feld-Häckselverfahren	Feldtrocknungsverfahren	stationäre Brikettierverfahren	Feld-Brikettierverfahren	Feldtrocknungsverfahren						
Bemerkungen														
Mähen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aufbereitung und Feldtrocknung bis Wassergehalt U %	30...60	20	30...50 oder 70...80	55...75	30...50 oder 70...80	55...75	20	30...50	20	30...50 oder 70...80	30...50	30...50	50...70	15
Laden Transportieren Abladen	—	—	—				□	□	—	—	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
stationäre Behandlung bzw. Konservierung	Belüftung	—	Häckseln Belüftung oder Trocknung	Häckseln Silieren	Belüftung oder Trocknung	Silieren	—	Belüftung	—	Häckseln Belüftung oder Trocknung Brikettieren	Belüftung Brikettieren	Belüftung oder Trocknung	Silieren	—
Einlagern Auslagern	—	—						□	□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
Füttern	—	—						—	—	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

— europäische Verhältnisse vorausgesetzt — in allen Verfahrensketten ähnlich verlaufen; sie unterscheiden sich nur durch die Dauer der Feldtrocknung. Wenn man von den vor allem in Verbindung mit Heißlufttrocknungsanlagen verwendeten Mähladern und Mähhäckslern sowie von den Maishäckslern absieht, so wird das Halmgut überwiegend mit dem Mähwerk gemäht, durch Zetten — weniger oft durch Quetschen oder Knicken — sowie durch Lüften, Wenden oder Zusammenschwaden auf dem Feld vorgetrocknet oder vollständig zu Ende getrocknet. Die für diese Arbeitsabschnitte zur Zeit erkennbaren Entwicklungstendenzen sollen in den folgenden beiden Abschnitten behandelt werden.

3. Mähen

Die auf dem Felde zu erledigenden Arbeitsabschnitte der Halmfütterernte unterliegen alle dem Einfluß der in unseren Klimazonen für die Feldtrocknung, für die Vortrocknung oder für das Vorwelken zur Verfügung stehenden nur sehr kurzen Gutwetterperioden. Zwei- oder dreitägige Gutwetterperioden sind zur Zeit der Halmfütterernte wenigstens im Norden Europas schon sehr selten. Daher ist bereits die Schlagkraft des Mähwerkes eine entscheidende Größe: Je früher das Mähen am Tage beendet werden kann, um so mehr Zeit steht für die Vortrocknung zur Verfügung. Da außerdem die aufbereitende Wirkung der einzelnen Mähwerke unterschiedlich zu beurteilen ist, kommt auch der Auswahl des Mähwerkes eine große Bedeutung zu.

Es stehen heute im wesentlichen die vier in Tafel 2 dargestellten Mähwerke zur Verfügung. Vergleicht man den Gebrauchswert dieser Mähwerke anhand der in Tafel 2 gegebenen Übersicht, so ergibt sich hinsichtlich der Schlagkraft die Reihenfolge: Tellermäher, Schlegelmäher und Doppelmessermähwerk, Normalmäherwerk. Entgegen anderen Angaben ist aber auch die Fahrgeschwindigkeit der Tellermäher durch die Arbeitsqualität in der Regel auf etwa 10 km/h begrenzt. Zur Beurteilung der Schlagkraft muß auch die Störanfälligkeit, zum Beispiel gegen Verstopfung, hinzugezogen werden; auch dabei können dem Tellermäher und dem Schlegelmäher gegenüber den Balkenmähern Vor-

züge zugeschrieben werden; das Doppelmessermähwerk ist hinsichtlich der Störanfälligkeit wiederum dem Normalmäherwerk vorzuziehen. Auch die Wartungsarbeiten sind für Teller- und Schlegelmäher weniger aufwendig als für Balkenmäher, denn allein für das Schleifen des Doppelmesserbalkens müssen je Einsatzstunde etwa 15 Minuten, für das des Normalmäherwerks etwa zehn Minuten aufgewendet werden [1]. Hinsichtlich des Schlepperleistungsbedarfes steht der Schlegelmäher an der Spitze vor allen anderen Mähwerken, dafür ist aber auch zu berücksichtigen, daß er mit dem Mähen das Halmgut gleichzeitig stark zerkleinert und damit eine weitgehende Aufbereitungswirkung erzielt, die die Vortrocknungszeit auf dem Felde gegenüber der Verwendung eines Balkenmähers etwa um die Hälfte verkürzen kann [1]. Allerdings liefert der Schlegelmäher auch eine etwas gefäserte Schnittstelle, die eine verspätete Pflanzenregeneration und infolge der dadurch verlängerten Vegetationsperiode zu Schwierigkeiten führen kann [2]; auch bei unebenem Gelände ist bei Verwendung des Schlegelmähers eine gewisse Verschmutzungsgefahr oft nicht zu vermeiden. Die Aufbereitungswirkung der anderen drei Mähgeräte ist gering. Bei vielen Tellermähern ist sogar insofern eine gegenteilige Wirkung festzustellen, als sie das Halmgut derart ablegen, daß das feiner, schnell trocknende Gut oben und das langsam trocknende unten zu liegen kommt. Auch aus diesem Grunde sollte Kombinationen zwischen Tellermähern und Zettern, Quetschwalzen oder anderen Aufbereitungsgeräten besondere Beachtung geschenkt werden. Die stärkere Aufbereitungswirkung des Schlegelmähers hat grundsätzlich natürlich höhere Bröckelverluste zur Folge, die anscheinend aber während der Vortrocknung bis zu 50 Prozent Gutfeuchte, vor allem bei blattarmem Futter, noch in erträglichen Grenzen liegen.

Obwohl die kompakten, leicht zu handhabenden Balkenmäherwerke wohl stets ihre Bedeutung haben werden, werden sich insbesondere die Tellermäherwerke sicher ihren Markt erobern. Schon heute werden in Deutschland über 40 verschiedene Typen dieser Mäher mit zwei bis sechs Tellern angeboten. Sie unterscheiden sich in vielen Details vor allem dadurch voneinander, daß die mit Schneidmessern versehenen Teller entweder von oben oder von unten angetrieben werden. Während Tellermäher bis heute fast ausschließlich für Dreipunktanbau gebaut werden, laufen zur Zeit Entwicklungen für den seitlichen Anbau an den Schlepper; weitere Arbeiten befassen sich mit der Verringerung der Unfallgefahr. Die hohe Schlagkraft und die geringe Störanfälligkeit werden den Tellermähern ihren zukünftigen Platz im Rahmen der Halmfüttererntemaschinen sichern. Wegen seiner guten Aufbereitungswirkung sollte aber auch der Schlegelmäher nicht außer acht gelassen werden.

Tafel 2: Vergleich verschiedener Mähwerke

	Messergeschw.	Fahrgeschw.	Leistungsbedarf je m Schnittbreite	Aufbereitungswirkung	Bröckelverluste	Störanfälligkeit	Wartung	Raumbedarf	Bedienungskomfort
	[m/s]	[km/h]	[PS/m]						
Normalmäherwerk  Schnitt mit Gegenschneide	ca 3	6...8	3...5	o	*	-	-	*	*
Doppelmessermähwerk  Schnitt mit Gegenschneide	ca 4	8...10	4...6	o	*	o	-	*	*
Tellermäher  Freier Schnitt	60...70	8...12	10...20	o	*	*	*	-	o
Schlegelmäher  Freier Schnitt	20...25	5...6	15...30	+	-	*	*	-	o

Anmerkung:
 * : gunstige; - : weniger gunstige; o : neutrale Eigenschaften

4. Vortrocknen oder Vorwelken auf dem Feld

Die grundsätzliche Problematik der Halmfütterernte beginnt bekanntlich vor allem nach dem Mähen. Die Feldtrocknungsverfahren sind auch bei sorgfältiger Durchführung in der Regel mit Verlusten in Höhe von mindestens 25 bis 30 Prozent verbunden. Aus diesem Grunde sollten sie für europäische Verhältnisse nicht als anzustrebende Zukunftslösungen angesehen werden. Die zukünftigen Entwicklungen sollten sich vielmehr vor allem mit denjenigen Verfahrensketten befassen, die eine Konservierung mit geringen Bröckel- und Nährstoffverlusten ermöglichen, also die Konservierung durch künstliche Trocknung (Heißlufttrocknung), durch Belüftung (Kalt- oder Warmbelüftung) oder durch Silierung.

Da die Heißlufttrocknung überwiegend für eiweißreiches frisches Grünfutter in Betracht kommt, das ohne Vortrocknung auf dem Feld sofort in die Trocknungsanlagen gefördert wird, soll dieses Verfahren im Rahmen der Vortrocknung hier nicht betrachtet werden. Es bleibt also lediglich die Behandlung der für die Belüftung und für die Silierung notwendigen Feld-Vortrocknung.

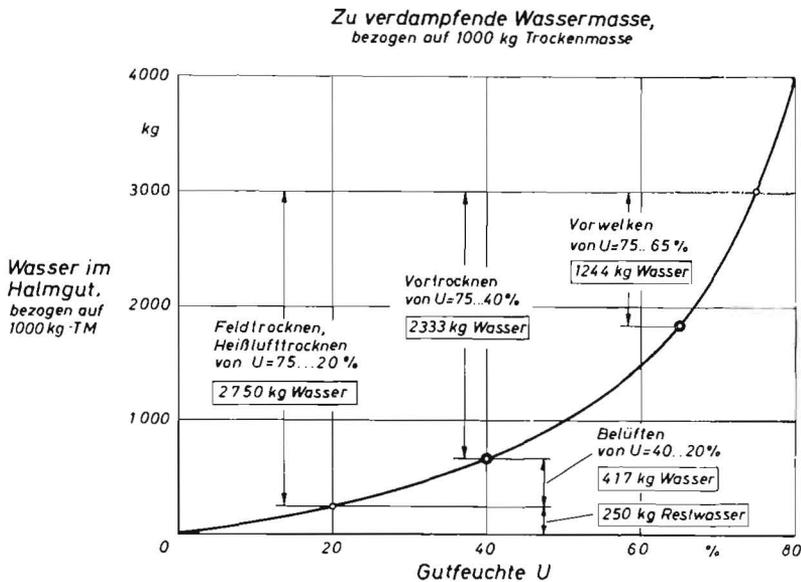


Bild 1: Bei der Halmfütterrocknung zu verdampfende Wassermenge, bezogen auf 100 kg TM

Um die in den meisten Gebieten Nordeuropas während der Heuerteperioden recht seltenen Gutwetterperioden [3] sicher zu nutzen, sind auch für die Vortrocknung auf dem Feld möglichst schnellarbeitende, schlagkräftige und in ihren Aufbereitungseigenschaften wirkungsvolle Maschinen erforderlich. Diese Maschinen müssen nicht nur die früher besonders betonten betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Forderungen, sondern vor allem auch die physikalischen und biologischen Forderungen erfüllen, die die Trocknungstechnik oder die Siliertechnik an sie stellen. Das Vortrocknen für die anschließende Belüftung und das Vorwelken für das Silieren unterscheiden sich zunächst nur durch die auf dem Felde angestrebte Gutfeuchte. Für Vorwelksilage trocknet man bekanntlich bis zu etwa 65 Prozent, für Gärheu bis etwa 55 Prozent und für Belüftungsheu bis etwa 40 Prozent Feuchtegehalt herunter.

Bei der Werbung von Belüftungsheu muß man sich aus wirtschaftlichen und aus arbeitswirtschaftlichen Gründen einerseits bemühen, schon auf dem Felde eine möglichst große Wassermenge zu verdampfen (Bild 1), andererseits aber die Gutfeuchte nicht soweit senken, daß bei der Feldbearbeitung oder beim Laden und Einlagern größere Bröckelverluste auftreten können. Beim Vorwelken von Silage wird der Vorwelckgrad dagegen außer von wirtschaftlichen und arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten vor allem von biologischen, also gärtechnischen Gesichtspunkten bestimmt (Bild 2). In beiden Fällen sollte die Vortrocknung auf dem Felde in einer möglichst kurzen Zeitspanne durchgeführt werden, um die Atmungsverluste der Pflanzen niedrig zu halten.

Von allen bisher vorgeschlagenen mechanischen, elektrischen, thermischen und chemischen Aufbereitungsmethoden haben sich in der Praxis die mechanischen Methoden, insbesondere das Quetschen und Knicken, im größeren Rahmen bewährt. Gequetschtes und grobstengeliges Ackerfutter trocknet nicht nur wesentlich schneller als nicht aufbereitetes Gut, sondern es liefert — wie Bild 2 zeigt — auch eine bessere Silagequalität [4]. Leider kann bei feinstengeligem Wiesengras mit den bisherigen Quetschgeräten kein dem wirtschaftlichen Aufwand entsprechender Trocknungserfolg erzielt werden; ebenso hat sich gezeigt, daß durch Quetschen allein kaum eine ausreichende Silagequalität erreicht werden kann, sondern das Gut vielmehr zusätzlich gehäckseln werden muß. Trotzdem ist es denkbar, daß die Quetschwalzen für die Vortrocknung auch in unseren Klimazonen eine gewisse Bedeutung erhalten werden, wenn es gelingt, sie beispielsweise mit Mähgeräten zu kombinieren und dadurch infolge der gleichmäßigeren Gutzufluhr eine günstigere Aufbereitungswirkung und zugleich einen niedrigeren Herstellungspreis

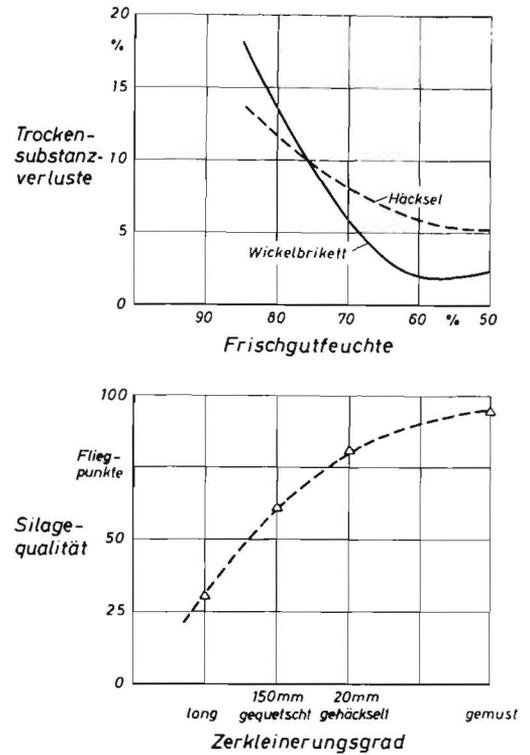


Bild 2: Einfluß von Gutfeuchte und Zerkleinerungsgrad auf die Silagequalität (nach ZIMMER [4])

zu erzielen, als er sich für zwei Einzelmaschinen ergeben würde.

Der Schlegelmäher wurde als weiteres Aufbereitungsgerät bereits oben behandelt; er häckseln das Gut bereits während des Mähens und erzielt dadurch eine sehr gute Aufbereitungswirkung. Daher sollte er bei der Entwicklung zukünftiger Aufbereitungsverfahren sorgfältig auf seine Verwendung überprüft werden, insbesondere dann, wenn man die Feldtrocknungsverfahren ausschaltet und auf dem Felde nur vortrocknet und so die diesem Gerät zuzuschreibenden Bröckelverluste weitgehend mindern kann.

Eine weitere Beschleunigung der Vortrocknung auf dem Feld bringt bekanntlich das Zetten und das Bearbeiten des Gutes mit Heuwendern. Ausführliche Untersuchungen verschiedener Verfasser haben gezeigt, daß zwischen den zahlreichen Heuwendern hinsichtlich ihrer trocknungsbeschleunigenden Eigenschaften keine sehr erheblichen Unterschiede bestehen. Die Trocknungsdauer kann vornehmlich durch die Art der Anwendung der Heuwender beeinflusst werden. Bewährt haben sich neben den Trommel- und Kettenwendern in den vergangenen Jahren für das Breitstreuen und Wenden vor allem die mit großer Arbeitsbreite, mit sehr hoher Fahrgeschwindigkeit arbeitenden und auch für unebenes Gelände gut geeigneten bekannten Kreisel-Zettwender und für das Zusammenschwaden die Sternradwender. Beide Geräte werden heute in großer Stückzahl gefertigt und sicher auch in Zukunft ihre Bedeutung behalten.

5. Allgemeine Entwicklungstendenzen bei der Halmgutzerkleinerung und der Halmgutverdichtung

Nach Betrachtung der in Tafel 1 dargestellten ersten beiden waagerechten Zeilen, das heißt nach der Behandlung des Mähens und Vortrocknens, wollen wir uns nun den in den senkrechten Spalten dargestellten Verfahrensketten zuwenden. Betrachtet man dabei zunächst die in den vergangenen Jahren vollzogene allgemeine Entwicklung, so kann man die in Tafel 3 dargestellten Tendenzen erkennen. Sowohl bei den Zerkleinerungsverfahren als auch bei den Verdichtungsverfahren zeigt sich sehr deutlich die Tendenz zu kleineren Abmessungen, also zu kleineren Halmlängen beziehungs-

Tafel 3: Entwicklungstendenzen für Zerkleinerungs- und Verdichtungsverfahren

Zerkleinerungsverfahren			Verdichtungsverfahren		
Gutform	theoretische Halmlänge [cm]	Schüttdichte* [kg/cm ³]	Gutform	Ballenabmessung [cm]	Schüttdichte* [kg/cm ³]
Langgut	50... 80	40... 50	Großballen 	50x60x120	100...140
Schneidgut	10... 40	40... 60	Normalballen 	36x48x 90	80...120
Häcksel	2... 4	50... 70	Kleinballen 	30x40x80	80...120
Mikrohäcksel	0,3...1,5	60... 80	ND-Briketts 	3,2x3,2x6,0	250...500

Anmerkung:
*Schüttdichten auf Transportwagen bei U = 20%. (Ballen nicht gestapelt)

weise zu kleineren Preßeinheiten; sowohl die kleineren Halm-längen als auch die kleineren Preßeinheiten, also die Briketts, sind besser mit mechanischen Mitteln zu handhaben und zu verfüttern, sie verlangen beide weniger Transport- und Lagerraum als langes oder großformatiges Gut und sie bieten beide bedeutende Vorteile für die Vergärung. Der Trend zur Verkürzung der Schnittlänge deutet sich jedem aufmerksamen Beobachter schon heute an: Es hat sich gezeigt, daß die Schwierigkeiten der Langgutverfahren spätestens bei der Weiterverarbeitung des Halmgutes auf dem Hofe beginnen, so daß man sich gezwungen sah, zum Beispiel die Ladewagen mit Schneidvorrichtungen zu versehen, um ein kürzeres, besser zu verarbeitendes Gut (Schneidgut) zu erhalten. Auch die früher auf etwa 2 cm begrenzte theoretische Häcksellänge der Exakt-Feldhäcksler hat sich in den letzten Jahren auf Werte verschoben, die unterhalb von 1 cm liegen.

Ein ähnlicher Trend ist auf dem Gebiet der Verdichtungsverfahren zu beobachten. Die Bewegung der früher bekannten Großballen mit etwa 50 x 60 cm Querschnitt ist heute niemandem mehr zuzumuten. Die bisher üblichen Normalballen von etwa 36 x 48 cm Querschnitt haben in den kleinformatigen und in der Regel kürzeren Ballen von etwa 30 x 40 cm Querschnitt einen ernsthaften Konkurrenten erhalten, der bei Neukäufen heute schon von sehr vielen Betrieben vorgezogen wird. Die nächste, auf lange Sicht zweifellos anzustrebende Stufe wird durch die Briketts gekennzeichnet sein, die heute in Amerika und in Nordeuropa schon ihre erste Verwendung in der Praxis gefunden haben. In Form der Wickelbriketts sind sie für Trockenfutter und für Silage gleich gut geeignet, und sie zählen infolge ihrer arbeitswirtschaftlichen Vorteile und ihres geringeren Lager- und Transportraumbedarfs zu den für die Zukunft besonders interessanten Halmfutterformen. Neben diesen mehr arbeits- und betriebswirtschaftlich interessanten Vorteilen haben Erfahrungen und Versuche gezeigt, daß Häcksel und Briketts auch in gärungstechnischer Hinsicht sehr günstige Voraussetzungen bieten. Neben den in Bild 2 dargestellten Werten haben Laborversuche ergeben, daß auch bei der Silierung von Wickelbriketts eine dem Häckselgut mindestens gleichwertige Silagequalität zu erreichen ist (Bild 3) [5]. Weiter ist nach ZIMMER und HONIG [5] bei Verwendung von Wickelbriketts unmittelbar nach der Befüllung des Silos mit 30 bis 40 Prozent und gegen Ende der Lagerung mit 15 bis 20 Prozent weniger Siloraumbedarf zu rechnen als bei Verwendung von Kurzhäcksel.

Nach dieser Vorbetrachtung sollen nun wieder die Verfahrensketten betrachtet werden, um den notwendigen Gesamtüberblick zu gewinnen. Zunächst sollen dabei die in Tafel 1 dargestellten Langgutverfahrensketten zusammen mit den Preßketten behandelt werden, da sie im Hinblick auf künftige Entwicklungstendenzen Gemeinsamkeiten aufweisen.

6. Langgut- und Preßverfahren

Bei beiden Verfahrensketten wird die Feldtrocknung — im Gegensatz zu den Häcksel- und Brikettierverfahren — selbst unter europäischen Verhältnissen für eine große Zahl von Betrieben noch weiterhin ihre Bedeutung haben. Besonderes Augenmerk sollte im Rahmen dieser Verfahren aber den Belüftungsketten gewidmet werden, die im Interesse einer verlustarmen Trockenfuttergewinnung den Feldverfahren bei weitem vorzuziehen sind. Weiterentwickelte, leistungsfähigere Belüftungsgebläse erlauben bei vertretbaren Trocknungskosten heute schon, auch Halmgut mit einer Ausgangsfeuchte von 50 bis 60 Prozent sicher zu trocknen und Vorwärmanlagen mit Lufterwärmung um 3 bis 7° [6] können die Trocknungsleistungen und die Trocknerkapazität weiter erhöhen. Die für die Langgut- und Ballenverfahren auch in Zukunft wichtigen Maschinen sind der Ladewagen (Bild 4) und die Aufsammelpresse (Bild 5). Die Tatsache, daß Ladewagen und Aufsammelpressen in Deutschland und auch in anderen Ländern immer noch zu den meistgekauften Halmfüttererntemaschinen zählen und daß allein in Deutschland innerhalb weniger Jahre über 300 000 Ladewagen verkauft werden konnten, zeigt allein die Bedeutung, die diesen Maschinen von einer Vielzahl von landwirtschaftlichen Betrieben beigemessen wird und die sie auch tatsächlich haben.

Wenn schon die Aufsammelpressen nicht nur in Europa, sondern auch in den USA wesentlich größere Verkaufszahlen erzielen konnten als beispielsweise die Feldhäcksler und wenn auch die Ladewagen eine explosionsartige Verbreitung gefunden haben, so ist das nicht zuletzt darauf

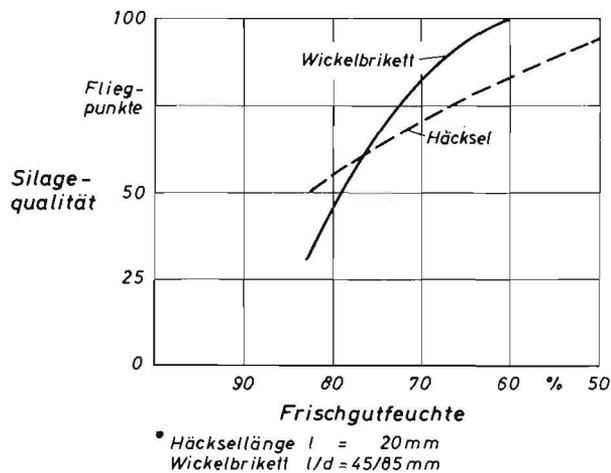


Bild 3: Vergleich der Silagequalität von Häcksel und Wickelbriketts (nach ZIMMER und HONIG [5])



Bild 4: Ladewagen (Werkbild Bayerische Pflugfabrik)



Bild 5: Kleine Aufsammelpresse mit Kanalschnitt 30 × 40 cm
(Werkbild Welger)

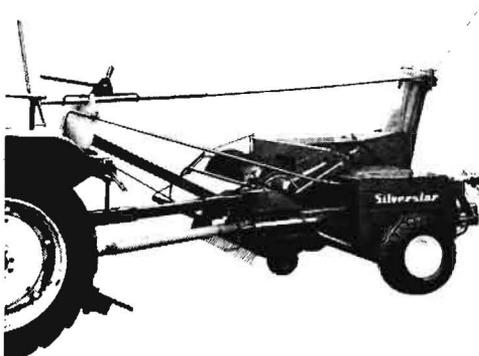


Bild 6: Moderner Großfeldhäcksler
(Werkbild Ködel und Böhm)

zurückzuführen, daß beide Maschinen auch als Einzelmaschinen eine gegenüber den Handverfahren schon recht weitgehende Mechanisierung der Halmfütterernte erlauben, ohne jedoch dem Betrieb den gleichzeitigen Kauf weiterer Folgemaschinen oder eine völlige Neuorganisation der Halmfütterernte abzuverlangen. Der Ladewagen bietet darüber hinaus für viele kleinere Betriebe die einzige Möglichkeit zur Mechanisierung der Halmfütterernte überhaupt; er ermöglicht das Aufladen, das Transportieren und das Abladen im Ein-Mann-Verfahren und hat einen relativ geringen Leistungsbedarf und eine große Schlagkraft.

Ebenso wie das Preßverfahren — das nur mit sehr großem Aufwand und für europäische Verhältnisse wohl kaum je voll zu mechanisieren sein wird — kann aber auch das Ladewagen-Langgutverfahren ohne spezielle Zusatzgeräte und ohne Übergang auf das Häckselverfahren nicht als ein die zukünftige Entwicklung bestimmendes Verfahren angesehen werden. Mit Blick auf künftige Entwicklungstendenzen bleiben somit nur die Häcksel- und die Brikettierverfahren übrig.

7. Häckselverfahren

Während die Entwicklung der Brikettierverfahren gerade erst begonnen hat, läßt sich die Entwicklung der Häckselverfahren schon verhältnismäßig gut übersehen. Wenn man auch dabei die Feldtrocknungsverfahren außer acht läßt, so gibt es zunächst die in Tafel 1 unter „Häckselverfahren“ in den Spalten 1 und 2 dargestellten stationären Häckselverfahren. Hierzu kann für das Laden, Transportieren und Abladen beispielsweise der Ladewagen sehr gut verwendet werden. Will man jedoch eine Vollmechanisierung dieser Kette und ein wirkliches Fließverfahren ohne Handarbeit erreichen, so muß neben dem stationären Gebläsehäcksler dafür ein Ladewagen mit Schneidvorrichtung und für die Beschickung des Gebläsehäckslers eine Dosiervorrichtung verwendet werden. Abgesehen von dieser nicht sehr einfachen und nicht sehr eleganten Gesamtlösung ist für diese Maschinen ein Kapitalaufwand erforderlich, der dem für die Feldhäckslerkette mit Automatikwagen und Abladegebläse nicht nachsteht [7]. Dazu kommen noch die Nachteile, daß sich das vorgeschchnittene Lagergut — insbesondere bei Silomais — weniger exakt häckseln läßt und daß für den Gebläsehäcksler auf dem Hof infolge der ungleichmäßigen Zufuhr und der großen Förderhöhe ein Leistungsbedarf erforderlich ist, der den des Feldhäckslers ganz erheblich übersteigt (u. U. Überlastung des Stromnetzes). Auch der Leistungsbedarf des Ladewagens mit Schneidvorrichtung nähert sich nach Untersuchungen von WEIDINGER [7] bei gleicher Häcksellänge dem Leistungsbedarf des Feldhäckslers, die Drehmomentspitzen beider Maschinen stimmen sogar nahezu überein. Das häufig für die Verfahrenskette mit



Bild 7: Spezial-Maisfeldhäcksler
(Werkbild Kemper)

stationärem Feldhäcksler angeführte und heute nicht mehr zutreffende Argument, daß mit dem Ladewagen eine viel größere Ladeleistung zu erzielen sei als mit dem Feldhäcksler, kann für die Zukunft noch weniger gelten.

Die oben durchgeführten Betrachtungen lassen wenig Gründe erkennen, die für die stationäre Häckselkette sprechen. Auch sie wird für viele Betriebe durchaus brauchbar und teilweise sicher die einzige Lösung sein, insgesamt gesehen muß sie aber als ein für die zukünftige Entwicklung nicht vertretbarer Umweg angesehen werden. Im Rahmen der großen Entwicklungslinien dürfte viel eher das Feldhäckselverfahren liegen. Aufgrund der veränderten Lage auf dem Schleppersektor finden wir schon heute Großfeldhäcksler (Bild 6) auf dem Markt, die in der Lage sind, das Feldhäckselverfahren zu einem der schlagkräftigsten Halmfütterernteverfahren zu machen. Für einen der größten in Deutschland hergestellten Feldhäcksler mit Trommelbauart und einer theoretischen Schnittlänge von 3,5 mm werden beispielsweise laut Firmenprospekt Grünfüttererdurchsätze bis zu 80 t/h angegeben. Es wird das Ziel der zukünftigen Entwicklung sein müssen, die Feldhäcksler betriebs sicherer, wartungsärmer, und die einzelnen Größenklassen so leistungsfähig wie möglich zu gestalten. Dabei wird besonders auch auf die Einsatzmöglichkeiten in der immer mehr vordringenden Silomais-ernte zu achten sein. Schon die sprunghaft angestiegenen Verkaufszahlen der in den vergangenen Jahren neu entwickelten, als Schlepperanbaugeräte einzusetzenden kleinen Spezial-Maisfeldhäcksler (Bild 7) deuten die künftigen Entwicklungsmöglichkeiten auf diesem Gebiete an. Sie haben

sich in Verbindung mit dem Ladewagen — ähnlich wie auch der Häcksler-Ladewagen — besonders in kleineren Betrieben bewährt. Es wird erwartet, daß diese Spezialfeldhäcksler in diesem Jahr in Deutschland bereits eine Stückzahl von etwa 50 000 Maschinen erreichen [8]. Die weitere Entwicklung von billigeren Häckselabladewagen und leistungsfähigeren Häckselabladegeräten wird eng mit der Feldhäckslerentwicklung zu verbinden sein.

Die zu erwartenden weiteren agrarstrukturellen Veränderungen und der damit verbundene Zwang zur Vollmechanisierung, wie auch die wachsenden Schlepperstärken werden den in einer nun hinter uns liegenden Übergangsperiode stark vernachlässigten Feldhäcksler wieder in den Vordergrund rücken; es wird sehr wahrscheinlich eine „Feldhäckslerbewegung mit neuem Vorzeichen“ entstehen, wie BRENNER [8] sie erst kürzlich beschrieben hat. Es ist sogar denkbar, daß der Feldhäcksler für europäische Verhältnisse auf Grund der hier schwierigeren klimatischen Bedingungen auf sehr lange Sicht eine relativ größere Bedeutung erlangen wird als in den USA. Es ist dazu denkbar, daß der zum Beispiel in Deutschland vorhandene sehr große und zum Teil auf Häckselbetrieb umrüstbare Ladewagenpark diese Entwicklung beschleunigt [8]. Da dieser Park jedoch vornehmlich aus Einachswagen besteht, müßte die Entwicklung sich besonders mit Anbaufeldhäckslern befassen, wenn diese Chance ausgenutzt werden soll.

8. Brikettierverfahren

Im Gegensatz zum Feldhäckslerverfahren steht ein für europäische Verhältnisse brauchbares Feldbrikettierverfahren heute noch nicht zur Verfügung. An seiner Entwicklung arbeitet jedoch eine ganze Reihe in- und ausländischer Firmen. Genau wie die bisher in Berg- und Talform verlaufene Feldhäcksler-Entwicklung Jahrzehnte benötigte, bevor sie vielleicht im kommenden Jahrzehnt in Europa ihre



Bild 8: Vergleich zwischen Normaldruck-Brikett (oben, 32 × 32 × 60 mm) und Wickelbrikett (unten, 90 mm Ø, 60 mm lang)

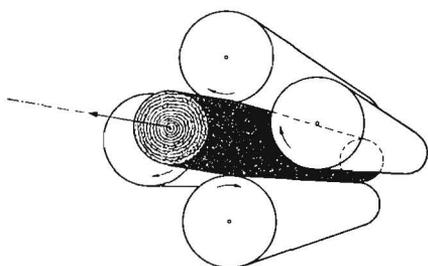


Bild 9: Wickelbrikettierverfahren (schematisch)



Bild 10: Aufsammel-Brikettiermaschine für Normaldruck-Briketts (Werkbild John Deere)



Bild 11: Aufsammel-Brikettiermaschine für Wickelbriketts (Werkbild Welger)

entscheidende Phase erreichen wird, so muß auch die Entwicklung der Brikettierverfahren über einen Zeitabschnitt von Jahrzehnten gesehen werden. Es bestehen außerdem große Unterschiede zwischen den feuchten Zonen Europas und den westlichen Zonen Amerikas, in denen die Brikettierung heute schon zu Hause ist; daher werden bei uns andere Brikettierverfahren benötigt werden, als sie dort heute üblich sind.

Die in den USA bisher ausschließlich verwendeten Normaldruck-Briketts (Bild 8, oben) lassen sich — wenn man von klebenden Zusatzmitteln absehen will — im Feldverfahren ohne Schwierigkeiten nur aus überwiegendem Luzerne- oder Kleeheu und nur bei einer Gutfeuchte von mindestens 20 bis 25 Prozent herstellen. Das Normaldruckverfahren (z. B. mit Kolben und Zylinder arbeitend) scheidet daher für europäische Verhältnisse für die Feldverfahren aus, denn es gibt hier bekanntlich wenig Klee und Luzerne, und auch eine gleichmäßige Felddrocknung auf die für die Lagerung von Briketts erforderliche Gutfeuchte von 15 Prozent ist praktisch nicht zu erreichen. Für die Feldbrikettierung kommen daher bei uns nur Brikettierverfahren in Betracht, die auch feuchtes Halmgut sicher verarbeiten können. Ein solches Verfahren ist beispielsweise das Wickelverfahren, bei dem das Halmgut zwischen mehreren Stahlwalzen etwa wie ein Teppich zu einem Strang aufgewickelt wird, der dann in einzelne Briketts zu zerteilen ist (Bild 8, unten, Verfahren Bild 9). Dieses Verfahren erlaubt ein Brikettieren von sehr feuchtem Halmgut (bis zu 80 Prozent), und es verlangt dazu einen geringeren Leistungsbedarf als das Normaldruckverfahren (7 bis 10 PS je t/h bei $\phi = 600$ bis 700 kg/m^3 und $U = 15$ Prozent). Bild 10 zeigt eine nach

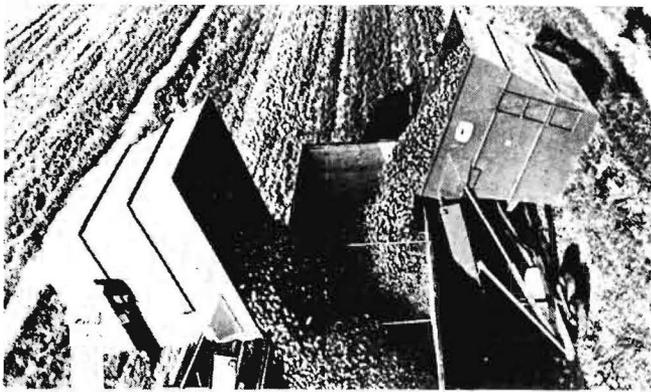


Bild 12: Umladen der schüttfähigen Normaldruck-Briketts
(Werkbild John Deere)

dem Normaldruckverfahren arbeitende selbstfahrende Aufsammlerbrikettiermaschine, Bild 11 eine nach dem Wickelverfahren arbeitende Maschine und Bild 12 die Handhabung von schüttgutähnlichen Normaldruck-Briketts. Einzelheiten zu beiden Verfahren sind mehreren kürzlich erschienenen Veröffentlichungen zu entnehmen [9; 10].

Infolge der Tatsache, daß bisher nur das Wickelverfahren das Brikettieren von feuchtem Gut erlaubt, kann im Feldverfahren auch nur damit gearbeitet werden. Umfangreiche Laborversuche eröffnen die Aussicht auf die Durchführung der unter „Brikettierverfahren“ in den Spalten 3 und 4 von Tafel 1 erwähnten Warmbelüftung oder Trocknung und der Silierung von Wickelbriketts auch unter praktischen Verhältnissen und in wirtschaftlichem Rahmen. Wie bereits oben beschrieben, hat das Silieren von Briketts gegenüber dem Silieren von Kurzhäcksel hinsichtlich der Silagequalität und hinsichtlich des Raumbedarfs in wichtigen Bereichen Vorteile erbracht; in Belüftungsanlagen ermöglichen die Briketts eine gleichmäßigere Verteilung und damit eine gleichmäßigere Durchströmung mit Trocknungsluft, als sie bei Häcksel zu erwarten ist. Beide Verfahrensketten erlauben darüber hinaus die volle Ausnutzung der Vorteile des Brikettierverfahrens:

- risikoarme Vortrocknung auf dem Feld,
- sehr gute, volle Mechanisierung der Handhabung und Verfütterung auf dem Hof,
- erhebliche Ersparnis an Transport- und Lagerraum (z. B. bei vorgewelkten Wickelbriketts unmittelbar nach der Befüllung 30...40 Prozent gegenüber Kurzhäcksel, bei trockenen Wickelbriketts 60...80 Prozent gegenüber Kurzhäcksel).

Mit dem Wickelverfahren kann man also unter Ausnutzung aller dieser Vorteile Briketts sowohl für die Bereitung von Trockenfutter als auch für das Silieren herstellen. Eine dafür geeignete Maschine — obwohl als Versuchsmaschine schon vorhanden (Bild 11) — wird der Praxis allerdings auf Jahre hinaus noch nicht zur Verfügung gestellt werden können. Zahlreiche Probleme sind vorerst noch zu lösen, wie beispielsweise eine ausreichende Durchsatzleistung der Maschine, oder die Frage, welche Möglichkeiten es gibt, um die Oberfläche der Wickelbriketts zu verbessern, die in der Regel wesentlich schlechter ausfällt, als die der Normaldruckbriketts. Sollte jedoch einmal eine störungsfrei und wirtschaftlich arbeitende und auch für europäische Verhältnisse geeignete Aufsammlerbrikettiermaschine auf dem Markt sein, so würde sie eine neue Entwicklungsphase auf dem Gebiet der Halmfütterernte einleiten; sie würde eine wesentliche qualitative und — soweit heute zu übersehen — auch eine wirtschaftliche Verbesserung der Halmfütterergewinnung ermöglichen, und sie würde neue, weit in die Zukunft reichende Perspektiven eröffnen.

Ein Nachteil des Feldbrikettierverfahrens mit anschließender Belüftung oder Trocknung liegt in den für die Brikett-



Bild 13: Fahrbare, stationär arbeitende Trocknungs- und Normaldruck-Brikettieranlage
(Werkbild Taarup)

Trocknung gegenüber der Trocknung von Lang- oder Häckselgut relativ höheren Trocknungskosten. Diesen Nachteil kann man bei den stationären Brikettierverfahren vermeiden, wobei das in Spalte 2 (Tafel 1) wiedergegebene Verfahren (Häckseln, Trocknen, Brikettieren) für Normaldruckbriketts in Frage kommt, weil das Halmgut dabei vor dem Brikettieren und zweckmäßigerweise auch vor dem Trocknen gehäckselt werden muß. Bei beiden Verfahren gibt man aber natürlich einen wesentlichen Teil der oben genannten Vorteile auf.

Stationäre Heißlufttrocknungsanlagen mit anschließender Brikettierung sind in den nordeuropäischen Ländern bereits in größerer Zahl im Einsatz. Neuerdings wird in Dänemark eine solche Anlage mit einer Trocknungsleistung von etwa 0,5 t je Stunde und einem Gewicht von 6 t sogar als fahrbare, aber stationär arbeitende Anlage angeboten (Bild 13). Kühne Erfinder träumen beim Anblick dieser Anlage bereits von einer selbstfahrenden Feldmaschine, die mäht, trocknet und brikettiert, ein vorläufig kaum zu verwirklichender Traum, vor allem, solange man an die Trocknung von Frischgut mit einem Feuchtegehalt von 70...80 Prozent denkt. Wenn das stationäre Brikettierverfahren mit vorangehendem Häckseln und Trocknen auch den grundsätzlichen Vorteil der relativ geringeren Trocknungskosten hat und wenn auch die Normaldruck-Brikettierung aus vorgewärmtem Halmfutter besonders gut durchzuführen ist, so ist es doch insgesamt ein so aufwendiges Verfahren, daß es nur für größere Betriebe oder als Gemeinschaftsanlage in Frage kommt. Obwohl es auch dort nur für Trockenfutter verwendet werden kann, wird es zweifellos in Zukunft weitere Beachtung und auch weiteren Entwicklungsaufwand verdienen.

9. Ausblick

Unter bewußtem Verzicht auf störende Details wurde in diesem Aufsatz versucht, einen Überblick über die langfristige Entwicklung der Halmfüttererntemaschinen — so wie sie heute gesehen werden kann — zu geben. Auf dem Gebiet der Mechanisierung der Halmfütterernte ist noch eine Fülle von Aufgaben zu lösen. Diese Aufgaben können in befriedigender Weise nur gelöst werden, wenn es Landtechnikern, Betriebswirten und Biologen in Zukunft gelingt, enger als bisher zusammenzuarbeiten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß auf dem Gebiet der Halmfütterernte in Zukunft viele Verfahren und Maschinen nebeneinander ihre Existenzberechtigung haben werden. Aufgrund der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und ihrer Folgen werden jedoch auf lange Sicht nur diejenigen Verfahren und Maschinen zu größerer Bedeutung gelangen, die einen einfachen und übersichtlichen Aufbau bieten können und die bei geringen Verlusten eine volle und wirtschaftlich günstige Mechanisierung ermöglichen. Zu

diesen Verfahren wird in erster Linie das Feldhäckselverfahren und später vielleicht einmal das Brikettierverfahren gehören.

Schrifttum

- [1] CLAUS, H. G. und G. BANTHJEN: Mähen, Aufbereiten und Werben von Helmfutter. Landtechnik 24 (1969) S. 222—226.
- [2] WIENEKE, F.: Probleme der Halmfutterernte und Konservierung. Grundl. d. Landtechnik 16 (1966) S. 9—17.
- [3] WIENEKE, F.: Neue Erfahrungen und Entwicklungen in der Halmfuttergewinnung. Landtechnik 23 (1968) S. 374—379.
- [4] ZIMMER, E.: Der Einfluß der mechanischen Aufbereitung auf die Silierfähigkeit von Halmfutter. Grundl. d. Landtechnik 17 (1967) S. 197—202.
- [5] ZIMMER, E. und H. HONIG: Brikettierung und Gärfutterbereitung. Mitteilungen der DLG 83 (1968) S. 1622—1626.
- [6] SEGLER, G.: Stand der Heublüftungstechnik. Landtechnik 24 (1969) S. 246—250.
- [7] WEIDINGER, A.: Die Grenzen des Ladewageneinsatzes. Landtechnik 22 (1967) S. 270—275.
- [8] BRENNER, W. G.: Das Einwagenverfahren beim Feldhäckseln. Landtechnik 23 (1968) S. 826—835.
- [9] MATTHIES, H. J.: Verfahren und Aussichten der Heubrikettierung. Mitteilungen der DLG 83 (1968) S. 1615—1618.
- [10] SCHEFFLER, E.: Die Entwicklung des Heu-Brikettierverfahrens in den USA. Landtechnik 24 (1969) S. 241—246.

Angewandte Verfahrenstechnik bei der mechanischen Ernte von Gemüse

Eberhard Moser

Abteilung für Technik im Obst-, Gemüse- und Weinbau, Universität Hohenheim

Die stürmische technische Entwicklung der vergangenen 15 Jahre in der Landwirtschaft wirken sich nun auch auf das lange vernachlässigte Gebiet der Sonderkulturen aus. Während in der Landwirtschaft die Herstellungsverfahren für die Gewinnung von tierischen und pflanzlichen Produkten weitgehend mechanisiert sind, stehen wir im Obst-, Gemüse- und Weinbau noch am Anfang dieser Entwicklung. Dieser Prozeß wird sich jedoch in wesentlich kürzerer Zeit vollziehen, denn er erhält durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften, die steigenden Löhne, die dadurch bedingten hohen Produktionskosten und den wachsenden Konsum dieser Gartenbauprodukte ständig neuen Auftrieb. Wir müssen deshalb vor allem diejenigen Bemühungen intensivieren, welche die Mechanisierung solcher Arbeiten zum Ziele haben, die einen hohen Prozentsatz des gesamten Arbeitsaufwandes bei der Erzeugung gartenbaulicher Konsumgüter ausmachen.

1. Einleitung

Bei den Arbeitsabläufen für die Produktion von Gemüse handelt es sich, wie G. SEGLER am Beispiel für die Gewinnung von landwirtschaftlichen Gütern ausführt, um verfahrenstechnische Anlagen [1]. Diese Anlagen enthalten Einrichtungen für die Grundverfahren Trennen, Klassieren, Fördern, Konservieren und Lagern. Im Feldgemüsebau sind gegenüber der Landwirtschaft bis heute nur ganz vereinzelt ununterbrochene, mechanisierte Arbeitsabläufe von der Saat über die Pflanzenpflege und Ernte bis zur Lagerung und Konservierung verwirklicht (beispielsweise bei der Produktion von grünen Bohnen). Die Prozeßfolge im Produktionsverfahren wird meistens bei den Erntearbeiten unterbrochen. Diese Arbeiten machen aber, wenn sie von Hand ausgeführt werden müssen, durchschnittlich 50 Prozent der Erzeugungskosten aus. In diesem Beitrag sollen deswegen aus der Sicht der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik die Möglichkeiten der Erntetechniken im Feldgemüsebau sowie die dabei zur Anwendung kommenden Verfahren untersucht werden.

Der Bedarf an Gemüse in der Bundesrepublik von jährlich etwa 3 Mill. t wird zu etwa je einem Drittel durch den Selbstversorgeranbau, den Feldgemüsebau und durch Einfuhren gedeckt [2]. Der Feldgemüsebau beschränkt sich wegen der großflächigen Anbaumöglichkeiten und durch die klimatischen Verhältnisse in unseren geographischen Breiten vor allem auf die Erzeugung von Kopfkohl, Spinat, Erbsen, Bohnen, Möhren und Sellerie. Der Verbrauchermarkt an diesen Gemüsearten wird nahezu ganz durch die

inländische Erzeugung versorgt [3]. Dagegen mußten die Importe von Kopfsalat, Gurken, Spargel, Rosenkohl, Blumenkohl, Zwiebeln und Tomaten gesteigert werden. Das ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß gerade bei diesen Gemüsearten die Erntearbeiten bis jetzt nicht zufriedenstellend mechanisiert werden konnten. Einen wesentlichen Einfluß auf diese Entwicklung nimmt aber auch die weiterverarbeitende Industrie, denn der Marktanteil von konserviertem Gemüse ist in den letzten Jahren enorm angestiegen.

2. Die Mechanisierung der Gemüse-Ernte

Die Mechanisierung der Erntearbeiten von Gemüse wurde lange Zeit, nicht nur bei uns, sondern auch in den USA und der Sowjetunion, für unmöglich gehalten. Die Schwierigkeiten liegen, wie Tafel 1 zeigt, im uneinheitlichen Reifezeitpunkt der Früchte und ihrer ungleichmäßigen Verteilung an der Pflanze. Große Probleme stellen auch die oft hohen notwendigen Trennkräfte zwischen Frucht und Pflanze und die geringen zulässigen mechanischen und thermischen Beanspruchungen dar. Zudem darf bei mehrmaligen Erntegängen die zurückbleibende Pflanze nicht beschädigt werden. Nach Tafel 1 sind Gemüsearten, welche ein einmaliges Abernten einjähriger Pflanzen zulassen und bei denen das Erntegut gegen mechanische und thermische Belastungen unempfindlich ist, für eine Mechanisierung der Erntearbeiten gut geeignet. Gemüse, das ungleichmäßig reift, erfordert mehrere Erntegänge, wodurch kleinere Gesamternteleistungen der Maschine bedingt sind und das Ernteverfahren meist unwirtschaftlich wird. Erntemaschinen, welche diesen Forderungen gerecht werden, müssen die Früchte nach den unterschiedlichsten physikalischen Faktoren auswählen beziehungsweise klassieren, dann trennen, transportieren und lagern, ohne die Frucht oder Pflanze zu beschädigen. Das erfordert sehr aufwendige Konstruktionen bei verhältnismäßig geringen Stückzahlen, denn für nahezu jede Gemüseart müssen verschiedene Ernteverfahren angewendet werden. Biologen und Genetiker bemühen sich seit geraumer Zeit mit Erfolg, durch entsprechende Züchtungen und Kulturmaßnahmen, beispielsweise bei Tomaten und Bohnen, geeignete Sorten für die mechanische Ernte zu entwickeln.

Tafel 2 zeigt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Erntetechnik im In- und Ausland. Es bestehen für nahezu alle Gemüsearten technische Lösungen für die Mechanisierung der Erntearbeiten. Die Anwendung dieser Ernteverfahren ist in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich und wird durch wirtschaftliche Faktoren wie Arbeitskräfte,