

# Möglichkeiten und Grenzen der Häcksel- und Preßgutlinien in der Heuernte<sup>1</sup>

Prof. Dr. habil. R. THURM\*

## Allgemeiner Vergleich der Ernteverfahren

Bei der Stroßbergung und der Ernte von Futterpflanzen unterscheiden wir entsprechend der Bearbeitung des Gutes mit der Erntemaschine zwischen Langgut, Preßgut und Häcksel.

Langgut ist langes, nicht verdichtetes und nicht zerkleinertes Erntegut. Preßgut ist unterschiedlich verdichtet und gebunden. Häcksel ist zerkleinertes Gut. Die Häcksellängen können hinsichtlich Länge und Gleichmäßigkeit je nach dem verwendeten Häcksel verschieden sein.

Schlüsselmaschine für die Ernte von Langgut ist bei uns der Mähader, in den westlichen Ländern — vor allem in Westdeutschland — der Ladewagen. Für die Ernte von Preßgut werden zunehmend an Stelle der Niederdruckpressen Hochdruckpressen eingesetzt, weil sie die Vorteile des Preßgutes erst voll zur Wirkung kommen lassen und durch ungestapeltes Laden und Einlagern weniger Handarbeit als Niederdruckballen erfordern. Für Häckselgut werden Scheibenrad- und Trommelhäcksel, Schlegelnerter und Aufsammlerschneid-gebläse eingesetzt. In dem Maße, wie es gelingt, Kosten und Störanfälligkeit beim Einsatz der gleichmäßig schneidenden Häcksel zu verringern, wird die Bedeutung der Aufsammlerschneid-gebläse und Schlegelnerter zurückgehen.

Langgut und die Verwendung der entsprechenden Maschinen haben ricklängige Tendenz auch bei der Heuernte. Das ist auf eine Anzahl technologischer Nachteile zurückzuführen. Langgut ist sperrig und führt zu schlechter Ausnutzung des Transport- und Lagerraumes. Das Stapeln von Langgut auf dem Transportfahrzeug und im Lagerraum ist schwere körperliche Arbeit. Die Leistung der Arbeitskräfte begrenzt die Maschinenleistung. Das Entladen und Beschieken der Förder-einrichtungen, wie zum Beispiel der Gebläse, ist Handarbeit. Auch durch Greiferwerkzeuge läßt sich die Arbeitsproduktivität bei diesem Teilarbeitsgang nicht wesentlich erhöhen. Es gelingt durch Wurfbänder oder an vollkommensten mit Ladewagen, die Ladearbeiten ohne Handarbeit durchzuführen. Das Entladen und Einlagern des Heues wird dadurch weiter erschwert. Diese Erscheinungen führen dazu, daß Ladewagen, die man auf Grund ihrer niedrigen Kosten in Westdeutschland heute in großem Umfang einsetzt, zunehmend mit Einrichtungen zum Zerkleinern des Gutes ausgestattet werden, um Entladen und Einlagern zu erleichtern und zu beschleunigen.

Auf Grund der hier genannten technologischen Mängel des Langgutes kann man damit rechnen, daß zukünftig nur noch Preßgut und Häcksel Bedeutung haben werden. Auch die Verfahren mit dem Heckschiebesammler dürften nur in einigen Sonderfällen zukünftig bedeutungsvoll sein. Auf diese Sonderfälle haben EBERHARDT [1] und STOLZENBURG [2] ausführlich hingewiesen.

Preßgut wird — wie vorher erwähnt — zunehmend mit Hochdruckpressen hergestellt, vor allem seitdem wir wissen, daß Hochdruckballen belüftet werden können.

Hochdruckballen führen zu einer besseren Ausnutzung des Transport- und Lagerraumes als Niederdruckballen. Hochdruckballen sind beständiger, und es ist die Möglichkeit gegeben, ungestapelt zu laden und einzulagern.

Ein alter arbeitswirtschaftlicher Grundsatz besagt, daß jedes irgendwie verpackte Ernteprodukt — dazu gehört auch Ballenheu — günstigere technologische Eigenschaften besitzt als loses Gut [3]. Das hat schließlich einen geringeren Arbeitszeitaufwand bei Ballen gegenüberlosem Gut zur Folge.

In Tafel 1 ist der Arbeitszeitaufwand für Langheu und Ballenheu gegenübergestellt worden. Langgut und Ballen ver-

ursachen beide in mehr oder weniger großem Umfang Handarbeit. Solange aber noch Handarbeit zu leisten ist, führen Ballen zu einem niedrigeren Arbeitszeitaufwand als loses Gut. Die angegebenen Zahlen über den Arbeitszeitaufwand stammen zum Teil aus Ergebnissen, die EBERHARDT veröffentlicht hat, zum Teil aus Untersuchungen, die SCHRÜDER an unserem Institut durchführte. Es ist notwendig, nicht nur den Arbeitszeitaufwand für Ernte und Einlagerung, sondern auch den der Entnahme des Heues und des Transports in den Stall und die Verteilung des Heues im Stall selbst bei der Beurteilung der verschiedenen Verfahren zu berücksichtigen. Uns scheint es richtig, Vergleiche in dieser Weise durchzuführen, denn es hat wenig Sinn, bei der Heuernte selbst Arbeitszeit einzusparen, wenn sich dann zusätzliche Erschwernisse bei der Fütterung des Heues ergeben.

## Vor- und Nachteile der Häckselwirtschaft und das dafür benötigte Maschinensystem

Feldhäcksel wurden ursprünglich zur Grünfütterernte eingesetzt. Zunehmende Bedeutung haben sie mit der Ausdehnung der Gärfutterbereitung erfahren. Durch den Feldhäcksel wird ein Schüttgut hergestellt, das günstige Voraussetzungen für die Mechanisierung der Ernte und Einlagerung des Erntegutes bietet. Das und die Bestrebungen, die Einsatzzeit auch dieser Maschinen auszudehnen, haben zum Einsatz des Feldhäckselers in der Stroß- und Heuernte geführt. Die Beurteilung, die der Feldhäckselereinsatz hier erfährt, ist unterschiedlich. Die Gründe dafür sind verschieden:

1. Das Häckseln führt zu zusätzlichen Verlusten bei der Heuernte.
2. Die Ausnutzung der Transportfahrzeuge ist geringer als bei Ballen.
3. Das Maschinensystem ist nicht vollkommen.

Stellt man den Arbeitszeitaufwand für Ballen- und Häckselheuernte gegenüber (Tafel 2), so ergibt sich, daß Häckseln des Heues nur dann zu einem geringeren Arbeitszeitaufwand führt, wenn Einlagerung und Fütterung mechanisiert sind. Solange beim Abladen noch körperliche Arbeit notwendig ist, sind Ballen zweckmäßiger als Häcksel. Bisher steht aber den landwirtschaftlichen Betrieben kein Maschinensystem zur Verfügung, das eine vollständige Mechanisierung aller Arbeiten zuläßt.

Die Maschinen eines solchen vollständigen Maschinensystems sind Feldhäcksel, großvolumige Transportfahrzeuge, Vor-

Tafel 1. Arbeitszeitaufwand [Akh/ha] Ballenheu — Langheu (Halbheu)

|                              | Laden | Transport | Einlagern | Füttern | Gesamt |
|------------------------------|-------|-----------|-----------|---------|--------|
| Mähader                      | 8,8   | 2,2       | 5,9       | 27,0    | 43,9   |
| Schiebesammler, Kran         | 3,6   | 2,2       | 5,9       | 27,0    | 38,7   |
| Sammelpresse                 | 4,7   | 1,6       | 4,0       | 19,2    | 29,5   |
| Hochdruckpresse              | 4,3   | 1,0       | 3,0       | 16,0    | 24,3   |
| Hochdruckpresse-Ballenwerfer | 1,2   | 1,2       | 3,0       | 16,0    | 21,4   |

Tafel 2. Arbeitszeitaufwand [Akh/ha] Ballenheu — Häckselheu

|                        | Laden | Transport | Einlagern | Füttern | Gesamt |
|------------------------|-------|-----------|-----------|---------|--------|
| Hochdruckpresse        |       |           |           |         |        |
| Ballen gestapelt       | 4,3   | 1,0       | 3,0       | 16,0    | 24,3   |
| Hochdruckpresse        |       |           |           |         |        |
| Ballen nicht gestapelt | 1,2   | 1,2       | 1,7       | 16,0    | 20,1   |
| Feldhäckselr           |       |           |           |         |        |
| Handarbeit             | 3,8   | 1,9       | 3,8       | 16,0    | 25,5   |
| Feldhäckselr           |       |           |           |         |        |
| vollmechanisiert       | 1,7   | 1,5       | 0,4       | 6,0     | 9,6    |

\* Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden

<sup>1</sup> Aus einem Referat auf der Fachtagung in Magdeburg am 20. und 21. September 1966

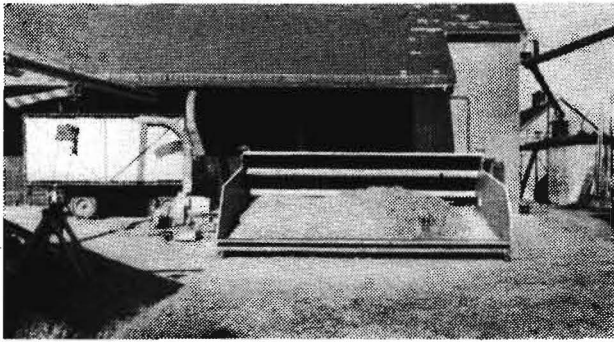


Bild 1. Vorratsförderer DoDS-7

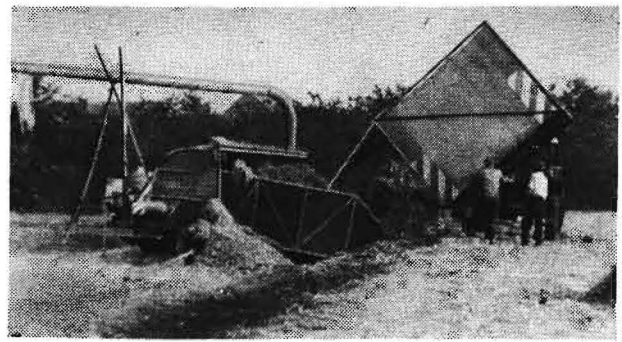


Bild 2. Abkippen von Leichthäcksel auf den Vorratsförderer DoDS-7

ratsförderer, Fördergebläse, Ladegerät zum Beladen des Futtermittelverteilungswagens sowie Futtermittelverteilungswagen.

Wenn ein solches Maschinensystem bereitsteht — Feldhäcksler und großvolumige Transportfahrzeuge haben wir, wenn sie auch hinsichtlich Funktionstüchtigkeit noch nicht voll befriedigen — bringt der Einsatz des Feldhäckslers Vorteile. Der Vorratsförderer DoDS-7 (Bild 1 und 2) befindet sich mit dem Fördergebläse FG 35 in der Prüfung. Ein von SCHRÖDER [4] an unserem Institut entwickelter Vorratsförderer ist in mehreren Exemplaren im Einsatz. Das Ladegerät zum Beladen des Futtermittelverteilungswagens ist als Funktionsmuster vorhanden. Ob für diesen Teilarbeitsgang der Einsatz der Silofräsen möglich ist, muß die Prüfung ergeben. Die Serienfertigung des Futtermittelverteilungswagens wird von der landwirtschaftlichen Praxis seit Jahren erwartet. Über die Möglichkeiten, mit dem Futtermittelverteilungswagen Heu im Stall zu verteilen, hat SCHRÖDER [5] berichtet.

Für das Entladen von Häcksel sind zwei verschiedene technische Lösungen von praktischer Bedeutung:

1. Abladen mit Selbstentladewagen in Gebläse — Fließentladung,
2. Abladen mit Kipper auf Vorratsförderer, Dosieren in Gebläse — Momententladung.

Mit dem Vorratsförderer und dem Fördergebläse werden Leistungen von 10 t/h erreicht, so daß mit einem Maschinensystem von 2 Feldhäckslern, Transportfahrzeugen entsprechend der Transportentfernung und einem Vorratsförderer mit Gebläse eine Verfahrleistung von 8 t/h erreicht werden kann. Diese Leistungen wurden sowohl mit dem Gerät aus der ČSSR als auch mit dem an unserem Institut gebauten Vorratsförderer erreicht.

Die Zweckmäßigkeit der Verwendung so aufwendiger Einrichtungen zum Abladen und Einlagern von Häcksel ist in letzter Zeit mehrfach diskutiert worden. Immerhin sind zur Anschaffung eines Vorratsförderers und eines entsprechend leistungsfähigen Gebläses etwa 18 000,— MDN erforderlich. Es ergeben sich daraus aber eine ganze Reihe von Vorteilen:

- a) Momententladung des Transportfahrzeuges, z. B. durch Kippen, ist möglich. Dadurch werden die Verlustzeiten reduziert, die Ausnutzung der Transportfahrzeuge verbessert und Transportfahrzeuge eingespart.
- b) Durch die Momententladung werden die Stillstandszeiten für Traktoren und Anhänger bedeutend verkürzt.
- c) Das Gut wird vollmechanisch dem Gebläse zugeführt, so daß schwere körperliche Arbeit entfällt.
- d) Durch die gleichmäßige, pausenlose Zuführung des Häcksel zum Gebläse wird die Durchsatzleistung des Gebläses in der Durchführungszeit erhöht. Beim Einsatz des FG 25 wurde durch den Vorratsförderer die Leistung in der Durchführungszeit verdoppelt.

Häufiges Umsetzen der Maschinen von einem Abladeort zum anderen ist nicht möglich. Daraus ergibt sich eine ganz bestimmte Abgrenzung der Einsatzmöglichkeiten dieser Maschinen, auf die später noch eingegangen werden soll.

## Über die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren

Kostenkalkulationen für die Maschinen der Häcksel- und Preßgutlinie sind nicht frei von Fehlern, da bei einigen Maschinen genaue Untersuchungen der Instandhaltungskosten noch fehlen. Es ist notwendig, die Kosten für Heuernte und Strohbergung gemeinsam darzustellen, da beides im allgemeinen mit dem gleichen Maschinensystem durchgeführt werden muß, wenn man niedrige Kosten erzielen will.

In Bild 3 sind die Kosten von der Heubergung über die Einlagerung bis zur Verteilung in die Futterkrippe dargestellt. Bei der Ernte mit der Hochdruckpresse ist bei der

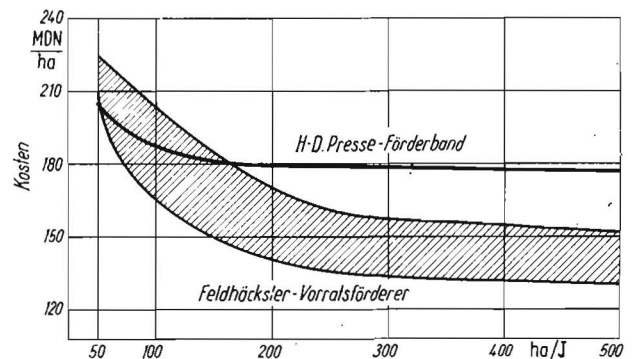


Bild 3. Kosten der Heu- und Strohbergung

Kostenkalkulation die Einlagerung über ein Förderband vorgesehen. Die Kosten der Ernte mit dem Feldhäcksler sind abhängig von der Art des verwendeten Feldhäckslers. Gleichmäßig schneidende Feldhäcksler haben eine Reihe technologischer Vorteile. Sie verursachen aber auch höhere Kosten als zum Beispiel das Aufsammeleschnidgerbläse. Die obere Kurve des schraffierten Bereiches stellt die Kosten beim Einsatz eines Trommelfeldhäckslers, die untere beim Einsatz des Aufsammeleschnidgerbläses dar. Daraus kann keine Empfehlung zur grundsätzlichen Verwendung des Aufsammeleschnidgerbläses abgeleitet werden. Bei der Auswahl des geeigneten Feldhäckslers sind weitere Gesichtspunkte zu beachten [6], auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Vergleicht man Ballen- und Häckselheubergung, so ergibt sich, daß die höchsten Kosten beim Häckseln entstehen, wenn beim Abladen und Einlagern und beim Transport in der Viehwirtschaft in großem Umfange Handarbeit aufgewendet werden muß. Unter diesen Bedingungen sind Ballen besser geeignet als Häcksel.

Häcksel erweist sich hinsichtlich der Kosten erst wirtschaftlich überlegen, wenn alle Vorgänge mechanisiert sind und keine schwere körperliche Arbeit mehr geleistet werden muß. Bei geringer Jahresdurchsatzmenge führen Ballen zu geringeren Kosten als Häcksel.

Nach diesem Ergebnis muß der am Anfang wiedergegebene Grundsatz abgewandelt werden. Man kann jetzt sagen, Ballen sind günstiger als loses Gut, zum Beispiel als Häcksel, solange noch Handarbeit notwendig ist. Will man die Arbeiten ganz ohne schwere körperliche Arbeiten erledigen, ist Häcksel besser geeignet als Ballen. Damit ist eine weitere Abgrenzung der Einsatzmöglichkeiten der beiden Maschinensysteme gegeben.

Vollmechanisierung oder gar Automatisierung der Fütterung, wie man sie für Gärfutter heute anstrebt und auch bei Heu erreichen kann, setzen Heuhäcksel voraus.

Bezüglich der Höhe der Verluste bei der Heuernte mit den verschiedenen Maschinensystemen fehlen noch vergleichende Untersuchungen. KRAUSE-BERGMANN [7] hat nachgewiesen, daß der Anteil der zerschlagenen Pflanzenteile vom Wassergehalt des Gutes abhängig ist. Deshalb empfiehlt man heute den Feldhäckselereinsatz zur Heuernte nur für angewelktes Gut, das auf Kaltlufttrocknungsanlagen auf Lagerfähigkeit getrocknet wird. Bei Blattheu ist selbst bei einem Wassergehalt von 40 bis 45 % das Blatt bereits so trocken, daß Verluste entstehen. STOLZENBURG [8] schreibt dazu: „Auch bei der Bergung blattrreichen Halbheues wird augenscheinlich ein großer Teil der Blätter von den Stengeln getrennt und gelangt bei Windeinwirkung nicht vollständig auf den Anhänger“. Lediglich wenn man bei Taufechte in den frühen Morgenstunden erntet, kann Feldheu für die nachfolgende Kaltlufttrocknung mit dem Feldhäcksel geerntet werden. Die Wasseraufnahme während der Nacht erfolgt vor allem beim Blatt, so daß die Blätter wieder elastisch werden.

Schließlich muß berücksichtigt werden, daß die Feldhäcksel mit ihren Nachfolgeeinrichtungen zur Heuernte, Strohernte und Grünfütterernte, die Pressen lediglich zur Heuernte und Strohernte eingesetzt werden können.

### Empfehlungen für Forschung und Praxis

Die Tatsache, daß kein uneingeschränkter Einsatz des Feldhäckselers zur Heuernte möglich ist, andererseits aber Lagerung, Transport und Verteilung von Ballen noch schwere körperliche Arbeit erfordern, veranlaßt zu Untersuchungen in zweierlei Richtung:

- Die Heubrikettierung als ein Verfahren, bei dem durch Herstellung von Schüttgut eine vollständige Mechanisierung und durch Kompaktierung Raumeinsparung und Verlustminderung erzielt werden, weiterzuentwickeln. Diese Arbeiten gehören in die Forschungs- und Entwicklungsstellen.
- An Stelle von Heu Gärfutter herstellen. Die technischen Probleme sind bei der Ernte der Futterpflanzen zur Gärfutterbereitung viel einfacher als bei der Heuernte. WIENECKE [9] charakterisiert die Entwicklung in den USA mit folgenden Worten: „Aus den Produktionszahlen von Erntemaschinen der letzten Jahre läßt sich aber folgern, daß ein immer größerer Teil der Futterpflanzenmenge gehäckselt und einsilrt wird... Als Ursachen dafür werden die perfekte Mechanisierung der Häckselkette bis zur Fütterung und die Verminderung der Verluste genannt.“ Die Kosten der Nährstoffeinheit sind im Gärfutter niedriger als im Heu (Tafel 3). Es muß den Betrieben empfohlen werden, die Heuernte zugunsten der Gärfutterbereitung einzuschränken. Die Grenze, die dieser Entwicklung zu ziehen ist, muß vom Standpunkt der Tierzüchtung und Tierernährung gezogen werden. Vom technologischen und ökonomischen Standpunkt aus sollte sie möglichst weit zugunsten des Gärfutters verlaufen, weil bei der Ökofutterbereitung Verluste und Kosten geringer sind als bei der Heuernte.

Schließlich sind eine Reihe von Arbeiten an den Schlüsselmaschinen der beiden Systeme erforderlich. Bei den Hoch-

druckpressen müssen die Kosten für das Bindematerial gesenkt werden. POPOV [10] hat unter anderem dazu Untersuchungen durchgeführt.<sup>2</sup> Bei den Feldhäckselern ist zu untersuchen, ob die Verluste vorzugsweise durch das Häckseln oder durch das Fördern entstehen und welche Möglichkeiten gegeben sind, durch zweckentsprechende Förderung und Lagerung die Verluste zu senken.

Beim derzeitigen Stand der Entwicklung der Maschinensysteme für Häcksel und Ballen können der Praxis folgende Empfehlungen gegeben werden:

Voraussetzungen für die Heuernte mit dem Feldhäcksel:

- Vollständige Mechanisierung der Entladung und Einlagerung sowie der Verteilung des Heues im Stall.
- Konzentration der Lagerung des Heues, so daß kein häufiges Umsetzen der Maschinen für das Entladen und Einlagern erforderlich ist.
- Auch das Stroh wird mit dem Feldhäcksel geerntet, um die Maschinen möglichst gut auszunutzen.
- Der Einsatz des Feldhäckselers ist nur für Heu aus Gräsern zu empfehlen, das auf Kaltlufttrocknungsanlagen getrocknet wird.

Unter allen anderen, nachfolgend genannten Bedingungen ist das Pressen des Heues vorzuziehen:

- Die Verhältnisse im Stall erfordern Transport und Verteilung des Heues von Hand.
- Die Haltung der Tiere in einer größeren Anzahl kleinerer Ställe ermöglicht keine konzentrierte Lagerung des Heues.
- Das Heu wird vorzugsweise oder ausschließlich von blattrreichen Futterpflanzen gewonnen.
- Für schwierige Transportverhältnisse bzw. lange Transportstrecken sind Ballen besser geeignet als Häcksel.

Für den praktischen Betrieb sind aber nicht nur diese Gesichtspunkte, sondern vor allem die Einsatzsicherheit der Maschinen, die sich im Verhältnis der Leistung in der Grundzeit zur Leistung in der Durchführungszeit ausdrückt, entscheidend. Die Einsatzsicherheit der einzelnen Maschinen wird weitgehend die Zweckmäßigkeit des Verfahrens bestimmen.

### Literatur

- EBERHARDT, M.: Technologische Einschätzung neuer Heuernteverfahren. Die Deutsche Landwirtschaft 15 (1964) H. 5, S. 238 bis 243
- STOLZENBURG, W. L. / W. SCHULZ: Die Mechanisierung der Halmfuttermittelherstellung und -ernte. WTF 6 (1965) H. 11, S. 514 bis 519
- PREUSCHEN, G.: Arbeitersparnis durch zweckmäßige Gebäude. Berlin 1942
- SCHRÖDER, E.: Die Verwendung von Vorratsförderern zum Abladen von Leichthäcksel. Deutsche Agrartechnik 13 (1963) H. 10, S. 461 und 462
- SCHRÖDER, E.: Probleme der Innenmechanisierung bei der Häckselwirtschaft. Die Deutsche Landwirtschaft 15 (1964) H. 7, S. 326 bis 328
- THURM, R.: Die Einsatzmöglichkeiten von Feldhäckselern verschiedener Bauarten. Deutsche Agrartechnik 12 (1962) H. 7, S. 306 bis 311
- KRAUSE-BERGMANN, P.: Der Einsatz des Feldhäckselers unter Berücksichtigung neuer Bauarten. Stuttgart 1961
- STOLZENBURG, W. L. / H. EICHELBAUM: Arbeitsergebnisse beim Einsatz der Feldhäcksel E 065. Die Deutsche Landwirtschaft 15 (1964) H. 7, S. 328 bis 331
- WIENECKE, F.: Die Halmfrüchtereinte in den USA. Landbauforschung 15 (1965) H. 1, S. 39 bis 46
- POPOV, K.: Untersuchungen des Preßvorganges bei Sammelpressen. Dissertation, Sofia 1965 A 6675

<sup>2</sup> s. a. H. 3/1967, S. 134

Tafel 3. Kosten der Futterernte und Futterkonservierung in MDN. je StE (Stärkeinheit)

|                      |      |                    |      |
|----------------------|------|--------------------|------|
| Gerüsttrocknung      | 0,33 | Kaltlufttrocknung  | 0,20 |
| Bodentrocknung       | 0,30 | Gärfutterbereitung | 0,15 |
| Technische Trocknung | 0,30 |                    |      |