

Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues
Direktor: Prof. Dr. Dr. P. Rintelen

Institut für Landtechnik
Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. G. Brenner
Weißenstephan

B e r i c h t
über den
Forschungsauftrag

"Untersuchungen über die Mechanisierungsmöglichkeiten und die betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen der Heubelüftung"

Sachbearbeiter:
Dr. agr. Manfred Rahmann
Dipl.-Ing. Rudolf von Ow

März 1960

I n h a l t

| | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Einleitung | 1 |
| A. Allgemeine Grundlagen | 3 |
| I. Voraussetzungen für die Versuchsarbeiten | 3 |
| 1. Erstellung und technische Daten der Belüftungsanlagen | 3 |
| 2. Beschaffung der Maschinen | 6 |
| 3. Witterungsverhältnisse im Zeitraum der Versuchsarbeiten | 8 |
| II. Untersuchungsmethodik | 12 |
| 1. Die Durchführung der Versuchsarbeiten | 12 |
| 2. Die Ermittlung des Arbeits- und Zugkraftaufwandes | 13 |
| 3. Feststellung von Ertrag, Wasser- und Nährstoffgehalt | 19 |
| B. Technische Ergebnisse der Untersuchungen | 22 |
| I. Leistungsvermögen, Eignung und Kraftbedarf verschiedener Heuwerbungsmaschinen | 22 |
| 1. Zwischenbearbeitungsgeräte | 22 |
| 2. Lademaschinen | 24 |
| 3. Fördermaschinen | 31 |
| II. Betrieb der Belüftungsanlagen | 39 |
| 1. Einlagerung | 39 |
| 2. Belüftung | 47 |
| 3. Statischer Druck | 57 |
| C. Betriebswirtschaftlicher Vergleich von Heubelüftung, Bodentrocknung und Grassilagegewinnung | 58 |
| I. Arbeitswirtschaftliche Ergebnisse | 58 |

| | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Mähen und Zwischenbearbeitung | 58 |
| 2. Ladearbeiten | 60 |
| 3. Abladen und Einlagerung | 63 |
| 4. Transport und Wagenauslastung | 66 |
| 5. Gesamter Arbeits- und Zugkraftaufwand bei zwei Schnitten und verschiedenen Arbeits- verfahren | 69 |
| 6. Auswahl des geeigneten Arbeitsverfahrens | 73 |
| | |
| II. Erträge und Verluste | 74 |
| 1. Erträge | 75 |
| 2. Verluste an Trockenmasse | 75 |
| 3. Verluste an Einzelnährstoffen | 84 |
| | |
| III. Kostenberechnung und -vergleich | 88 |
| 1. Berechnungsgrundlagen | 88 |
| 2. Höhe der Fruchtspezifischen Kosten | 91 |
| | |
| Zusammenfassung | 97 |
| | |
| Literaturverzeichnis | 100 |

Einleitung

Im Jahre 1958 wurden von der im Bundesgebiet zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Nutzfläche von 14,2 Mill. ha (49) 5,6 Mill. ha = 40 % als Wiesen oder Weiden (einschließlich Streuwiesen) genutzt. Werden zu dieser Fläche noch die Futterpflanzen des Ackerlandes ohne Futterhackfrüchte gezählt, so ergeben sich 6,636 Mill. ha oder 47 % der LN, die der Rauhfuttermengewinnung dienen. Der wirtschaftliche Erfolg der meisten landwirtschaftlichen Betriebe ist also in sehr starkem Maße davon abhängig, ob es gelingt, die anfallenden Futtermengen möglichst rationell dem Tiermagen und damit der Veredelung zuzuführen. Reduzierung des Ernteaufwandes und der Verluste können hierzu wesentlich beitragen.

Während im Sommer größtenteils die Grünverfütterung vorherrscht - aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen ist es des öfteren ratsam, auch andere Wege einzuschlagen - muß für den Winter das erforderliche Futter in Form von Silage und Heu konserviert werden. Die beiden bisher gebräuchlichen Ernteverfahren zur Heubereitung sind mit erheblichen wirtschaftlichen Nachteilen belastet. Bei der Bodenwerbung treten in der Regel durch unvorhergesehene Witterungseinflüsse beachtliche Trockensubstanzverluste ein. Außerdem ist in der letzten Phase der Abtrocknung eine mechanische Bearbeitung wegen stärkerer Bröckelverluste nicht anzuraten und daher vermehrter Handarbeitsaufwand notwendig. Demgegenüber sind die Trockensubstanzverluste bei der Reutertrocknung wesentlich geringer. Sie müssen aber mit einem hohen Handarbeitsaufwand erkauft werden. Mit der Einführung der Heubelüftung in Deutschland durch Professor Segler wurde es möglich, diese Schwierigkeiten zu beseitigen und das im Betrieb benötigte Heu sowohl mit relativ geringen Verlusten als auch arbeitssparend zu gewinnen.

Worin bestehen nun die Vorteile einer Heubelüftung oder welche Faktoren fördern ihre schnelle Verbreitung:

1. Arbeitersparnis:

Durch die Heubelüftung wird die Trocknungszeit im Freien um mindestens 1 - 2 Tage verkürzt und das Heu unter Dach fertig getrocknet. Die Zwischenbearbeitungsgänge, die für diesen Zeitraum notwendig gewesen wären, fallen daher fort. Außerdem können sämtliche Arbeitsgänge mechanisiert werden, weil das einzufahrende Futter noch einen Feuchtigkeitsgehalt von 45 - 30 % aufweist und aus diesem Grunde Bröckelverluste insbesondere der nährstoffreichsten Bestandteile kaum zu befürchten sind.

2. Verminderung des Wetterrisikos:

Die Verkürzung der Trocknungszeit im Freien vermindert auch gleichzeitig das Wetterrisiko. Witterungsabschnitte mit 2 - 3 Tagen Sonnenschein sind nämlich häufiger als solche mit 3 - 5 Tagen. Ferner ermöglicht eine Heubelüftung eventuell schon das Einfahren vor Witterungsumschwüngen, was bei der Bodentrocknung keinesfalls in Frage käme.

3. Qualitätsverbesserung:

Bei kaltbelüftetem Heu ist im Vergleich zum bodengetrockneten -von Ausnahmen abgesehen - eine merkliche Qualitätsverbesserung festzustellen. Diese Wertsteigerung kann mit der Heubelüftung gegenüber dem Reuterheu mit einem wesentlich kleineren Handarbeitsaufwand erzielt werden. Neben der Ausschaltung von Witterungseinflüssen beruht die Qualitätsverbesserung auch auf einer Verringerung der Bröckelverluste, denn bei der Einlagerung befinden sich besonders die feinen und blattrreichen Teile noch in einem halbtrockenen und schlaffen Zustand.

Vor Einsatz einer Heubelüftung sind jedoch Probleme mannigfaltiger Art zu klären: Welches Leistungsvermögen besitzen z.B. die heute vorhandenen Werbungsmaschinen und wie sind sie für Belüftungsheu mit 45 - 30 % Wassergehalt geeignet? Welche Punkte sind bei der Einlagerung in die Belüftungsanlage zu beachten? Wie hoch ist der Arbeits- und Zugkraftaufwand ver-

schiedener Arbeitsverfahren? Welche Trockensubstanzverluste treten bei der Heubelüftung gegenüber Bodentrocknung und Grassilagegewinnung auf? Wie hoch stellt sich der Aufwand bei der Heubelüftung im Vergleich zur Bodentrocknung und Grassilage?

Diese und ähnliche Fragen zu klären, war Aufgabe der im folgenden beschriebenen Untersuchungen. Da sie technische und wirtschaftliche Probleme gleichzeitig berühren, wurden sie in enger Zusammenarbeit des Instituts für Landtechnik (Direktor Prof. Dr.-Ing. W.G. Brenner) und des Instituts für Wirtschaftslehre des Landbaues (Prof.Dr.Dr.P. Rintelen) in Weihenstephan durchgeführt und zwar im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit Unterstützung des Kuratoriums für Technik in der Landwirtschaft.

A. Allgemeine Grundlagen

=====

I. Voraussetzungen für die Versuchsarbeiten

Auf dem Staatsgut Weihenstephan, dem Versuchsbetrieb des Instituts für Wirtschaftslehre des Landbaues, wurde eine 9 ha große, ebene Wiese bereitgestellt sowie die notwendigen Lagerräume mit bereits vorhandenen Förderanlagen.

1. Erstellung und technische Daten der Belüftungsanlagen

Zur Nachtrocknung des von der Versuchsfläche gewonnenen Heues wurden in den Gebäuden des Staatsgutes drei Belüftungsanlagen erstellt.

a) Flachanlagen

Die Firma Gebläsebau Schwarting, Eriskirch, stellte je einen Lüfter für zwei Flachanlagen zur Verfügung und lieferte die Skizzen für die Holzeinbauten.

Lüfter: Schwarting TVL 7,0; Antrieb: E-Motor 3 kW.

Luftleistung bei 30 mm WS $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (bezogen auf die Grundfläche sind das $0,108 \text{ m}^3 \text{ Luft}/\text{m}^2 \times \text{s}$).

Listenpreis des Lüfters mit Zubehör: 1.195.- DM

Anlage "Braunschweig":

Zentraler Hauptluftkanal mit beiderseitig angelegten Rosten aus Dachlatten zur Luftverteilung. Stockbegrenzung auf drei Seiten durch 3 m hohe Bretterwände, an der vierten Seite durch die Außenwand des Gebäudes.

Hauptabmessungen: Länge 8,20 m, Breite 6,80 m, Grundfläche $55,8 \text{ m}^2$, Wandhöhe 3 m, Lagerraum $159,3 \text{ m}^3$, Kanal und Roste $8,06 \text{ m}^3$.

Die Holzeinbauten wurden durch einen örtlichen Zimmermannsbetrieb ausgeführt.

Die GbS-Automatik, die ein selbsttätiges Ein- und Ausschalten des Lüfters bewirkt, ist in Kapitel B II, 2 näher beschrieben.

Erstellungsaufwand:

| | | |
|-----------------|---------------|------------------------------|
| Material | 995,68 | } Holzeinbauten: 1.597,58 DM |
| Arbeitslohn | 601,90 | |
| Lüfter | 1.195,00 | |
| elektr.Install. | 100,00 | |
| GbS-Automatik | <u>345,00</u> | |
| | 3.237,58 DM | |

Preis der Holzeinbauten bezogen auf den m^2 Belüftungsfläche 28,63 DM, auf den m^3 Lagerraum 10,03 DM.

Gesamtpreis bezogen auf den m^2 Belüftungsfläche ohne Automatik 51,84 DM, mit Automatik 58,02 DM.

Gesamtpreis bezogen auf den m^3 Belüftungsraum ohne Automatik 18,16 DM, mit Automatik 20,32 DM.

Die Beschickung der Anlage ist wahlweise durch einen ortsfesten Osterrieder Höhenförderer, - 2 Querförderer im Dachfirst - durch eine Greiferzange oder durch ein Gebläse möglich. Die Entleerung erfolgt durch eine 1,80 m breite zweiflügelige Tür in der Längsseite der Anlagenwand.

Anlage "Aulendorf":

Zentraler Hauptkanal mit beiderseitig angelegten Rosten zur Luftverteilung; 6 Stöpsel; Stockbegrenzung an allen vier Seiten durch geschlitzte Rundstangen, um die Häckseleinlagerung zu ermöglichen. Die Stangen haben einen lichten Abstand von ca. 10 cm. Hauptabmessungen: Länge 9 m, Breite 6,20 m, Grundfläche 55,8 m², Wandhöhe 5,50 m, Lagerraum 299 m², Kanal und Roste 7,64 m³.

Erstellungsaufwand:

| | | |
|------------------|---------------|------------------------------|
| Material | 543,50 | } Holzeinbauten: 1.281,50 DM |
| Arbeitslohn | 438,00 | |
| Stangenwände | 300,00 | |
| Lüfter | 1.125,00 | |
| elektr. Install. | 100,00 | |
| GbS-Automatik | <u>345,00</u> | |
| | 2.921,50 DM | |

Preis der Holzeinbauten bezogen auf den m² Belüftungsfläche 22,96 DM, auf den m³ Lagerraum 4,29 DM.

Gesamtpreis bezogen auf den m² Belüftungsfläche ohne Automatik 46,70 DM, mit Automatik 52,36 DM.

Gesamtpreis bezogen auf den m³ Belüftungsraum ohne Automatik 8,62 DM, mit Automatik 9,77 DM.

Die Beschickung der Anlage ist wahlweise durch den Höhenförderer oder durch ein Gebläse möglich. Zur Entleerung ist eine Öffnung in der aus Stangen gebildeten Stockbegrenzung vorgesehen.

b) Heuturm

Der Versuchsbehälter wurde nach dem Vorbild des Heuturms Reute gebaut. (7)

Abmessungen: 12-eckige Grundfläche $D = 4,10$ m, Höhe 6 m, zentraler Belüftungskamin mit quadratischem Querschnitt, nutzbarer Lagerraum 68 m^3 .

Der Behälter steht mit drei Füßen auf hydraulischen Meßdosen und gestattet somit eine laufende Gewichtskontrolle während des Trocknungsablaufes. Die Luftzuführung zum zentralen Luftkamin erfolgt unterhalb des Behälterbodens. Zur Regulierung des Luftaustrittes sind die Wände des Luftkamins aus verschiebbaren Hartfaserplatten gebildet. Die Seitenwände des Turmes sind aus geschlitzten Rundstangen und Drahtgeflecht hergestellt.

Das Gebläse wurde von der Fa. Hering A.G., Nürnberg zur Verfügung gestellt. Luftleistung $7,35 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 34 mm WS Gesamtdruck; Antrieb: E-Motor 3,1 kW, Fabrikbezeichnung GTB V/8.

Der Turm wird durch ein Wurfgebläse beschickt. Am Anblasende der Rohrleitung befindet sich ein nach dem Reaktionsprinzip arbeitender Ringverteiler der Firma Weichel, Heiningen. Der Verteiler ermöglicht eine automatische und ziemlich gleichmäßige Beschickung des Turmes mit Heuhäcksel. Da es sich bei dem Heubehälter um eine einmalige wägbare Versuchsausführung handelt, ist der Erstellungsaufwand hier nicht näher aufgeführt.

2. Beschaffung der Maschinen

Für die Versuchsdurchführung wurden in erster Linie die auf dem Staatsgut Weihestephan und im Institut für Landtechnik vorhandenen Maschinen benutzt. Ferner stellten einige Firmen speziell für diese Untersuchungen Leihmaschinen zur Verfügung, wofür ihnen an dieser Stelle nochmals Dank ausgesprochen sei. Alle verwendeten Maschinen sind nach Arbeitsgängen geordnet in Tabelle 1 aufgeführt. Da es nicht immer möglich war, die Antriebsmaschinen so auszuwählen, daß ihr Leistungsvermögen für den jeweiligen Arbeitsgang voll ausgenutzt war, ist die mindestens zum Antrieb der Maschine erforderliche Motorstärke ebenfalls angegeben. Es kann dabei angenommen werden, daß ein Schlepper der bezeichneten Motorstärke noch angenähert

Tabelle 1

Eingesetzte Maschinen bei den Versuchen

| Arbeitsgang | Maschine oder Gerät | Hersteller | Bezeichnung | Art und Nennleistung der benutzten Antriebsmaschinen | Baujahr | Minimale Antriebsleistung | Gemessen Antriebsleistung | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|---|
| Mähen | Schlepper mit Mähwerk 6 | Daimler Benz | Unimog | 30 PS Diesel | 57 | - | - | |
| | Schlepper mit Mähwerk 5 | Lanz AG | D 28 16 | 28 PS Diesel | 58 | - | - | |
| | " | Rhein Stahl Hanomag AG | C 224 | 24 PS Diesel | 58 | - | - | |
| | " | Güldner Motorenwerke AG | AK 14 | 14 PS Diesel | 58 | - | - | |
| Zetten | Zetten in Dreipunkt- draulik Schnellheuer in Dreipunkt- hydraulik | Streif-Streu-Graszettermaschine KG Fahr AG | SH 1 | 24 PS Hanomag 30 PS Unimog | 58 56 | 12 PS Schlepper 12 PS Schlepper | - - | |
| | Anstreuen, Wenden, Schaden | Niemeyer S. Heuma Bautz AG Fahr AG | Spinne SH 1 | Schlepper von 14 - 24 PS 30 PS Unimog | 56 58 56 | 12 PS Schlepper 12 PS Schlepper 12 PS Schlepper | - - - | |
| Laden | Aufsammelpr. | Gebr. Claas | Pick-up-Hochdruck- presse FH 2 | 28 PS Lanz 34 PS Deutz | 58 | 25 PS Schlepper | - | |
| | Feldhäcksler | Fahr AG | FHK | 34 PS Deutz 35/45 PS Hanomag | 54 | 30 PS Schlepper | - | |
| | Feldhäcksler | Fahr AG | FHK | 24 PS Hanomag 34 PS Deutz | 57 | 24 PS Schlepper | - | |
| | Feldhäcksler | Case Comp. USA | Mod. 210 | 35/40 PS Hanomag | 57 | 30 PS Schlepper | - | |
| | Frontlader | Hanomag AG | - | 24 PS Hanomag | 58 | 15 PS Schlepper | - | |
| | Lader | Mörtl | Zentro-L. | 28 PS Lanz | 58 | 15 PS Schlepper | - | |
| | Lader | Osterried. | Kula | 28 PS Lanz | 52 | 15 PS Schlepper | - | |
| | Lader | Eicher | Rekord- lader | 30 PS Unimog 28 PS Lanz | 57 | 15 PS Schlepper | - | |
| | Ladung abziehen | Abzuggetriebe m. Kettenzug und Schild | Gehl Man. Comp. Landt. Weißensteph. | - | 3/4 PS E-Motor | 57 | - | - |
| | | Kratzboden | Farmhand | Power Box | Schlepperzapfwelle | 57 | - | - |
| Selbstentlader | | Ködel & Böhm | - | Schlepperzapfw. | 58 | - | - | |
| Fördern | Wurfgebl. mit Zapfwellenantr. | Gehl Man. Comp. | Forage Blower PTO | E-Meßmotor 28 KW | 57 | E-Motor 10 KW | 11.5 KW bei Anwelk- silage | |
| | Schneidengebläse mit Häckselab- ladeband o. Ein- wurfwanne | Gebr. Welger | Gebläse S 61 | E-Meßmotoren 28 KW | 58 | E-Motor 7 KW | 7. KW bei Halbheu | |
| | Gebläsehäcksler | Alfa Wien | Alfa 1100 | E-Motor 11 KW Flachriemen | - | E-Motor 10 KW | - | |
| | Greiferzange | Alfa Werk München | Versuchsgreifer | E-Motor 3,2 KW | - | E-Motor 2.5 KW | - | |
| | Höhenförderer | Osterrieder | - | E-Motor 4,4KW | - | E-Motor 4 KW | - | |
| | Häckselheuer- teller | Bolas Mfg. Co. USA | - | 5-E-Motor mit insgesamt 4.5 KW | 58 | 5 E-Motor 4,5 KW | - | |

die in diesem Bericht mitgeteilten Leistungen erreichen würde. Messungen der benötigten Antriebsleistungen konnten aus technischen Gründen nur für die beiden eingesetzten Gebläse durchgeführt werden.

3. Witterungsverhältnisse im Zeitraum der Versuchsarbeiten

In den Abbildungen 1 und 2 sind die wichtigsten Witterungsdaten der Versuchsjahre 1958 und 59 für die Monate Mai bis einschließlich September aufgezeichnet. Neben dem Maximum der Lufttemperatur und den Niederschlägen, ist auch die relative Luftfeuchte um 14 Uhr (etwa Tagesminimum) und die Sonnenscheindauer in Stunden angegeben. Die Maximalwerte der Temperatur und die Minimalwerte der relativen Luftfeuchte veranschaulichen die für die Heuwerbung bedeutsamen Verhältnisse in geeigneterer Weise als das entsprechende Tagesmittel.

1. Schnitt 1958: Am 6. und 7. Juni wurde Anwelksilage eingefahren. Die sehr niedrige Luftfeuchte und die über dem Monatsmittel liegende Temperatur ließ das Gras schnell auf den für Anwelksilage erwünschten Wassergehalt abtrocknen. - Sehr ungünstig gestaltete sich am 10. Juni die Bergung der am Tage vorher geschnittenen Parzelle zur Einlagerung im Heuturm. Am Nachmittag einsetzender Nieselregen führte dazu, daß das Heu mit einem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von 50,3 % eingelagert wurde. - Besonders gute Witterung beeinflusste die Einbringung der zur Belüftung auf der Anlage Braunschweig bestimmten Preßballen. Die höchste Temperatur des Monats von 27,3°C am Tage des Einfahrens und kräftige Luftbewegung beschleunigten die Abtrocknung des Heues. Der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt der eingefahrenen Ballen lag deshalb für die Versuchszwecke ungewollt niedrig bei 26,4 %. - Die Beschickung der Anlage Aulendorf erfolgte in drei Abschnitten am 10., 14. und 25. Juni. Für den ersten Termin gilt das bei der Heuturmparzelle Gesagte. Die Witterung am 14. Juni ermöglichte die Einlagerung des Heues mit einer durchschnittlichen Feuchtigkeit von 40 - 45 %, wobei aber die folgende Schönwetterperiode die Belüftung begünstigte. Das am 25. Juni

Abb: 1

Witterungsdaten Mai - September 1958 in Weihenstephan

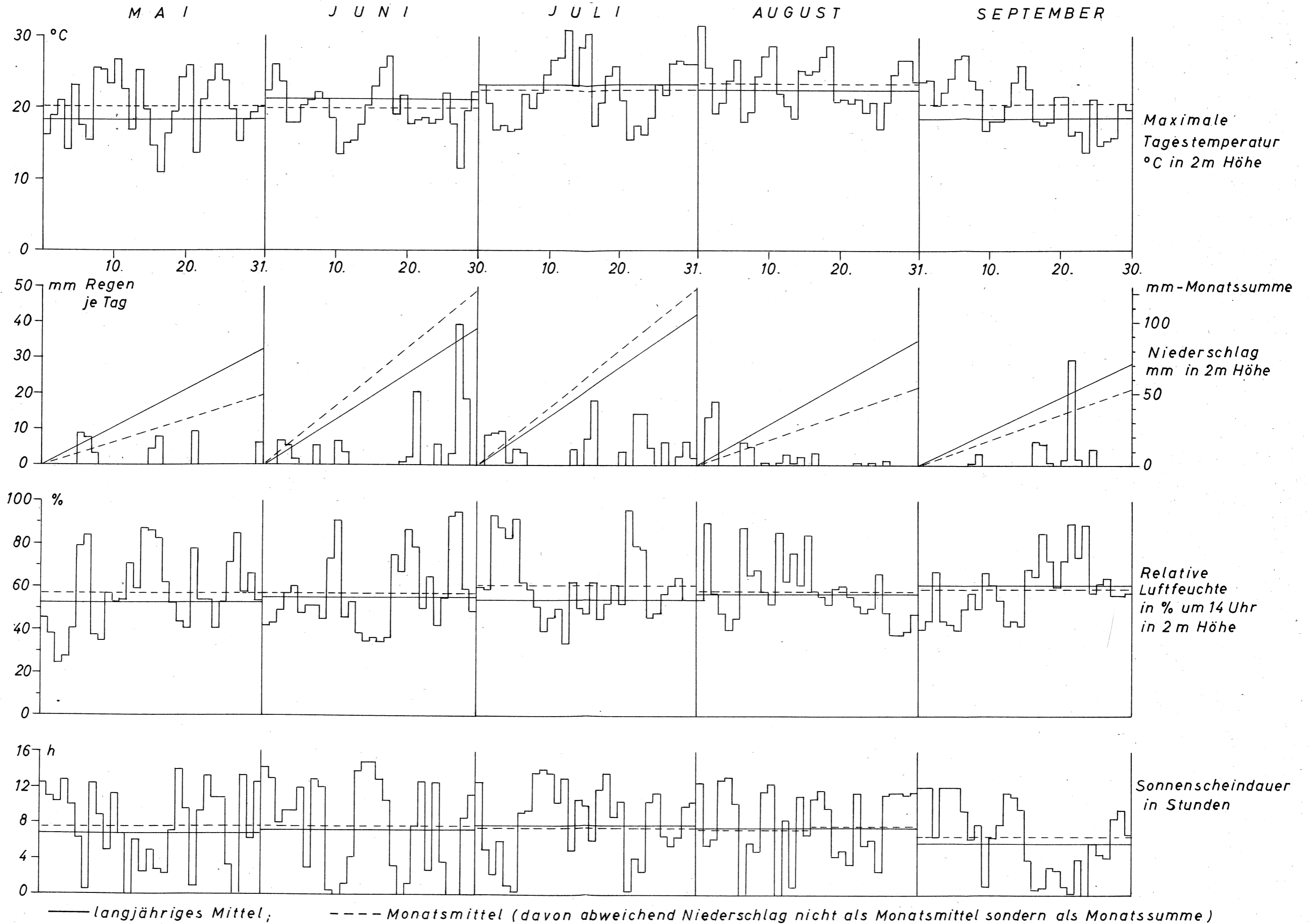
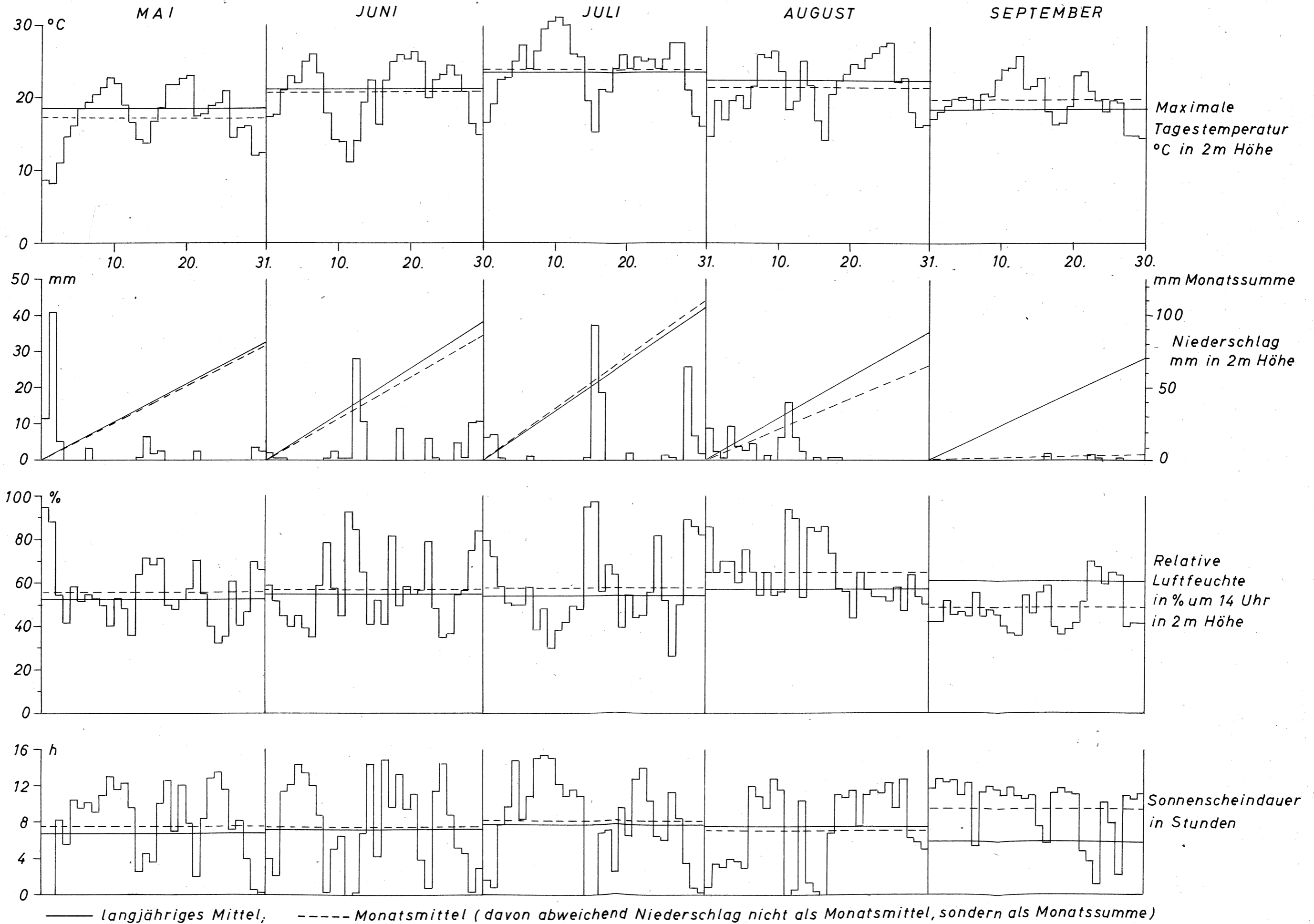


Abb.: 2

Witterungsdaten Mai – September 1959 in Weihenstephan



eingebraachte Heu war mit 35 % Wassergehalt etwas trockener. Einige Regentage erschwerten jedoch die Nachtrocknung. - Bei der für die Bodentrocknung vorgesehenen Parzelle, deren Bearbeitung schon unter schlechtem Wetter zu leiden hatte, mußte die Einlagerung am 24. Juni einmal wegen Regen unterbrochen werden.

2. Schnitt 1958: Zum Zeitpunkt des 2. Schnittes vom 26. bis 30. August herrschte außergewöhnlich trockenes und warmes Wetter. Die Luftbewegung unterstützte die rasche Abtrocknung des geschnittenen Futters. Der für die Versuche angestrebte Feuchtigkeitsgehalt von durchschnittlich 35 % wurde daher weit unterschritten.

1. Schnitt 1959: Die am 8. Juni zeitig geschnittene Parzelle zur Silofuttermgewinnung wurde noch am gleichen Tage mit 60 % durchschnittlicher Feuchtigkeit eingefahren. Ein kurzer, leichter Gewitterschauer hatte auf den Fortgang der Ladearbeiten keinen Einfluß. - Das Anwelken für den Heuturm - wurde am 16. Juni infolge außerordentlich günstiger Witterung mit einem relativ niedrigen Wassergehalt von 24,3 % eingelagert. - Der erste Abschnitt zur Beschickung der Anlagen Aulendorf (Preßballen) und Braunschweig (Langheu) gestaltete sich zunächst sehr ungünstig. Kurz nach dem Schnitt brachte eine unvorhergesehene Schlechtwetterfront innerhalb von 36 Stunden 38,4 mm Niederschlag. Jedoch war das Futter zu dem Zeitpunkt, wo der Regen einsetzte, noch so wenig angewelkt, und die Witterung gleich danach so gut, daß noch eine Einlagerung in die Heubelüftungsanlagen mit 32,9 bzw. 40,4 % Feuchtigkeit vorgenommen werden konnte. Die Bergung des zweiten Abschnittes erfolgte dagegen ohne Schwierigkeiten (20.6.). Der Feuchtigkeitsgehalt lag mit 30,7 % (Aulendorf) bzw. 33,1 % (Braunschweig) im angestrebten Rahmen. - Die Einlagerung des Heus von der Bodentrocknungsparzelle mußte wegen eines starken Gewitterplatzregens (8,9 mm in einer Stunde!) vom 18. auf den 19. Juni verschoben werden.

2. Schnitt 1959: Der 2. Schnitt vom 27. August bis 2. September verlief analog wie der im Jahre 1958. Auch hier konnte wegen der außergewöhnlich günstigen Witterung der für die Unter-

suchungen angestrebte Wassergehalt von 35 % im Durchschnitt nicht ganz eingehalten werden.

Weiter läßt sich aus den Aufzeichnungen der Witterungsdaten erkennen, in welchem Maße die Heubelüftung eine Wettersicherung bringen kann. Nimmt man an, daß für die Heubelüftung zwei trockene Tage zur Vortrocknung auf der Wiese ausreichen, so ergaben sich z.B. für den Monat Juni 1958 10 Tage als geeigneter Zeitpunkt für die Mahd. Diese sind über den ganzen Monat verteilt (1., 6., 9., 13. - 18., 30. Juni). Setzt man weiter für die Bodentrocknung drei trockene Tage an, so ergeben sich nur 5 geeignete Mähtage, die außerdem alle in der Schönwetterperiode vom 13. bis 19. Juni liegen.

II. Untersuchungsmethodik

Im folgenden soll zunächst ein zusammenfassender Überblick über die Versuchsmethodik gegeben werden. Aus Zweckgründen war es zur Wahrung des Zusammenhanges ratsam, bestimmte Einzelheiten in den entsprechenden Abschnitten zu behandeln. Die Versuchsarbeiten selbst erstreckten sich auf den 1. und 2. Schnitt 1958 und 1959.

1. Die Durchführung der Versuchsarbeiten

Bei der Durchführung der Untersuchungen zum 1. und 2. Schnitt 1958 wurden unterschiedliche Wege eingeschlagen. Im 1. Schnitt wurde absetzig gearbeitet, d.h. je nach den Witterungsverhältnissen ein Teilstück gemäht, bis zu dem gewünschten Wassergehalt abgetrocknet und auf die Belüftungsanlage gebracht. Dieses Verfahren gab die Möglichkeit, das Leistungsvermögen der eingesetzten Maschinen genau kennenzulernen und ihre Eignung für Belüftungsheu mit 45 - 30 % Feuchtigkeit zu prüfen. Soweit erforderlich, war auch jederzeit eine stufenweise Beschickung der Anlagen möglich. Nachteilig wirkte sich hingegen im Hinblick auf die Verlustfeststellung die dreiwöchige Versuchsdauer des 1. Schnittes aus. Durch das verschiedene Alter des Futters ist naturgemäß auch sein Nährstoffgehalt unterschiedlich. Die ermittelten Nährstoffverluste sind daher nicht absolut

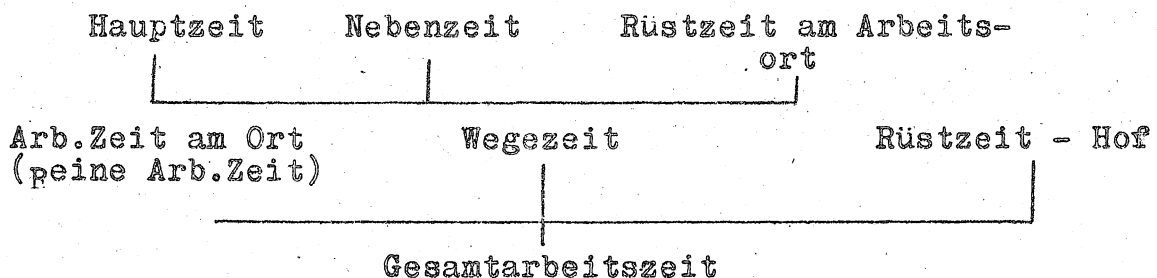
vergleichbar und müssen unter diesem Blickwinkel betrachtet werden.

Um diesen Nachteil auszuschalten, wurde zum 2. Schnitt 1958 die gesamte Versuchsfläche von 9 ha an einem Tag gemäht. Der Zeitpunkt der Mahd wurde in Zusammenarbeit mit dem Wetteramt München festgelegt, weil für die Versuchsdurchführung mindestens 3 Tage mit Standwetter erforderlich waren. Die Witterungsverhältnisse entwickelten sich aber derart günstig, daß das Futter sehr stark abtrocknete, bevor mit dem Einfahren begonnen werden konnte. Denn Temperaturen von maximal 26°C und relative Luftfeuchtigkeiten von 38 % um 14 Uhr verbunden mit leichten Winden bewirkten bei entsprechender Bearbeitung einen außerordentlichen Trocknungseffekt. Solche Witterungsverhältnisse Ende August bis Anfang September treten in Weihenstephan nur sehr selten auf.

Beim 1. und 2. Schnitt 1959 wurde trotz der bereits erwähnten Nachteile hinsichtlich der Verlustermittlung analog zum 1. Schnitt 1958 verfahren. Dies besonders auch deshalb, weil wegen der zu erwartenden Erträge und unter Berücksichtigung des angestrebten Wassergehaltes bei der Einlagerung nur eine stufenweise Beschickung der Belüftungsanlagen durchzuführen war. Es wurde aber Wert darauf gelegt, die Versuche in möglichst kurzer Zeit abzuwickeln. So gelang es, die Untersuchungen zum 1. Schnitt in zwei Wochen zu erledigen, während der 2. Schnitt nur eine Woche in Anspruch nahm.

2. Die Ermittlung des Arbeits- und Zugkraftaufwandes

Der Arbeits- und Zugkraftaufwand wurde in Anlehnung an BLOHM, RIEBE, VOGEL (9) nach folgendem Schema ermittelt:



Zur näheren Erläuterung der hier angegebenen Arbeitsteilzeiten sei eine kurze Begriffsbestimmung gegeben. Die Hauptzeit umfaßt die Zeitspanne, in der tatsächlich produktive Arbeit geleistet wird. Ihre absolute Größe im Bereich der Gesamtarbeitszeit ist damit entscheidend für die Wirtschaftlichkeit eines Arbeitsganges. In der Nebenzeit sind Kehren und Wenden, Nachschmieren, das Weiterrücken der Wagen und ähnliches zusammengefaßt, also Verrichtungen, die mit dem Arbeitsvorhaben in direkter, unlösbarer Beziehung stehen. Die Rüstzeit am Arbeitsort beinhaltet den Umbau der Maschinen von der Fahr- in die Arbeitsstellung bzw. den umgekehrten Vorgang und den Wagenwechsel. Hauptzeit, Nebenzeit und Rüstzeit am Arbeitsort ergeben zusammen die Arbeitszeit am Ort, die auch nach älterer Terminologie "reine Arbeitszeit" genannt wird. Der Begriff der Wegezeit ist hinreichend bekannt und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Als Grundlage für die Wegeentfernung wurde im vorliegenden Bericht 1 km Schlagentfernung und eine mittlere Schleppergeschwindigkeit von 12 km/h einheitlich unterstellt. Die Inbetriebnahme des Schleppers, An- und Abbau der Arbeitsmaschine an den Schlepper, die Herrichtung der Erntewagen, Messerschleifen und dergleichen mehr bilden die Rüstzeit - Hof. Aus der Arbeitszeit am Ort, der Wegezeit und der Rüstzeit - Hof resultiert die Gesamtarbeitszeit. Dies ist diejenige Zeitspanne, die zur ordnungsgemäßen Erledigung eines Arbeitsvorhabens insgesamt benötigt wird. Betriebsstörungen der Maschinen sind bei den Zeitmessungen nur insoweit berücksichtigt, als sie den Arbeitsablauf nicht wesentlich beeinträchtigen, und sie erfahrungsgemäß normal und jederzeit auftreten.

Parallel zum Arbeitsaufwand, der in der Auswertung in AKh/ha erscheint, wurde der Zugkraftaufwand in Schlepperstunden ⁱⁿerfaßt und Sh/ha ausgedrückt. Diese Darstellungsform hat den Vorteil, daß aus ihr sofort die Zahl der je ha erforderlichen Schlepperstunden abgelesen werden kann. Im Gegensatz dazu würde die Angabe in MPSH/ha die Kraftbedarfsverhältnisse besser widerspiegeln. Eine Umrechnung ist aber jederzeit möglich, indem die betreffende Stundenangabe mit der jeweils notwendigen Schlepper-PS-Zahl ausmultipliziert wird.

Heu - Untersuchungen

Abb. 3

Arbeitsplan für den 1. Schnitt 1958

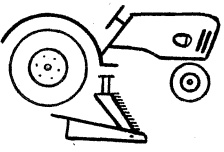
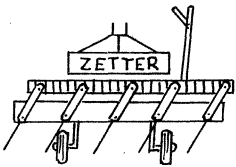
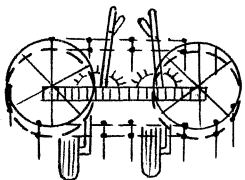
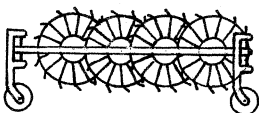
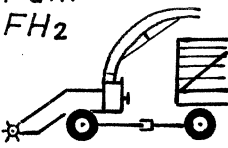

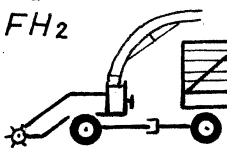
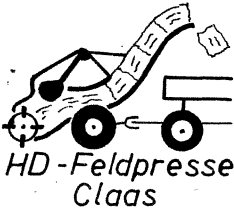
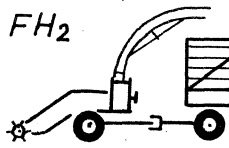
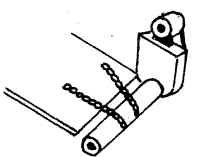

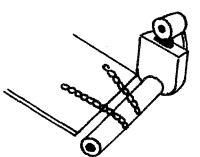
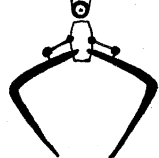
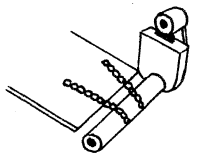
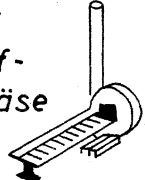
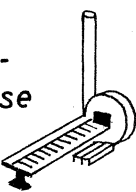
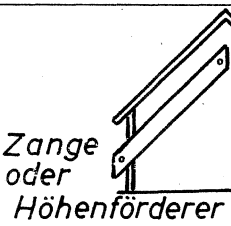
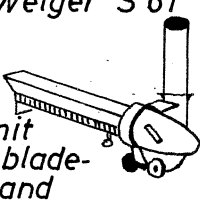
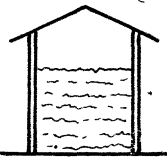
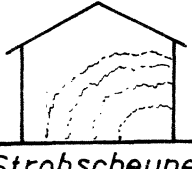
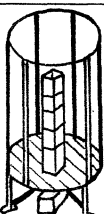
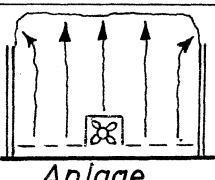
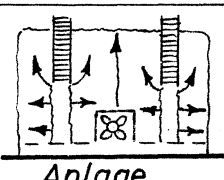
| Arbeitsgang | Siloparzelle 1,53 ha | Nullparzelle 0,84 ha | Heubelüftung 1,14 ha | Heubelüftung 2,97 ha | Heubelüftung 2,33 ha |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mähen |  <p>mit Schleppermähwerk</p> | | | | |
| Zetten |  <p>in einem Arbeitsgang mit dem Mähen Rüttelzetter oder Schnellheuer</p> | | | | |
| Wenden | entfällt |  <p>mit Schnellheuer oder Sternrechenwender</p> | | | |
| Schwaden |  <p>entsprechend dem Wenden, mit Schnellheuer u. Sternrechenwender</p> | | | | |
| Trocknung | auf 60 % H ₂ O | auf 20-14% H ₂ O | auf 40 - 35 % H ₂ O | | |
| Laden |  Fahr FH ₂ |  Handgabel |  Fahr FH ₂ |  HD-Feldpresse Claas |  Fahr FH ₂ |
| Abladen |  Abziehgetriebe |  Handgabel |  Abziehgetriebe |  Zange oder Höhenförderer |  Abziehgetriebe |
| Fördern |  Gehl Wurf- gebläse | entfällt (erdlastig) |  Gehl Wurf- gebläse |  Zange oder Höhenförderer |  Welger S 61 mit Ablade- band |
| Lagern |  Silo Schafhof |  Strohscheune Dürnast |  Ver- suchs Heu- turm |  Anlage Braunschweig |  Anlage Aulendorf |

Abb. 4

Heu - Untersuchungen

Arbeitsplan für den 2. Schnitt 1958

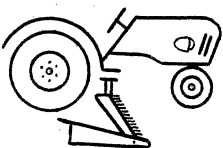
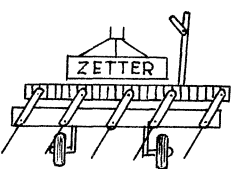
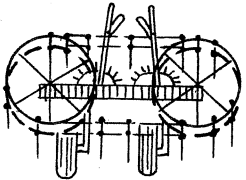
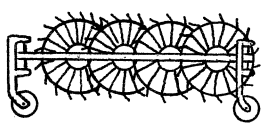
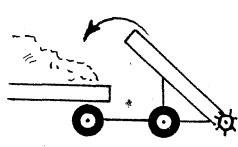
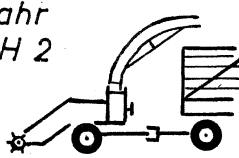

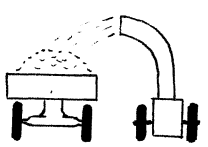

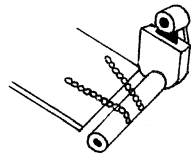
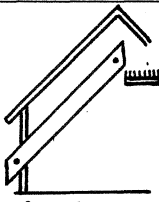

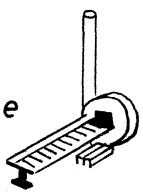
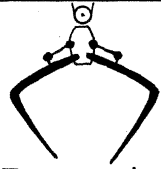
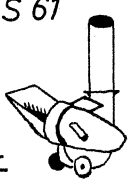
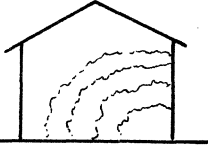
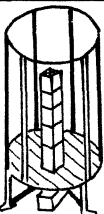
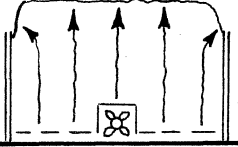
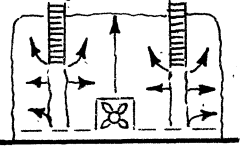
| Arbeitsgang | Nullparzelle 0,84 ha | Heubelüftung 1,94 ha | Heubelüftung 3,29 ha | Heubelüftung 2,73 ha |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mähen |  <p>mit Schleppermähwerk</p> | | | |
| Zetten |  <p>in einem Arbeitsgang mit dem Mähen Rüttelzetter oder Schnellheuer</p> | | | |
| Wenden |  <p>mit Schnellheuer oder Sternrechner</p> | | | |
| Schwaden |  <p>entsprechend dem Wenden, mit Schnellheuer u. Sternrechner</p> | | | |
| Trocknung | auf 20-14% H ₂ O | auf 40-35 % H ₂ O | | |
| Laden |  Heckfuderlader | Fahr FH 2  |  HD-Feldpresse Claas |  Seitenfuderlader |
| Abladen |  Handgabel |  Abziehgetriebe | Zange oder Höhenförderer  |  Handgabel |
| Fördern | entfällt (erdlastig) | Gehl Wurf- gebläse  |  Zange oder Höhenförderer | Welger S 61  mit Einwurf- wanne |
| Lagern |  Strohscheune Dürnast | Ver- suchs Heu- turm  |  Anlage Braunschweig |  Anlage Aulendorf |

Abb. 5

Heu - Untersuchungen

Arbeitsplan für den 1. Schnitt 1959

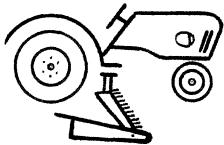
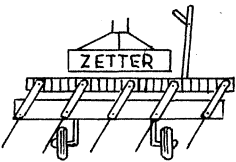
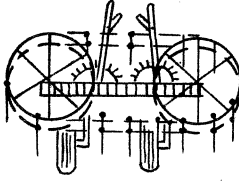
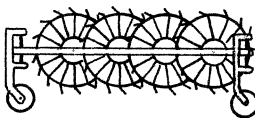
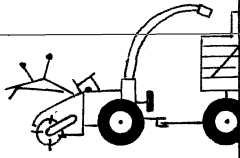
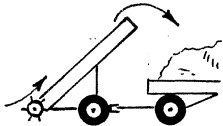
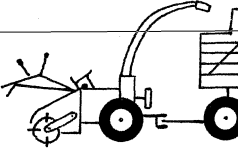
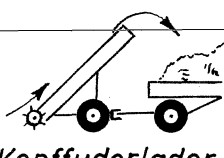
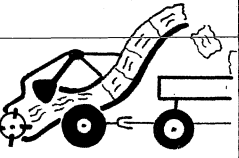
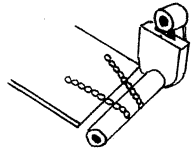

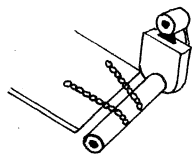
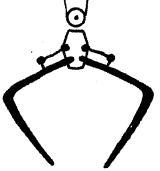
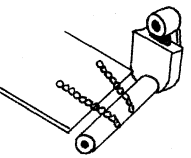
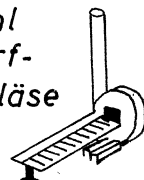
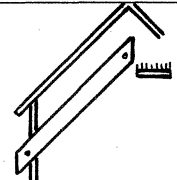
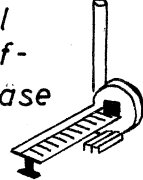
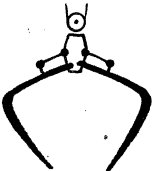
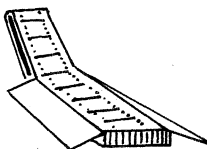
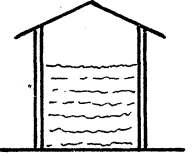
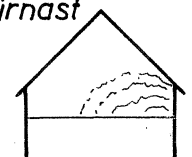
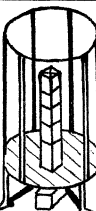
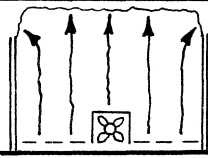
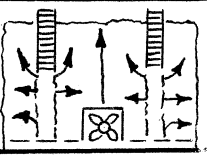
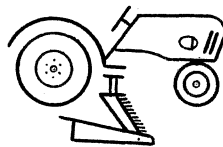
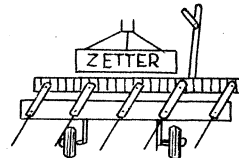
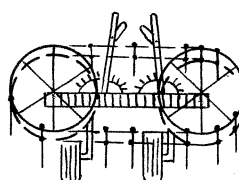
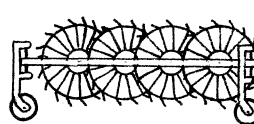
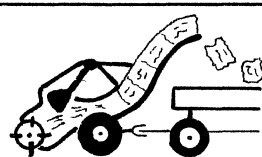
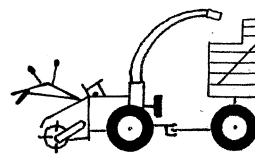
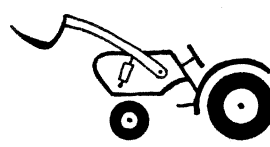
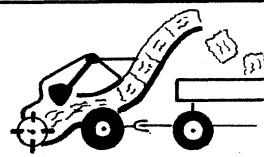

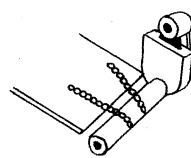
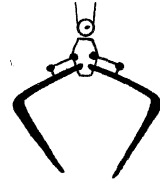
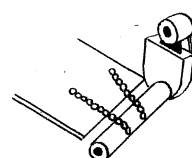
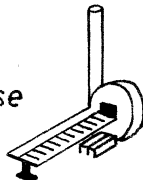
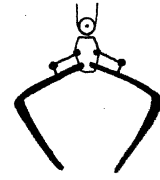
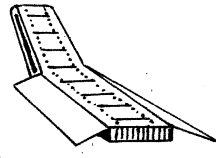
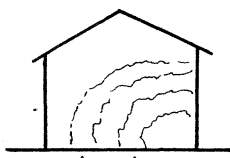
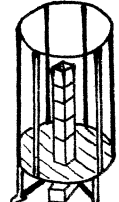
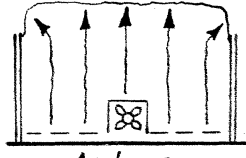
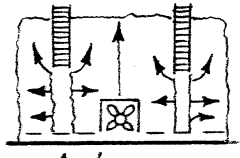
| Arbeitsgang | Siloparzelle 1,47 ha | Nullparzelle 0,84 ha | Heubelüftung 0,81 ha | Heubelüftung 3,05 ha | Heubelüftung 3,20 ha |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mähen |  mit Schleppermähwerk | | | | |
| Zetten |  in einem Arbeitsgang mit dem Mähen Rüttelzetter oder Schnellheuer | | | | |
| Wenden | entfällt |  mit Schnellheuer oder Sternrechner | | | |
| Schwaden |  entsprechend dem Wenden, mit Schnellheuer u. Sternrechner | | | | |
| Trocknung | auf 60% H ₂ O | auf 20-14% H ₂ O | auf 40-35% H ₂ O | | |
| Laden |  FH-Case |  Kopffuderlader |  FH-Case |  Kopffuderlader od. Frontlader |  HD-Feldpresse Claas |
| Abladen |  Abziehgetriebe |  Handgabel |  Abziehgetriebe |  Greiferzange |  Abziehgetriebe |
| Fördern |  Gehl Wurf- gebläse |  Höhenförderer |  Gehl Wurf- gebläse |  Greiferzange |  Flur- u. Höhenförderer |
| Lagern |  Silo Dürrnast |  Heuspeicher Dürrnast |  Ver- suchs Heu- turm |  Anlage Braunschweig |  Anlage Aulendorf |

Abb. 6

Heu - Untersuchungen
Arbeitsplan für den 2. Schnitt 1959

| Arbeitsgang | Nullparzelle 0,84 ha | Heubelüftung 1,47 ha | Heubelüftung 2,30 ha | Heubelüftung 4,14 ha |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mähen |  mit Schleppermähwerk | | | |
| Zetten |  in einem Arbeitsgang mit dem Mähen Rüttelzetter oder Schnellheuer | | | |
| Wenden |  mit Schnellheuer oder Sternrechwender | | | |
| Schwaden |  entsprechend dem Wenden, mit Schnellheuer u. Sternrechwender | | | |
| Trocknung | auf 20-14% H ₂ O | auf 40-35 % H ₂ O | | |
| Laden |  HD-Feldpresse Claas |  FH - Case |  Frontlader |  HD-Feldpresse Claas |
| Abladen |  Handgabel |  Abziehgetriebe |  Greiferzange |  Abziehgetriebe |
| Fördern | entfällt (erdlastig) |  Gehl Wurf- gebläse |  Greiferzange |  Flur- u. Höhenförderer |
| Lagern |  Strohscheune Dürnast |  Ver- suchs Heu- turm |  Anlage Braunschweig |  Anlage Aulendorf |

Es sei an dieser Stelle noch besonders darauf verwiesen, daß die ermittelten Arbeitsbedarfszahlen auf einem vollkommen ebenen Versuchsgelände mit fester Bodenbeschaffenheit gemessen wurden und nur hier Gültigkeit besitzen. Die einzelnen Versuchspartellen waren fast alle über 1 ha groß und hatten die Form eines langgestreckten Rechteckes. Überall dort, wo andere Verhältnisse vorliegen, wie Hanglage, weiche Bodenbeschaffenheit, kleinere Schlaggröße und unregelmäßige Schlagform, muß zu den angegebenen Arbeitsbedarfszahlen ein entsprechender Zuschlag gemacht werden.

Die für die Durchführung der Versuche gewählten Arbeitskettensind aus den Abbildungen 3, 4, 5 und 6 zu ersehen.

3. Feststellung von Ertrag, Wasser- und Nährstoffgehalt

Aus der gewählten Untersuchungsform des Großversuches ergab sich die besondere Schwierigkeit einer möglichst genauen Erfassung der gewachsenen Grünmasse. Schon die Vorbesichtigung vor den Schnitten zeigte, daß der Bestand auf den einzelnen Partellen unterschiedlich war und daher nicht mit gleich hohen Erträgen gerechnet werden konnte. Im übrigen war bei der Ertragsfeststellung so zu verfahren, daß den tatsächlichen Verhältnissen weitgehend entsprochen wurde. Die Ertragsermittlung wickelte sich in den Einzelheiten folgendermaßen ab:

Je ha wurden 18 Stichproben von rd. 9 m^2 in den beiden Diagonalen über das ganze Feld verteilt gezogen und die Gewichte mit einer Feldversuchswaage bestimmt. Die Ziehung der Stichprobe erfolgte gleich hinter dem Mähschlepper, wobei aus dem frischen Schwad mit einem Hackmesser 6 laufende Meter herausgetrennt wurden. Bei der Auswahl des Meßstückes war darauf zu achten, daß durch Maulwurfshügel oder Verstopfungen des Messerbalkens keine Ungleichmäßigkeiten im Schwadgefüge eintraten. Da die tatsächliche Schnittbreite aber immer geringer ist, als die durch die Länge des Mähbalkens gegebene mußte sie gesondert bestimmt werden. Zu diesem Zweck wurde der Mähschlepper gleich nach dem Meßstück gestoppt, die tatsächliche

Schnittbreite gemessen und den Berechnungen zugrunde gelegt. Eine Fuhrwerkswaage ermöglichte die genaue Ermittlung der gesamten Gewichtsmenge bei der Ein- und Auslagerung.

Insbesondere im Hinblick auf die Verlustermittlung wurde auf eine umfangreiche und exakte Probenziehung für die Wasser- und Nährstoffgehaltsbestimmung großer Wert gelegt. Beim Schnitt wurden aus den Wägeproben je ca 60 Feuchtigkeits- und 15 Nährstoffgehaltseinzelproben entnommen und zu 12 bzw. 3 Sammelproben in luftundurchlässigen Plastikbeuteln verpackt zusammengefaßt. Die Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in Weihenstephan entnahm aus den fein gehäckselten und gut durchmischten Feuchtigkeitssammelproben 2 kleine Kontrollproben zur Wassergehaltsbestimmung. Die Nährstoffsammelproben wurden dagegen als Ganzes getrocknet und mit Hilfe der Weender Analyse der Gehalt an Einzelnährstoffen ermittelt.

Als weit schwieriger erwies sich aber die Probeentnahme am Abladeort zur Feststellung der Einlagerungsfeuchte, weil hier kein so einheitliches Material vorlag wie das z.B. beim Schnitt oder vollkommen fertigen Heu der Fall ist. Erstreckt sich nämlich die Ladearbeit über einen längeren Zeitraum, dann weisen gerade bei Belüftungsheu die Endpartien einen wesentlich niedrigeren Wassergehalt auf als die zum Beginn der Arbeit geladenen Mengen. Aus diesem Grunde wurde von vornherein festgelegt, daß von je 5 dz einzulagernden Futters 1 Feuchtigkeitssammelprobe (= 5 Einzelproben) und $1/3$ Nährstoffsammelprobe (= 2 Einzelproben) zu ziehen waren. Die Aufbereitung und Bestimmung erfolgte in gleicher Weise wie sie bereits oben dargelegt ist.

Zum 2. Schnitt 1958 wurde durch Dr. Feldmann (KTL-Hauptgeschäftsstelle Frankfurt/M.) ein Kontrollversuch zur Ermittlung des Wassergehalts bei der Einlagerung durchgeführt. Dr. Feldmann zog in Abständen von je $1/2$ Minute eine Einzelprobe und schlug sie zu Sammelproben (je Fuhre getrennt) zusammen. Diese Sammelproben wurden dann als Ganzes in den Trockenschrank gebracht und getrocknet.

Ein Vergleich der beiden auf verschiedene Weise durchgeführten Feuchtigkeitsbestimmungen zeigt, daß wohl zwischen den einzelnen Fuhren Unterschiede von 5 % im Wassergehalt vorkamen, die Gesamtdifferenz im Feuchtigkeitsgehalt einer Belüftungsanlage im Höchstfalle jedoch nur 0,4 % betrug. Damit dürfte eine hinreichende Gewähr für die Genauigkeit der Wassergehaltsbestimmung im Ganzen gegeben sein. Will man jedoch den Wassergehalt einzelner Fuhren genau bestimmen, so ist die von Dr. Feldmann angewandte Methode erforderlich.

Die laufenden Feuchtigkeitsbestimmungen zur Festlegung des Einfahrzeitpunktes wurden mit einem Infrarotstrahler vorgenommen. 50 g feuchtes Gut, mit Hilfe einer Briefwaage abgewogen, ließen sich binnen einer halben Stunde vollkommen trocknen. Die feinen Teilchen blieben dann an den immer etwas feuchten Fingerspitzen kleben. Zur Kontrolle führte die Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in Weihenstephan vom gleichen Material Paralleluntersuchungen durch. Die Übereinstimmung der Ergebnisse war in diesem Fall mit Differenzen im Wassergehalt von 1 - 2% recht gut.

Nach abgeschlossener Belüftung bzw. Fermentation oder Vergärung wurden die verschiedenen Versuchspartien in einem Zuge ausgelagert und mittels einer Fuhrwerkswaage das Auslagerungsgewicht festgestellt. Die Probeentnahme hinsichtlich Wasser- und Nährstoffgehalt erfolgte in gleicher Weise wie sie bereits oben für die Einlagerung dargestellt wurde.

B. Technische Ergebnisse der Untersuchungen

=====

Die Heubelüftung bietet im Vergleich zur Bodentrocknung und Grassilagegewinnung technische Probleme mannigfaltiger Art. Diese sind nicht nur beim Einsatz der Lade- und Fördermaschinen gegeben, sondern betreffen in sehr starkem Maße den Betrieb der Heubelüftungsanlagen selbst.

I. Leistungsvermögen, Eignung und Kraftbedarf verschiedener Heuwerbungsmaschinen

Von der Praxis wurde schon wiederholt darauf hingewiesen, daß manche Heuwerbungsmaschinen sich bei der Verarbeitung von halb abgetrocknetem Futter mit 45 - 30 % Feuchtigkeit anders verhalten, als man es bei vollkommen trockenem oder grünem Material gewöhnt war. Im Rahmen der zweijährigen Untersuchungen konnte eine Reihe von Maschinen hinsichtlich ihres Leistungsvermögens und Kraftbedarfes sowie ihrer Eignung für derartiges Futter geprüft werden. Zuvor erscheint es jedoch notwendig, etwas näher auf die sogenannten Zwischenbearbeitungsgeräte einzugehen.

1. Zwischenbearbeitungsgeräte

Bei jeder Art der Heuwerbung und ganz besonders zur Heubelüftung muß auf schnelles und gleichmäßiges Abtrocknen des Futters geachtet werden. Dieses Ziel läßt sich früher erreichen, wenn in einem Schlepperarbeitsgang gemäht und gezettet wird. Ein unbearbeiteter Schwad trocknet zwar oberflächlich ab, bleibt aber unten noch vollkommen grün. Hierdurch wird die Trocknungszeit im Freien unnötig verlängert. Außerdem können bei der weiteren Bearbeitung die schon trockenen Teile durch Bröckeln verloren gehen.

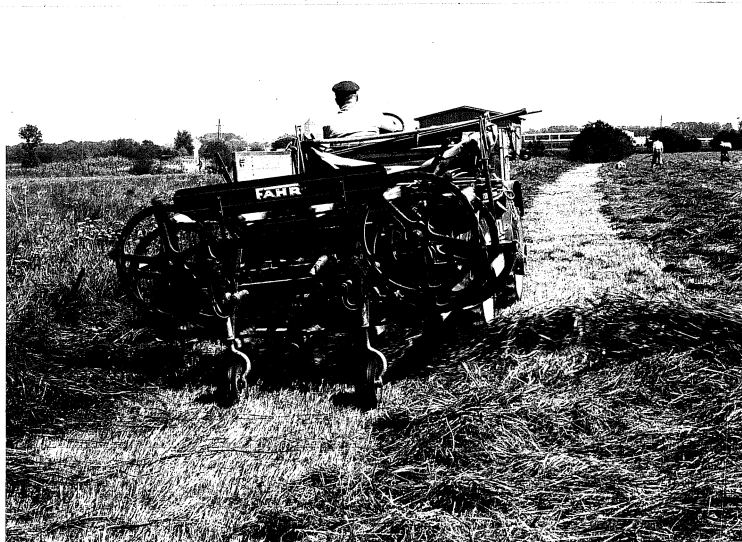
Die Zettarbeit wurde im Rahmen der Versuche mit einem Streifzetter bzw. dem Fahr-Schnellheuer durchgeführt. Beide Maschinen waren an der Dreipunkthydraulik des Mähsehleppers angebaut und leisteten zufriedenstellende Arbeit. Der Schwad wurde einwandfrei verteilt und gelockert. Vorteilhaft ist

beim Streif-Zetter seine einfache und robuste Bauart. Er kann jedoch nur zum Zetten eingesetzt werden. Der Fahr-Schnellheuer läßt sich dagegen bei allen Zwischenbearbeitungsgängen, wie Zetten, Wenden, Schwaden und Schwaden-auseinanderstreuen verwenden.

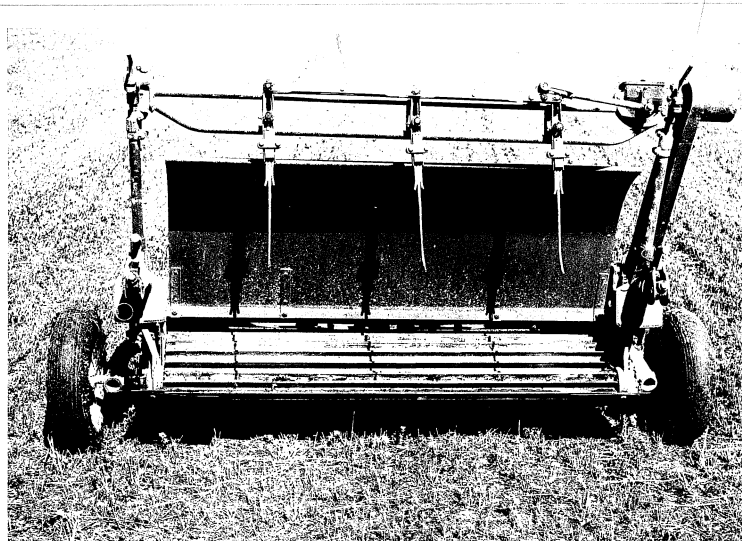
In den USA ist seit längerer Zeit die Methode des sogenannten "hay conditioning" in Gebrauch. Dieses Verfahren soll im Vergleich zu der hier beschriebenen Zettarbeit eine noch schnellere Abtrocknung des Grünfutters im Freien ermöglichen. Um dieses Ziel zu erreichen, wird mittels eines Walzenpaares das Futter sofort nach dem Mähen bzw. im gleichen Arbeitsgang geknickt oder gequetscht, so daß der Pflanzensaft aus dem Stengel austreten und ungehindert verdunsten kann. Im 2. Schnitt 1959 stand ein mit einem U-förmig profilierten Stahlwalzenpaar ausgerüsteter "Knickzetter" zur Verfügung. Zur Prüfung der Brauchbarkeit dieser Maschine wurde eine Nullparzelle in einem Arbeitsgang gemäht und gezettet und im Laufe des Tages noch zweimal gewendet, die gleichzeitig gemähte Testparzelle sofort mit dem Knickzetter bearbeitet und ebenfalls zweimal gewendet. Ein Vergleich der in Abständen von jeweils 2 Stunden gezogene Feuchtigkeitsproben ergab zwischen beiden Methoden keine nennenswerten Differenzen. Dieses Resultat kann auf zwei Ursachen zurückzuführen sein: Einmal wurde aufgrund der weichen Beschaffenheit des Futters (2.Schnitt) keine Knickwirkung erzielt; zum anderen besteht die Möglichkeit, daß die Knickwirkung zu gering war, weil die U-förmig profilierten Walzen einen Pflanzenstengel immer nur in Abständen von einigen Zentimetern brechen. Der letztgenannte Grund dürfte zutreffender sein, denn neuerdings geht man in den USA dazu über, an Stelle von profilierten, glatte Walzen zu verwenden. Glatte Walzen knicken aber den Stengel nicht in Abständen, sondern quetschen ihn der Länge nach und verschaffen auf diese Weise dem Pflanzensaft bedeutend bessere Verdunstungsmöglichkeiten. Hinsichtlich der Brauchbarkeit wäre eine solche Maschine noch in Versuchen zu prüfen.



Mähen und Zetten in einem Arbeitsgang
(Rüttelzetter von Streif)



Gute Durchlüftung des Fütters mit
einem Kettenrechwender



Knickzetter mit U-förmig profilierten
Stahlwalzen.

Für die Wendearbeit waren Heuma und Spänne bei hoher Flächenleistung gleich gut geeignet. Die beste Arbeit lieferten beide Geräte dann, wenn sie mit 10 bis 12 km pro Stunde zügig gefahren wurden. Auch die Schwadarbeit dieser Sternrechwender ist sehr gut. Doch empfiehlt sich zur Erzielung eines sauberen Schwades - Erleichterung der Folgearbeiten - eine etwas verringerte Fahrgeschwindigkeit von 8 bis 10 km pro Stunde.

Zum Auseinanderstreuen der Schwaden sind die Sternrechwender weniger geeignet. Diese Arbeit läßt sich aber durchführen, wenn die Schwaden nicht zu dick sind, entgegengesetzt der Schwadenrichtung gefahren und anschließend sofort gewendet wird. Bessere Anstreuarbeit leistet zweifellos der Fahr-Schnellheuer, aber auch nur unter der in der Praxis gegebenen Voraussetzung, daß vorher mit ihm geschwadet wurde. Schwaden der Sternrechwender sind, ebenso wie die der Schwadreden, zopfartig zusammengedreht; der Schwad des Schnellheuers ist dagegen verzopft zusammengeschoben. Dank ihrer hohen Flächenleistung eignen sich die Sternrechwender besonders gut zum Nachrechen, soweit dies noch erforderlich ist.

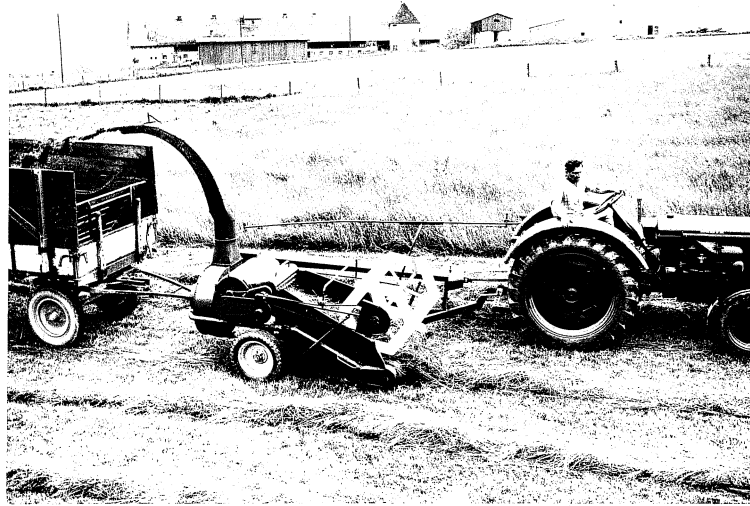
Als Kraftquelle ist bei allen hier genannten Maschinen und Arbeiten einschließlich dem Mähen und Zetten in einem Arbeitsgang ein Schlepper mit 12 PS meist ausreichend.

2. Lademaschinen

Der Begriff der Stundenleistung ist der beste Maßstab für die Beurteilung des Leistungsvermögens einer Maschine. Er gibt an, welche Gewichtsmenge irgendeines Materials von einer Maschine in der Zeiteinheit verarbeitet werden kann. In den Abbildungen 7 und 8 (siehe auch Anhangstabelle 1 und 2) sind die Stundenleistungen von den in den Versuchsjahren 1958 und 59 eingesetzten Lademaschinen dargestellt. Als Bezugsgröße wurde die Leistung in dz ursprünglicher Substanz je Stunde "Arbeitszeit am Ort" oder auch "reiner Arbeitszeit" gewählt. Unter "ursprünglicher Substanz" ist hier ein Futter mit ver-

schiedenem Feuchtigkeitsgehalt zu verstehen, je nach dem, ob es siliert, belüftet und bodengetrocknet werden sollte. Zur besseren Vergleichbarkeit ist neben der Leistung dz/h ursprüngliche Substanz noch die Leistung dz/h Trockenmasse errechnet.

In der Versuchsperiode 1958 (Abb.7) konnte mit einem Trommelfeldhäcksler im Verlauf der beiden Schnitte Futter von 55 - 20 % Feuchtigkeit verarbeitet werden. Anhand der ermittelten Stundenleistungen ist zu erkennen, daß der Trommelfeldhäcksler in der ursprünglichen Substanz die besten Leistungen erreicht, wenn das Futter über 50 % bzw. unter 24 % Wassergehalt aufweist, es also entweder noch grün oder schon fast trocken ist. Die geringste Leistung liegt dagegen in dem Bereich, der gerade für die Heubelüftung besonders interessant ist. Ähnlich verhält sich auch die Leistung dz/h Trockenmasse, wobei aber gegenüber dem grünen Bereich bei niedrigen Feuchtigkeitsgehalten deutlich eine Leistungsspitze festgestellt werden kann. Ob dieses unterschiedliche Leistungsvermögen mit den Eigenschaften eines Trommelfeldhäckslers zusammenhängt oder ein allgemeines Kennzeichen des Feldhäckslers ist, war in der zweiten Versuchsperiode nachzuprüfen. Zu diesem Zweck wurde ein Scheibenradfeldhäcksler (amerikanisches Fabrikat) eingesetzt, der im Feuchtigkeitsbereich um 55 % die Leistungen des Trommelfeldhäckslers sowohl in der ursprünglichen Substanz als auch in der Trockenmasse erheblich übertraf. Bei einem Wassergehalt von 25 - 20 % waren dagegen die Leistungen beider Maschinen annähernd gleich. Leider konnten für den Scheibenradfeldhäcksler mit Belüftungsheu (45 - 30 % Feuchtigkeit) keine Stundenleistungen ermittelt werden. Demzufolge bleibt die Frage offen, ob die Leistung des Scheibenradfeldhäckslers in diesem Feuchtigkeitsbereich ebenfalls stark absinkt, noch kann eine gültige Aussage darüber gemacht werden, welches Feldhäckslersystem für die Bergung von Belüftungsheu geeigneter ist.



Trommelfeldhäcksler bei der Ernte
von Belüftungsheu



Parallelbetrieb mit einem Scheibenrad-
feldhäcksler.

Abb. 7

Stundenleistungen der im Versuchsjahr 1958 eingesetzten Lademaschinen (reine Arbeitszeit ohne Rüstzeiten)

| Werbungsverfahren und Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Aufbereitungsform | Wassergehalt % | Leistung dz/h an | | Leistung dz/h | | AK-Besatz |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------|
| | | | | | urspr. Substanz | Trockenmasse | urspr. Substanz | Trockenmasse | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | | 0 10 20 30 40 50 60 70 80 dz/h | | | | |
| 1. Schnitt | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 55,05 | | | 33,4 | 15,0 | 1 |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 50,30 | | | 35,4 | 17,6 | 1 |
| 1. " | " | " | LH | 44,51 | | | 23,0 | 12,8 | 1 |
| 1. " | " | " | LH | 33,28 | | | 19,0 | 12,7 | 1 |
| 2. " | " | " | LH | 28,19 | | | 33,4 | 26,0 | 1 |
| 2. " | " | " | LH | 20,10 | | | 27,9 | 22,3 | 1 |
| 1. " | Hochdruckpresse | Abziehwagen | B ²⁾ | 26,15 | | | 26,7 | 19,7 | 2 |
| 2. " | " | Nor. Erntewagen | B | 28,14 | | | 33,0 | 25,7 | 3 |
| 2. " | Seitenfuderlader | Wagen mit Rundumladegatter | L ³⁾ | 21,94 | | | 40,0 | 31,2 | 1 |
| 2. " | " | Nor. Erntewagen | L | 21,94 | | | 40,8 | 31,8 | 4 |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Heckfuderlader | Nor. Erntewagen | L | 26,52 | | | 29,1 | 21,4 | 4 |
| 1. " | Von Hand | " " | L | 26,52 | | | 28,1 | 20,6 | 5 |
| 2. " | " " | " " | L | 14,31 | | | 24,2 | 20,7 | 5 |
| | | | | | 0 10 20 30 40 50 60 70 80 dz/h | | | | |

¹⁾ LH = Langhäcksler (6-12 cm)

²⁾ B = Ballenheu

³⁾ L = Langheu

Abb: 8

Stundenleistungen der im Versuchsjahr 1959 eingesetzten Lademaschinen (reine Arbeitszeit ohne Rüstzeiten)

| Werbungsverfahren und Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Auf- bereitungs- form | Wasser- gehalt % | Leistung dz/h an | | Leistung dz/h | | AK- Besatz |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| | | | | | urspr. Substanz Trockenmasse | Trocken- masse | urspr. Substanz | Trocken- masse | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Scheibenradfeldhäcksl. | Abziehwagen | KH ⁵⁾ | 59,73 | | 55,3 | 22,3 | 1 | |
| 1. " | " | Selbstentladewagen | KH | 58,00 | | 68,7 | 28,9 | 2 | |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Scheibenradfeldhäcksl. | Abziehwagen | KH | 24,31 | | 27,5 | 20,8 | 1 | |
| 2. " | " | " | KH | 25,74 | | 28,3 | 21,0 | 1 | |
| 1. " | Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B | 31,84 | | 39,5 | 26,9 | 3 | |
| 2. " | " | " | B | 32,53 | | 42,6 | 28,7 | 3 | |
| 1. " | " | Abziehwagen mit Aufbau | B | 30,69 | | 35,1 | 24,3 | 3 | |
| 2. " | " | " ohne " | B | 28,06 | | 39,8 | 28,6 | 3 | |
| 1. " | Kopffuderlader | Nor. Erntewagen | L | 33,13 | | 32,9 | 22,0 | 3 | |
| 1. " | Frontlader Typ a ¹⁾ | Wagen mit Stangenaufbau | L | 40,35 | | 22,8 | 13,6 | 1 | |
| 2. " | " " a | " " " | L | 30,41 | | 19,8 | 13,8 | 1 | |
| 2. " | " " b ²⁾ | " " " | L | 25,97 | | 20,5 | 15,2 | 1 | |
| 2. " | " " c ³⁾ | " " " | L | 25,43 | | 14,8 | 11,0 | 1 | |
| 2. " | " " d ⁴⁾ | " " " | L | 26,10 | | 14,8 | 10,9 | 1 | |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Kopffuderlader | Nor. Erntewagen | L | 15,00 | | 21,8 | 18,5 | 3 | |
| 2. " | Hochdruckpresse | " | B | 13,78 | | 26,9 | 23,2 | 3 | |

1) Frontlader mit einfacher Gabel und Zange

2) Frontlader mit Siloschwanz und Zange

3) Frontlader mit einfacher Gabel und Zange

4) Frontlader mit einfacher Gabel ohne Zange

5) KH = Kurzhäcksel (2-6 cm)

Zur Feldhäckslerarbeit ist weiterhin bemerkenswert, daß im Parallelverfahren (Abb. 8, Scheibenradfeldhäcksler mit Selbstentladewagen) gegenüber dem Anhängetrieb eine erhebliche Steigerung der Stundenleistung möglich ist. Im Parallelbetrieb wird der Erntewagen nicht an den Feldhäcksler angehängt, sondern von einem zweiten Schlepper gezogen. Die durch den Wegfall des Erntewagens bei der Feldhäckslerzugmaschine freigewordene Motorkraft kommt dann ausschließlich dem Antrieb des Feldhäckslers zugute. Daraus folgt umgekehrt, daß im Parallelverfahren mit einem leichteren Schlepper die gleiche Stundenleistung erreicht werden kann, wozu im Anhängetrieb ein schwerer Schlepper benötigt wird. Diese Tatsache ist besonders für kleinere Betriebe von Bedeutung, die nicht über die für den Anhängetrieb erforderlichen starken Schlepper verfügen. Der im Parallelverfahren allerdings notwendige zweite Schlepper müßte über den Weg der Nachbarschaftshilfe beschafft werden.

Zur Gewinnung von Ballenheu wurde bei den Versuchen eine Schwingkolben-Hochdruckpresse verwendet. Es muß hier aber darauf hingewiesen werden, daß das eingesetzte Fabrikat nicht als Prototyp einer Hochdruckpresse angesprochen werden kann, sondern in der Pressung etwa zwischen Mittel- und Hochdruck liegt. In der Stundenleistung übertraf die Hochdruckpresse (Abb. 7 und 8) bei der Verarbeitung von Belüftungsheu das Leistungsvermögen der getesteten Feldhäcksler. Auch bei der Bergung der Bodentrocknung erzielte sie in der Trockenmasse eine mit dem Belüftungsheu vergleichbare Leistung. Schwankungen im Leistungsvermögen aufgrund unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehaltes, wie beim Trommelfeldhäcksler, wurden dagegen im geprüften Bereich nicht festgestellt. Die Arbeitsweise der Presse im Belüftungsheu war bei einer Ballengröße 54 x 35 x 52 - 80 cm und lockerster Pressung einwandfrei. Futter von über 50 % Feuchtigkeit kann aber sehr wahrscheinlich von der Schwingkolben - Hochdruckpresse nicht mehr ohne erhebliche Störungen bewältigt werden. Hierfür dürften sich Kolbenwagen-Hochdruckpressen besser eignen. Offen steht jedoch in diesem Zusammenhang die Frage, ob Hochdruckballen



Aufsammel-Hochdruck-Pressse



Kopffuderlader

mit mehr als 35 % Feuchtigkeit durch die Belüftung einwandfrei nachgetrocknet werden können. An späterer Stelle soll in einem besonderen Abschnitt dieses Problem näher untersucht werden.

Von allen eingesetzten Maschinen besaß der Seitenfuderlader (Abb.7) die größte Ladeleistung. Diese Tatsache ist auf den geräumigen Förderschacht zurückzuführen, der nur dann voll ausgenutzt ist, wenn die Schwaden entsprechend dick sind und relativ schnell gefahren wird. Im Vergleich zum Heckfuderlader mit Bodenantrieb (Abb.7), einem alten Ladermodell, läßt sich eine erhebliche Leistungssteigerung feststellen. Die Ladeleistung des Kopffuderladers (Abb.8) entsprach in der absoluten Höhe der des Heckfuderladers. Wird aber der AK-Besatz mitberücksichtigt, dann schneidet der Kopffuderlader im Leistungsvermögen besser ab. Durch unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt bedingte Schwankungen der Leistung konnte bei den Ladermodellen nicht festgestellt werden. Allerdings stand auch hier kein Futter mit verschiedenem Wassergehalt zur Verfügung. Es ist aber anzunehmen, daß diese Maschinen aufgrund ihrer Bauweise nicht so stark auf unterschiedliche Feuchte reagieren und deshalb zum Laden von Belüftungsheu geeignet sind.

Der Frontlader hat zwar von allen geprüften Maschinen das geringste Leistungsvermögen, es muß aber berücksichtigt werden, daß die Ladearbeit von einer Person allein durchgeführt werden kann, und daß dieses Gerät sehr vielseitig verwendbar ist. Eine Betrachtung der Abb.8 zeigt in der Haupttendenz für die ursprüngliche Substanz mit sinkendem Wassergehalt abnehmende Leistung. Etwaige Abweichungen sind auf die besondere Eignung des betreffenden Fabrikates zurückzuführen. Als bester Frontlader mit dem größten Leistungsvermögen dürfte der Typ b gelten. Dieser unterscheidet sich von Typ a insofern als an Stelle der deutschen Gabel ein norwegischer Siloschwanz mit dünnen und sehr langen Federstahlzinken eingehängt wurde. Nachteilig hinsichtlich der Ladeleistung wirkte sich das Fehlen von Zangen aus (Typ d), die das Futter auf der Gabel



Die Heugabel des Frontladers ist mit einer Zange ausgerüstet, die sich beim Anheben schließt und das Zurückfallen des Futtefs verhindert.



Das Beladen des Wagens ohne Packperson ist möglich, wenn Rundumladegatter oder senkrecht stehende Rungen vorhanden sind.

beim Hochheben und während des Transportes zum Wagen festhalten. Zur Erzielung großer Ladeleistungen ist zu verlangen, daß die Bedienungshebel von Frontlader und Schlepper übersichtlich in greifbarer Nähe angeordnet sind, und daß sich der Schlepper leicht in entsprechende Vorwärts- und Rückwärtsgänge schalten läßt. Des weiteren muß der Schlepperfahrer fahrerisches Geschick besitzen und mit der Funktion der einzelnen Hebel vollkommen vertraut sein. Um bei der Frontladerarbeit die Packperson auf dem Erntewagen einzusparen, wird dieser am besten mit senkrecht stehenden Rungen oder einem einfachen vierteiligen Rundumladegatter ausgerüstet. Das vordere und hintere Stück des Rundumladegatters sollte während der Ladearbeit abnehmbar sein und erst dann wieder eingesetzt werden, wenn der Ladezustand des Wagens es erfordert. Zum Laden von Belüftungsheu ist der Frontlader gut geeignet, insbesondere in Kleinbetrieben, wo er oft das einzige Ladegerät darstellt.

Bei Lademaschinen mit Pick-up ist allgemein zu bemerken, daß die Fahrgeschwindigkeit des Schleppers auf die Einzugs geschwindigkeit der Pick-up-Einrichtungen abgestimmt werden muß, andernfalls sind Störungen nicht zu vermeiden. Fernerhin ist die Ausrüstung des Zugschleppers mit Kriechgängen und Motorzapfwelle sehr vorteilhaft.

Die Ladeleistung bei der Handarbeit lag in unseren Versuchen recht hoch, erfordert jedoch naturgemäß einen hohen AK-Besatz. Ebenfalls sehr unterschiedlich verhalten sich die erforderlichen Schlepper-PS. Beide hier genannten Feldhäckslertypen benötigen in der Regel im Antriebsbetrieb als Zug- und Antriebskraft 35 PS. Wird dagegen im Parallelbetrieb gearbeitet, so genügen 30 PS, um die Leistungen zu erzielen, die im Antriebsverfahren mit einem 35 PS-Schlepper erreicht werden. Versuche, den Trommelfeldhäcksler auch mit 24 PS zu betreiben, befriedigten wegen starker Leistungsabnahme nicht. Zum Betrieb der Hochdruckpresse sind einschließlich Erntewagen etwa

28 - 30 PS notwendig. Die Ladermodelle kommen vergleichsweise mit leichteren Schleppern aus. Um die in Abb. 7 und 8 angegebenen Leistungen annähernd zu erfüllen, dürften 20 - 24 PS angebracht sein. Die für die verschiedenen Frontladertypen ermittelten Leistungsangaben beziehen sich nur auf Schlepper mit 24 PS.

3. Fördermaschinen

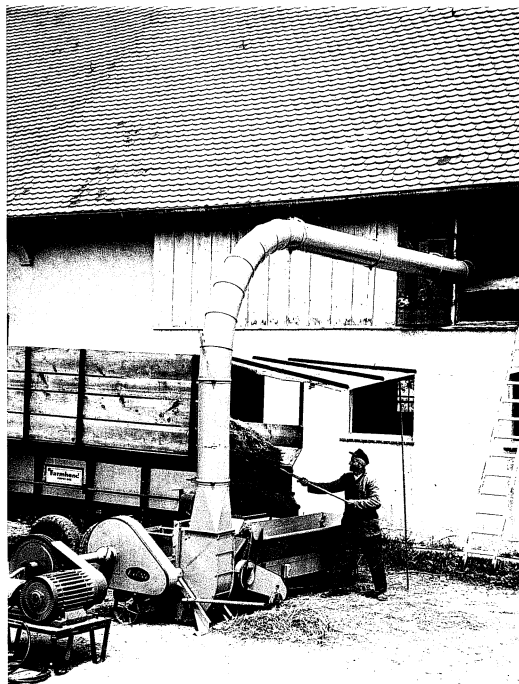
In gleicher Weise wie bei den Lademaschinen sind in Abb. 10 und 11 die Stundenleistungen der Fördermaschinen dargestellt (siehe auch Anhangstabelle 2 und 3).

Eine Betrachtung der Abb. 10 zeigt sehr deutlich, daß auch die Fördergebläse in ihrem Leistungsvermögen auf unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt des Futters reagieren. Beim Wurfgebläse sinkt für Langhäcksel (Schnittlänge 6-12 cm) in der ursprünglichen Substanz mit abnehmenden Wassergehalt die Leistung stark ab. Dieses Verhalten kann als gesichert angenommen werden, obwohl nur drei Vergleichswerte vorliegen. Interessant ist jedoch die Tatsache, daß in Bezug auf die Trockenmasse die Förderleistung annähernd gleich bleibt. Beim Schneidgebläse ohne bzw. mit Messer sind in etwa die Verhältnisse umgekehrt. (Das Schneidgebläse ohne Messer unterscheidet sich von dem mit Messer, daß an Stelle der Häckselzuführungsmulde eine Einwurfmulde für Langgut vorgesetzt und drei feststehende Messer eingebaut wurden.) Hier steigt im Vergleich zum Wurfgebläse sowohl in der ursprünglichen Substanz als auch in der Trockenmasse mit abnehmendem Feuchtigkeitsgehalt die Stundenleistung an. In Abb. 9 ist die Reaktion der beiden Gebläsetypen auf Futter mit verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt graphisch dargestellt.

Das unterschiedliche Verhalten der beiden Förderer beruht auf deren Arbeitsprinzip. Der Wurfförderer eignet sich aufgrund seiner Konstruktion mehr für schweres Naßgut, während das Schneidgebläse wegen seiner mehr pneumatischen Arbeitsweise besser leichtes Trockengut fördert. Die Einlagerung von Befeuchtungshen mit 45 - 30 % Feuchtigkeit fällt demnach für beide Gebläsetypen nicht in den Bereich des höchsten Wirkungsgrades.

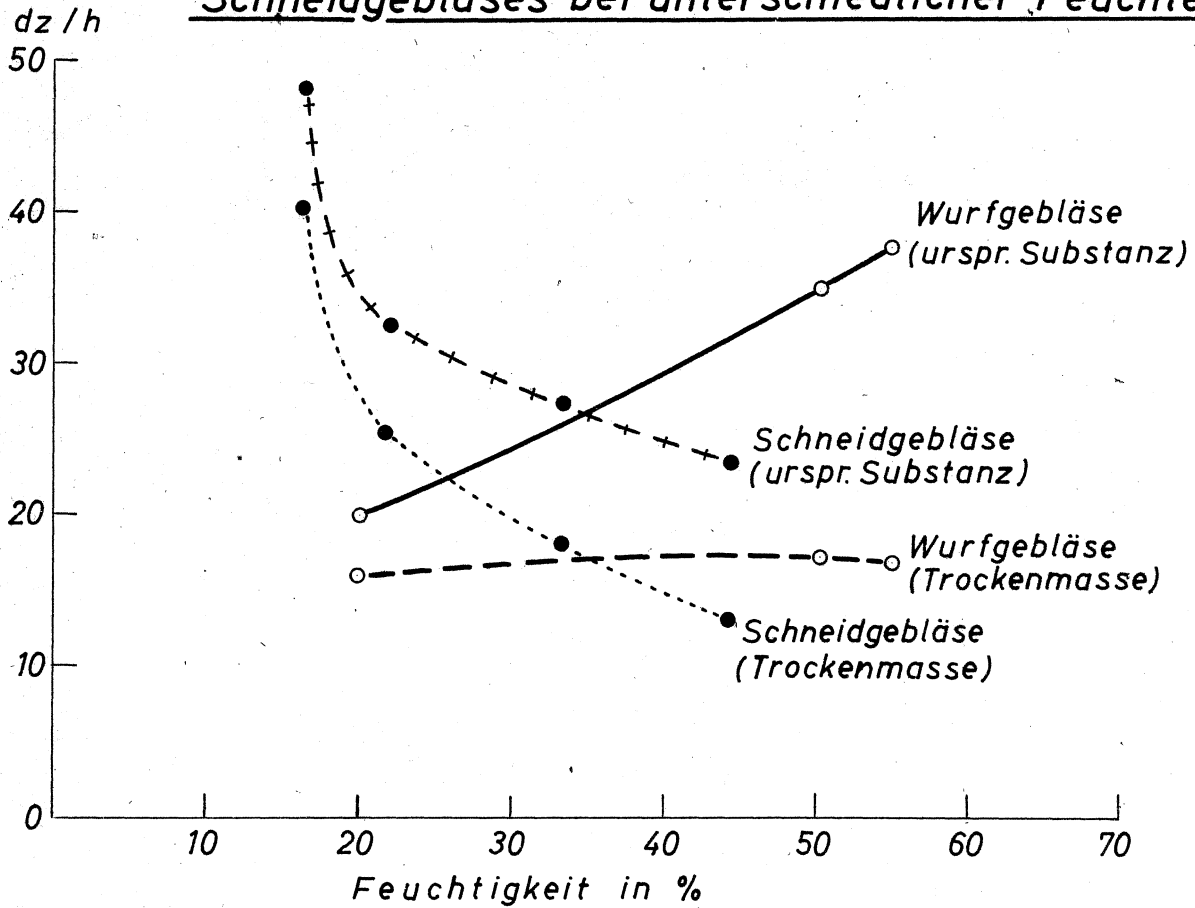


Annahmegebläse und mechanische Wagen-
entleerung nach hinten.



Beschickung eines Schneidgebläses mit ver-
fahrbarer Häckselzuführungsmulde durch einen
Wagen mit Kratzerkette.

Abb: 9 Stundenleistungen eines Wurfgebläses und eines Schneidgebläses bei unterschiedlicher Feuchte



Wie aus einem Vergleich der Abbildungen 10 und 11 weiterhin hervorgeht, bewirkt die Verminderung der Häcksellänge von 6-12 auf 2-6 cm bei beiden Fördergebläsen eine erhebliche Leistungssteigerung. Es ist verständlich, daß sich mit kürzerem Häcksel ein Gebläse wesentlich gleichmäßiger beschicken läßt als das bei Langhäcksel der Fall ist. Gerade bei Belüftungsheu von 45 - 30 % Feuchte ist zur Erzielung befriedigender Leistungen die gleichmäßige Beschickung der Gebläse von besonderer Bedeutung. Der Betrieb ergab, daß unregelmäßige Zufuhr sehr schnell zu Rohrverstopfungen führte, die nur zeitraubend zu beheben waren und den gesamten Arbeitsablauf störten. Lediglich völlig trockenes Heuhäcksel wurde vom Schneidgebläse in der Menge ohne Rohrverstopfungen bewältigt, die es gerade zu schlucken vermochte. Im übrigen wurde bei allen

Arbeiten versucht, die größtmögliche Leistung der Gebläse zu erreichen.

Zum Problem der Häcksellänge darf an dieser Stelle noch folgendes gesagt werden: Es ist bekannt, daß Heuhäcksel um so dichter lagert je kürzer und feuchter es eingebracht wurde. Das dichter lagernde Häcksel bietet der Belüftungsluft einen größeren Widerstand, die Luftfördermenge der Lüfter sinkt mit steigendem Druck ab, sodaß eine ausreichende Belüftung nicht mehr gewährleistet ist. Für Belüftungsheu kann daher eine Häcksellänge unter 6 - 12 cm nicht empfohlen werden. Die Leistung der Fördergebläse könnte nur durch Verwendung größerer Rohrdurchmesser verbessert werden.

Neben der Häcksellänge beeinflusst auch das Abladeverfahren sehr stark die gleichmäßige Beschickung der Gebläse. Das von Ketten gezogene Abzugsschild preßt während des Abladens die Wagenladung zusammen und befriedigt bei Belüftungsheuhäcksel nicht in gleicher Weise wie bei Silagematerial. Belüftungsheuhäcksel verfilzt durch den Transport wegen einer etwas größeren Schnittlänge und anderen Feuchtigkeitsverhältnissen sowieso schon wesentlich stärker. Tritt zu der Verfilzung noch die Preßwirkung des Abzugsschildes, dann ist es verhältnismäßig mühsam, durch Herunterreißen des längeren Häcksels mit einem Misthaken eine gleichmäßige Gebläsebeschickung zu erreichen. Diese Arbeit wird etwas erleichtert, wenn an Stelle des Abzugsschildes Rollböden oder Kratzerketten zum Abziehen verwendet werden, die die Ladung nicht so stark zusammenpressen. Weiterhin ist es durchaus nicht unwesentlich, ob der Häckselwagen im Parallelverfahren oder im Anhängetrieb gefüllt wurde. Beim Parallelverfahren liegt das Häckselgut etwas lockerer und ist besser über die ganze Wagenlänge verteilt, während es im Anhängetrieb mehr in die hintere Wagenhälfte zusammengeballt wird.

Technisch besonders günstig für das schwierig zu handhabende Belüftungsheuhäcksel ist der Selbstentladewagen, welcher nach Art der Stallmiststreuer mit Abfräswalzen versehen ist. Der Selbstentladewagen erlaubt eine völlig mechanische Beschickung

Abb. 10

Stundenleistungen der im Versuchsjahr 1958 eingesetzten Fördermaschinen (reine Arbeitszeit ohne Rüstzeiten)

| Werbungsverfahren und Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Aufberei- tungs- form | Wasser- gehalt % | Leistung dz / h an | | Leistung dz / h | | AK- Besatz |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------|---------------|
| | | | | | urspr. Substanz Trockenmasse | | urspr. Substanz | Trocken- masse | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 55,05 | | | 37,3 | 16,8 | 2 |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 50,30 | | | 34,8 | 17,3 | 1 |
| 2. " | " | " | LH | 20,10 | | | 19,8 | 15,8 | 1 |
| 1. " | Schneidgebläse o. Messer | " | LH | 44,51 | | | 23,4 | 13,0 | 2 |
| 1. " | " " " | " | LH | 33,28 | | | 27,2 | 18,1 | 2 |
| 2. " | " mit " | Nor. Erntewagen | L ²⁾ | 21,94 | | | 32,4 | 25,3 | 3 |
| 2. " | " " " | " " | L | 16,48 | | | 48,2 | 40,3 | 3 |
| 1. " | Heuzange | " " | B ³⁾ | 26,15 | | | 42,2 | 31,2 | 4 |
| 2. " | " | " " | B | 22,24 | | | 36,5 | 28,4 | 4 |
| 1. " | Höhenförderer | " " | B | 26,15 | | | 73,4 | 54,2 | 4 |
| 2. " | " | " " | B | 22,24 | | | 81,8 | 63,6 | 4 |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Von Hand (erdlastig) | Nor. Erntewagen | L | 26,52 | | | 34,9 | 25,6 | 4 |
| 2. " | " " (") | " " | L | 14,31 | | | 32,6 | 27,9 | 4 |

¹⁾ LH = Langhäcksel (6-12 cm)

²⁾ L = Langheu

³⁾ B = Ballenheu

Abb. 11

Stundenleistungen der im Versuchsjahr 1959 eingesetzten Fördermaschinen (reine Arbeitszeit ohne Rüstzeiten)

| Werbungsverfahren und Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Aufbereitungsform | Wassergehalt % | Leistung dz/h an | | Leistung dz/h | | AK-Besatz |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--|-----------------|--------------|-----------|
| | | | | | urspr. Subst. Trockenmasse | | urspr. Substanz | Trockenmasse | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | | 0 10 20 30 40 50 60 70 80 dz/h | | | | |
| 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH ¹⁾ | 59,73 | | | 51,4 | 20,7 | 1 |
| 1. " | " | Selbstentladewagen | KH | 57,38 | | | 59,9 | 25,5 | 1 |
| 1. " | Schneidgebläse o. Messer | Abziehwagen | KH | 55,86 | | | 44,6 | 19,7 | 1 |
| 1. " | " " " | Selbstentladewagen | KH | 60,82 | | | 49,1 | 19,2 | 1 |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH | 22,75 | | | 36,3 | 28,0 | 1 |
| 2. " | " | " | KH | 25,74 | | | 31,6 | 23,5 | 1 |
| 1. " | " | Selbstentladewagen | KH | 31,29 | | | 33,4 | 22,9 | 1 |
| 1. " | Heuzange | Nor. Erntewagen | L ²⁾ | 33,13 | | | 53,6 | 35,8 | 4 |
| 2. " | " | " " | L | 26,43 | | | 35,1 | 25,8 | 4 |
| 1. " | Flur- und Höhenförderer | Nor. Erntewagen | B ³⁾ | 31,84 | | | 78,0 | 53,2 | 3 |
| 2. " | " " " | " " | B | 31,04 | | | 99,1 | 68,3 | 3 |
| 1. " | " " " | Abziehwagen mit Aufbau | B | 30,69 | | | 70,4 | 48,8 | 3 |
| 2. " | " " " | " ohne " | B | 27,70 | | | 90,7 | 65,6 | 3 |
| 2. " | "Bolas" Heuverteiler | Abziehwagen | LH ⁴⁾ | 31,22 | | | 48,5 | 33,4 | 2 |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | | |
| 1. Schnitt | Höhenförderer | Nor. Erntewagen | L | 15,00 | | | 42,0 | 35,7 | 3 |
| 2. " | Von Hand (erdlastig) | " " | B | 13,78 | | | 67,7 | 58,4 | 3 |
| | | | | | 0 10 20 30 40 50 60 70 80 dz/h | | | | |

¹⁾ KH = Kurzhäcksel (2-6 cm)

²⁾ L = Langheu

³⁾ B = Ballenheu

⁴⁾ LH = Langhäcksel (6 - 12 cm)

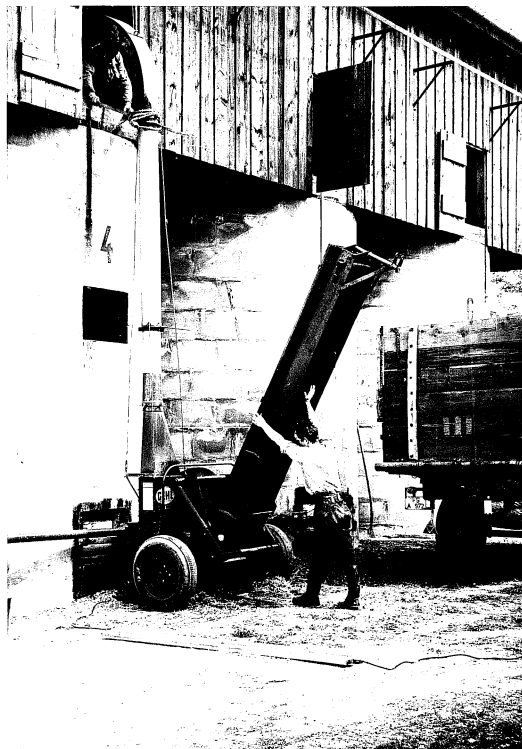
der Fördergebläse mit Häcksel ohne jegliche Handarbeit. Er kann daneben auch noch sehr vorteilhaft zu Fütterungsarbeiten im Viehstall eingesetzt werden. Der Antrieb der Abfräswalzen erfolgt zweckmäßigerweise über die Zapfwelle des Zugschleppers. Die Verwendung einer elektrischen Antriebsquelle ist möglich, beansprucht aber vermehrte Rüstzeiten. Beide Selbstentladungswagen, die in den Versuchen benutzt wurden, leisteten zufriedenstellende Arbeit. Ihr Einsatz kann wegen der gleichmäßigeren Beschickung des Gebläses eine nennenswerte Steigerung der Gebläseförderleistung bewirken (siehe Abb.11).

Eine ganz besonders günstige Form zur Häckseleinlagerung auf Belüftungsanlagen mit rechteckigem Grundriß bietet der amerikanische "Bolas"-Heuverteiler. Er ermöglicht eine vollkommen mechanische Verteilung des Häckselgutes über die ganze Länge und Breite einer Flachanlage, ohne daß der Heustock betreten zu werden braucht. Damit ist eine außerordentlich wichtige Forderung erfüllt, die bei der Einlagerung von Belüftungsheu zu stellen ist. Auf eine Beschreibung der technischen Einzelheiten kann hier verzichtet werden, weil sie im Kapitel B II, Abschnitt 1 vorgenommen werden soll. Die Verteilerarbeit dieser Fördermaschine war hervorragend, allerdings wirken sich Ziehstöpsel wegen Windschattenbildung nachteilig aus. In der Leistung übertrifft der Heuverteiler (Abb.11) unter Berücksichtigung gleicher Feuchtigkeitsverhältnisse ganz erheblich die Förderleistung der beiden Gebläse.

Mit der Heuzange oder dem Greifer, der in sehr vielen landwirtschaftlichen Betrieben schon vorhanden ist, konnte im Rahmen der Untersuchungen die Einlagerung von Ballen- und Langheu geprüft werden. (Abb.10 und 11) Ein Vergleich der Ergebnisse zeigt, daß das Leistungsvermögen der Heuzange durchaus den Höchstleistungen der Gebläse entspricht. Bemerkenswert ist aber bei Langheu im 2. Schnitt ein starker Abfall der Fördermenge je Stunde. Ursache war die geringere Futterlänge, die gegenüber dem längeren Material des 1.Schnittes



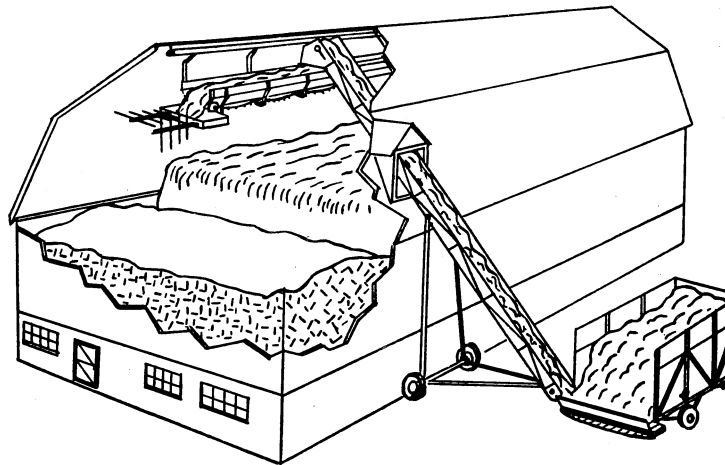
Selbstentladewagen mit Querförderband
und Verteilerwalzen beim Beschicken
eines Förderbandes.



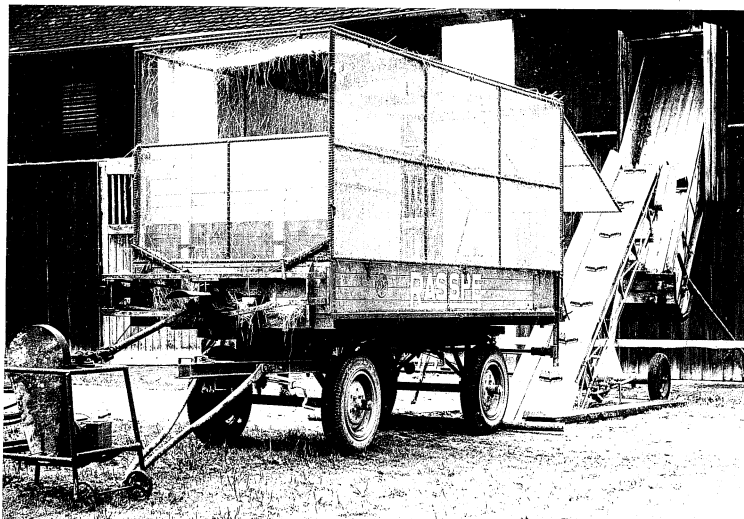
Aufklappbare Fördermulde
an einem Wurf-Gebläse.

nur kleinere Zangenladungen zuließ. Des weiteren verdienen die Zinkenformen besondere Beachtung. Die bisher in den Greifern eingebauten Zinken sind für Belüftungsheu un Zweckmäßig, weil sie nur schwer in das feuchte Futter einzustecken sind. Eine Erprobung verschiedener Zinkenformen ergab keine deutlichen Leistungsunterschiede. Für die Einlagerung von Belüftungsheu dürften sich aber dünne, verchromte Zinken mit rundem Querschnitt oder solche mit quadratischem Querschnitt (Schneidwirkung) am besten eignen.

Die absolut höchsten Stundenleistungen wurden mit dem stationären Höhenförderer (verbunden mit Querförderer) bei der Balleneinlagerung erzielt. Ein Vergleich der in den Abbildungen 10 und 11 dargestellten Leistungszahlen ergibt, daß zwischen dem 1. und 2. Schnitt Differenzen in der Fördermenge bestehen, obwohl das Arbeitsverfahren gleich ist. Diese Differenzen beruhen auf unterschiedlicher Ballengröße. Im 1. Schnitt wurden nämlich jeweils Ballen von 54 x 35 x 55 und im 2. solche von 54 x 35 x 80 cm Größe gepreßt, welches besagt, daß die Förderleistung mit der Ballengröße zunimmt. In der Handhabung sind aber gerade bei Belüftungsheu kleinere Ballen nicht nur wegen ihres niedrigeren Gewichtes, sondern auch aufgrund einer schnelleren und besseren Nachtrocknung in der Belüftungsanlage vorzuziehen. Gegenüber dem direkten Einwerfen der Ballen vom Wagen in den Höhenförderer (Abb.10) kann bei gleichbleibender Leistung am Abladeort von zwei Personen eine Arbeitskraft eingespart werden, wenn dem Höhenförderer ein überfahrbaref Flurförderer vorgeschaltet wird. (Abb.11) Der Erntewagen ist in diesem Falle parallel zum Flurförderer aufzustellen, damit der Arbeitsweg gleich bleibt und die Ballen nicht mühsam über die Wagenlänge zu transportieren sind. Nach dem Hochstellen der seitlichen Überfahrten des Flurförderers zu einer Mulde lassen sich die Ballen ohne Schwierigkeiten abladen. Bei senkrechter Wagenaufstellung kann dagegen unter Wahrung hoher Förderleistungen die Abladearbeit nur dann von einer Person durchgeführt werden, wenn die Möglichkeit besteht, die Ballen mittels einer Entladevorrichtung nach hinten abzuführen. Hierzu wurden dieselben Abziehwagen eingesetzt, wie sie bereits bei der Feldhäcksler-



Häckseleinlagerung mit Selbstentladewagen über Höhenförderer und Verteilereinrichtung auf eine Heubelüftungsanlage.



Beschickung eines Höhenförderers mit Häckselgut über einen zusätzlichen Schrägförderer

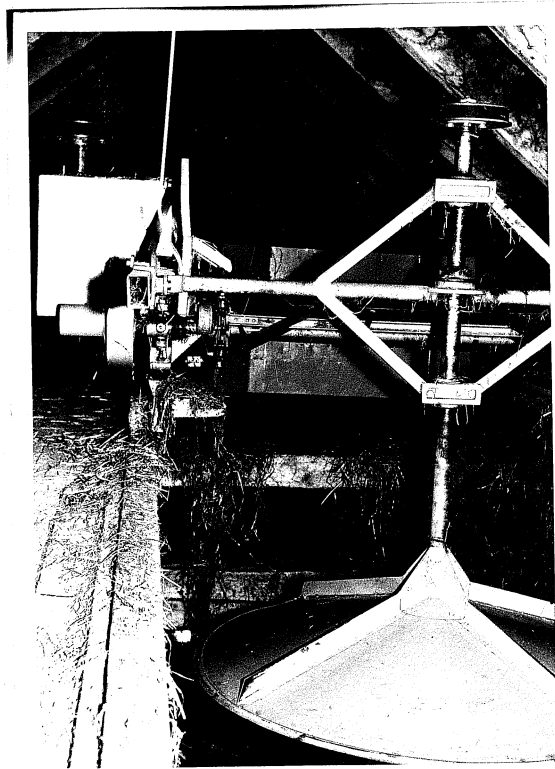
arbeit Verwendung fanden. In den Versuchen stellte sich aber heraus, daß es wegen höherer Ladegewichte bei der Balleneinlagerung zweckmäßiger ist, die Häckselaufbauten zu entfernen und nur die Abzugsvorrichtung am Wagen zu belassen. Diese Maßnahme dürfte sich auch günstig auf die Abladeleistung auswirken.

Nachteilig waren beim Höhenförderer die etwas zu kurzen Zinken an der Förderkette zu beurteilen. Auf halber Höhe lösten sich im relativ steilen Förderschacht (55°) häufig Ballen von den Zinken und fielen wieder zum Schachtanfang hinunter. Über die Förderwanne gespannte Drähte, die das Zurückrollen verhindern sollten, zeigten nicht den erwarteten Effekt. Wahrscheinlich dürfte eine Verlängerung und Verstärkung der Zinken wirkungsvoller sein. Den Versuchsbeobachtungen zufolge neigten längere Ballen nicht so stark zum Rollen. Diese sind aber aus den bereits genannten handhabungsmäßigen und belüftungstechnischen Gründen abzulehnen. Vermindertes Rollen konnte gleichfalls mit dem Einsatz des Flurförderers festgestellt werden. Den besten Erfolg brachte jedoch die Verminderung der Kettengeschwindigkeit des Höhenförderers auf $0,66 \text{ m/s}$. Durch diese Maßnahme konnte das Zurückrollen der Ballen fast ganz verhindert werden, weil die große Beschleunigung in dem Augenblick, in dem die Ballen von den Mitnehmerzinken erfaßt wurden, vermieden wurde. Neben Ballen und Häcksel ermöglicht der Höhenförderer selbstverständlich auch die Langheueinlagerung. Leider war eine Prüfung des Höhenförderers mit Langheu für die Heubelüftung im Rahmen der Untersuchungen nicht durchführbar.

Wurf- und Schneidgebläse wurden zur Feststellung des Kraftbedarfes von einem 28 kW Elektromotor angetrieben. Die Messungen ergaben, daß für das Wurfgebläse bei Grassilierung $11,5 \text{ kW}$ und bei Belüftungsheu 7 kW erforderlich sind, während das Schneidgebläse 7 kW benötigte. Demgegenüber weisen Heuzange und Höhenförderer trotz teilweiser wesentlich höherer Leistungen einen geringeren Kraftbedarf auf. Bei der Heuzange sind etwa $2,5 \text{ kW}$ angebracht, der Höhenförderer einschließlich Querförderer beansprucht einen 4 kW -Motor. Insgesamt $4,5 \text{ kW}$,



Über einen Flurförderer werden hier die Heuballen zum eingebauten Höhenförderer gebracht.



Verteileranlage für Langheu, welches mit Höhen- und Querförderern eingelagert werden soll.

die sich auf fünf Einzelmotoren aufteilen, ermöglichen den Betrieb des amerikanischen "Bolas"-Heuverteiler.

II. Betrieb der Belüftungsanlagen

Der Einsatz einer Heubelüftungsanlage lohnt sich nur dann, wenn mit ihrer Hilfe tatsächlich Qualitätsheu erzeugt wird. Wie jede Maschine, so erfordert auch sie einige Sachkenntnis, die sich in der Hauptsache auf eine ordnungsgemäße Einlagerung des Belüftungsheues sowie auf die technisch richtige Durchführung der Belüftung erstreckt.

1. Einlagerung

Um eine möglichst gleichmäßige Durchlüftung des Heues und damit eine günstige Belüftungsdauer zu erreichen, ist eine Einlagerung ohne Verdichtungen notwendig. Diese Forderung ist umso dringender, je feuchter das Heu ist. Verdichtungen entstehen vor allen Dingen an den Abwurfstellen der Fördermaschinen und dort, wo die zum Verteilen im Stock eingesetzten Personen stehen.

Zwei verschiedene, auch bei bodengetrocknetem Heu angewandte Werbungsverfahren führen zur Einlagerung von Belüftungsheuhäcksel.

1. Langheu wird zur leichteren pneumatischen Förderung mit einem Gebläsehäcksler oder Schneidgebläse abgeladen.
2. Einlagerung des feldgehäckselten Belüftungsheues mit einem Wurf- oder Fördergebläse

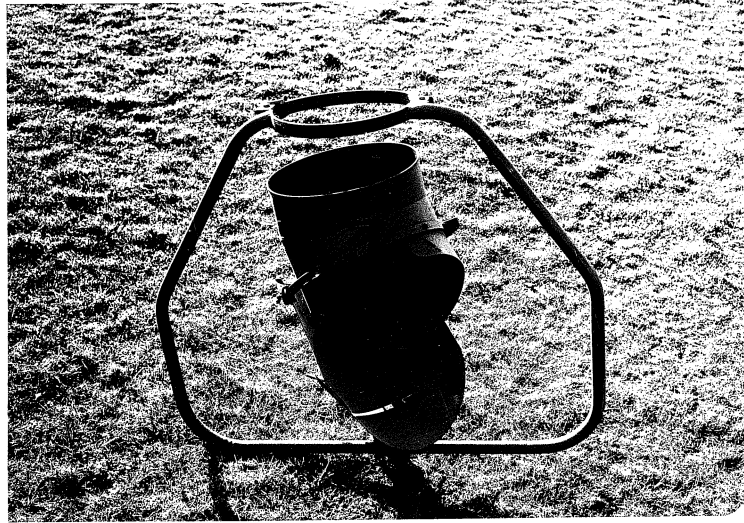
Die bei der Einlagerung von bodengetrocknetem Heu mit einem Gebläse so einfache Verteilung im Stock, die nur durch gelegentliches Verstellen der Ausblasrichtung des letzten Rohres erreicht wird, genügt den Anforderungen der Heubelüftung nicht mehr. Es läßt sich auf diese Weise keine gleichmäßige Befüllung einer Flachanlage erreichen. Durch den längere Zeit auf eine Stelle gerichteten Häckselstrahl lagert sich das Heu örtlich sehr dicht. Die Belüftungsluft dringt nur schlecht in diese

dicht lagernden Gebiete ein. sie fließt stattdessen mehr um sie herum. Die Folge ist ein schlechter Belüftungseffekt. Ein wichtiger Vorteil der Häckseleinlagerung, nämlich keinen Mann im Stock zu benötigen, geht zunächst also durch die Anwendung des Heubelüftungsverfahrens verloren.

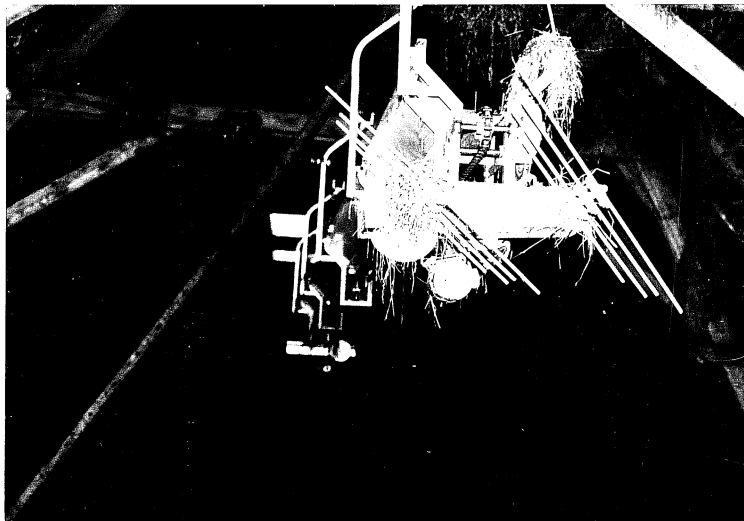
In vielen Fällen ist die Form der Belüftungsanlage, bedingt durch die Gebäudeverhältnisse und die Ausblashöhe der Gebläserohrleitung so ungünstig, daß mindestens eine Arbeitskraft zum Verteilen im Stock eingesetzt werden muß. Jede Arbeit im Stock wird aber durch die starke Staubentwicklung der Fördergebläse, die selbst bei dem feuchten Belüftungsheu auftritt, zur schweren Arbeit. Außerdem sollte ein Betreten des Belüftungsheustockes, um keine Verdichtungen zu verursachen, möglichst ganz vermieden werden, falls erforderlich kann es nur unter Vorsichtsmaßnahmen (Leitern, Bretter) erfolgen, die die Arbeit erschweren. Es liegt daher nahe, nach einer vollkommen mechanischen Verteilmöglichkeit Ausschau zu halten.

Die Teilmechanisierung kann bei günstiger Anlagenform durch einen Mann am Stock erreicht werden, welcher den Ausblas der Rohrleitung dauernd verstellt und so eine hinreichend gleichmäßige Befüllung der Anlage gewährleistet. Ein Gliederrohr als letzter Rohrabschnitt hat sich dabei als brauchbar erwiesen.

Eine wesentliche Verbesserung stellt ein rotierender Ausblaskrümmer dar, welcher entweder durch Rückstoß oder durch einen kleinen E-Motor angetrieben wird. Mit seiner Hilfe können runde Behälter bzw. Heutürme ohne jede Handarbeit gleichmäßig beschickt werden. In Anlagen mit rechteckiger Grundfläche erleichtert er nur die Handarbeit, weil nach jeder Fuhre das Häcksel noch in die Ecken zu verteilen ist. Die Zuführung zu dem um seine senkrechte Achse sich drehenden "Ringverteiler" muß durch ein senkrecht verlaufendes Rohrstück erfolgen. An das meist waagrecht verlegte Zubringerrohr ist daher noch ein 90°-Bogen anzuschließen. Diese starke Umlenkung am Ende der Rohrleitung bildet oft die Ursache von Verstopfungen. Eine gute Befestigung des Ringverteilers ist wichtig, jedoch nicht immer einfach. Soll er nur



Rotierender Ausblaskrümmen zur Häcksel-
verteilung in runden Anlagen, wie bei-
spielsweise in Heutürmen



"Bolas" - Heuverteiler für Häckselgut.

an das Zuleitungsrohr angeflanscht werden, dann muß dieses sehr gut verspannt sein. Wegen der erforderlichen stabilen Befestigung dürfte die Verwendung des Ringverteilers für größere Flachanlagen ausscheiden, weil er hier zu oft versetzt werden muß.

Zur Häckseleinlagerung kommt neben der pneumatischen Förderung noch der Einsatz des Höhenförderers in Frage. Sein Vorteil liegt in der Förderleistung bei nur geringem Kraftbedarf und seiner Unempfindlichkeit gegenüber Belüftungsheu; nachteilig wirken sich im Vergleich zu den Gebläsen die höheren Anlagekosten aus.

Zum Anbau an den bekannten stationären Osterrieder Höhenförderer wurde ein Spezialhäckselverteiler entwickelt. Der Verteiler arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip wie der Schleuderstreuer für Handelsdünger. Von dem unter dem First längs laufenden Querförderer wird das Häcksel auf eine rotierende Scheibe von ungefähr 1,5 m Durchmesser abgeworfen, die schwach geneigt und mit strahlenförmigen Rippen besetzt ist. Durch die Zentrifugalbeschleunigung wird das Häcksel zur Seite geschleudert, wobei die Umkehrung der Drehrichtung der Scheibe die Befüllung eines Raumes rechts und links unterhalb des Querförderers in einer Gesamtbreite von etwa 8 m ermöglicht. Gelegentliches Verschieben des Querförderers führt zu einer gleichmäßigen Beschickung einer rechteckigen Anlage der angegebenen Breite. Der hier beschriebene Verteiler ist auf Gut Hardt der Lotzbeck'schen Gutsverwaltung bei Augsburg eingebaut. Weil dort die Belüftungsanlage breiter als 8 m ist, muß das Häcksel nach einigen Fahren jeweils auf die volle Anlagenbreite auseinandergezogen werden.

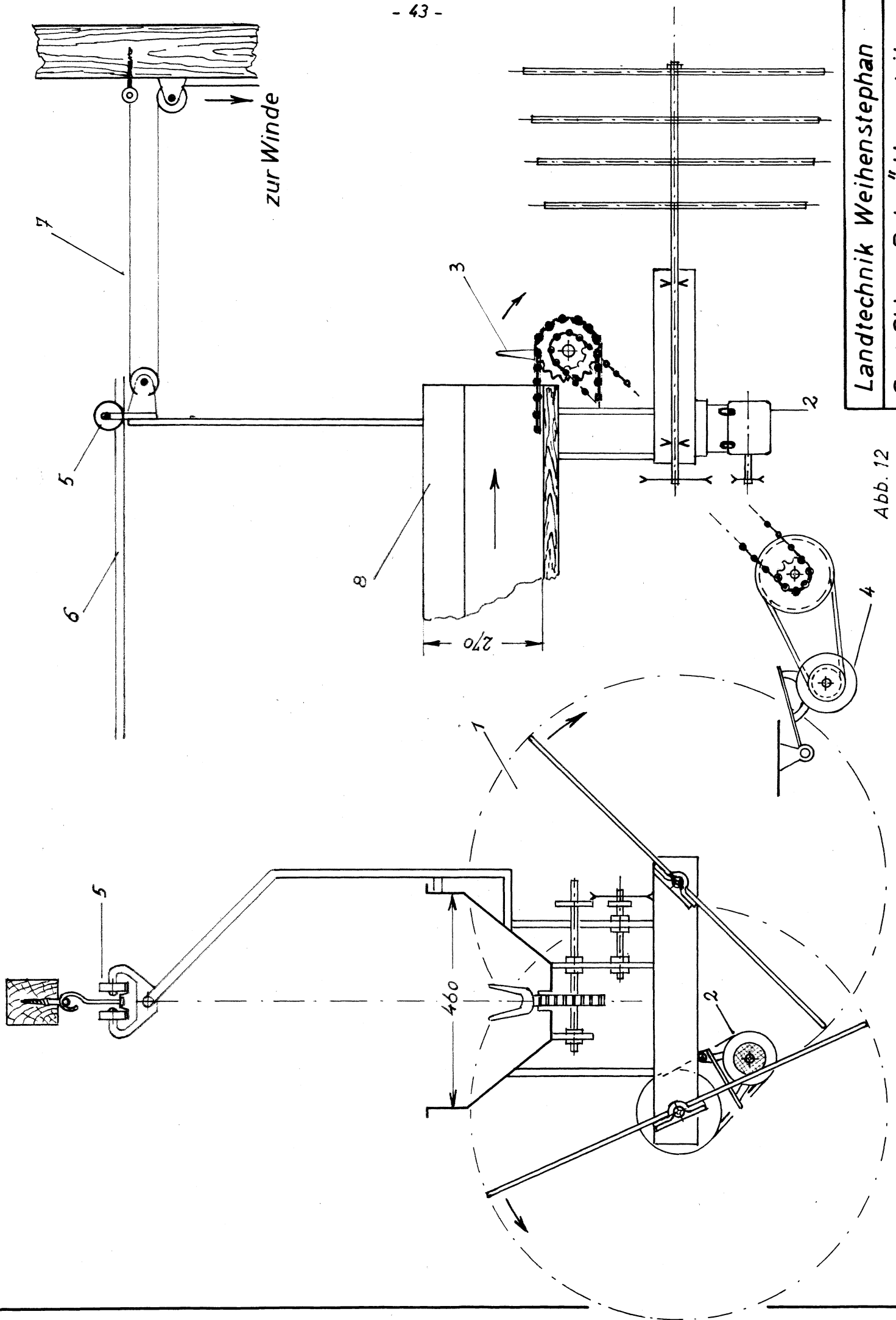
Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde auch eine mit Mitteln des BML aus den USA eingeführte Maschine eingebaut und beobachtet (Bolas hay conveyor and spreader). Durch einen recht beträchtlichen Einsatz technischer Mittel wird das "Ein-Mann-System" bei der Beschickung von Flachanlagen mit Feldhäckselgut ermöglicht. Da es sich um eine für Deutschland neuartige Einrichtung handelt, soll die Maschine genauer beschrieben werden:

Durch einen Schrägaufzug wird das Häcksel nach oben gebracht und fällt dort in eine Längsfördermulde. Diese Fördermulde ist an einer am Firstbalken befestigten Heugreiferschiene fahrbar aufgehängt. An beiden Enden der Mulde befinden sich rotierende Wurfgabeln, die das herunterfallende Häcksel etwa 11 m breit auseinanderschleudern. Je nach der Laufrichtung der Förderkette wird entweder das vordere oder hintere Wurfgabelpaar beschickt. Ein elektrisch angetriebener Drahtseilmechanismus zieht die Fördermulde an der Heugreiferschiene langsam hin und her, wobei versetzbare Nocken am Seilzug die Amplitude der Bewegung regeln. Durch den Vershub der Mulde wandert die Abwurfstelle über der Belüftungsanlage, das gleichzeitige Breitstreuen ergibt dann eine sehr gleichmäßige und lockere Befüllung der Anlage. Voraussetzung für den Einbau des "Bolas"-Heuverteilers ist allerdings ein Raum mit wenig Balkenwerk und ausreichender Höhe. Die Breite der Belüftungsanlage sollte 11 m nicht überschreiten.

Abbildung 12 zeigt eine Schemaskizze des Häckselförderers und Verteilers. Bemerkenswert ist die schmale, nur für Häcksel geeignete Fördermulde aus Aluminium sowie ferner der Antrieb von Förderkette und Verteilern durch jeweils eigene E-Motoren. Im einzelnen bedeuten:

- 1 rotierende wurfgabel, 430 U/Min., Spitzengeschwindigkeit 21 m/S
- 2 Antriebsmotor der Wurfgabeln 0,37 kW
- 3 Förderkette mit Mitnehmer $v = 1,3$ m/S
- 4 Antriebsmotor der Förderkette 0,55 kW; Riemenspannung durch Wippe (versetzt gezeichnet)
- 5 Laufrollen
- 6 Laufschiene
- 7 Seilzug zur Bewegung der Fördermulde
- 8 Fördermulde aus Aluminium-Blech

In der Anlage sind 5 E-Motoren (Schrägaufzug 3 kW, Querförderer 0,5 kW, Verteiler, 2 mal 0,37 kW, Drahtseilzug 0,3 kW) mit einer gemeinsamen Leistung von 4,54 kW installiert. Der "Bolas"-Heu-



Landtechnik Weihenstephan
Syst. Skizze „Bolas“ Heuverteiler

Abb. 12

verteiler wurde auf dem Betrieb Weyhern der Lotzbeck'schen Gutsverwaltung eingebaut.

Der Betrieb des Häckselverteilers ergab mit 48,5 dz/h Belüftungsheu (31,2 % Feuchte) bzw. 33,4 dz/h Trockenmasse eine befriedigende Leistung (siehe auch Abbildung 11). Im Stock war keine Handarbeit mehr erforderlich. Zwei Frauen räumten das von einem Wagen mit Rollboden abgeladene Heuhäcksel in den Schrägaufzug. Ein Selbstentladewagen mit Querfördereinrichtung, der den Ein-Mann-Betrieb ermöglicht hätte, stand leider nicht zur Verfügung.

Bei allen Verfahren der mechanischen Häckseleinlagerung in Heubelüftungen erschweren Balkenwerk und Entlüftungskamine die Arbeit sehr; Handarbeit ist dann unvermeidlich. Das gleiche gilt für Ziehstöpsel. Sie sollten nur dort angewandt werden, wo sie wegen großer Stockhöhe unbedingt erforderlich sind.

Im Vergleich zum Häcksel ist bei der Langheueinlagerung immer Handarbeit im Stock notwendig. Die Bedienungspersonen müssen bei der Verteilarbeit auf einer festen Unterlage stehen (Leitern, Bretter etc.), damit Trittdichtung vermieden werden, die sonst zu längerer Belüftungsdauer bzw. zu Schimmelnestern führen. Des weiteren sind aus den gleichen Gründen an den Abwurfstellen der Fördermaschinen Vorbeugungsmaßnahmen zu treffen, um Verdichtungsquellen von vornherein auszuschalten. Bei der Einlagerung von Langheu mit dem Höhenförderer oder der Heuzange haben sich Prallrutschen und Prallstangen gut bewährt. Dennoch kann beim Greifer die Wucht der herabstürzenden Zangenladung nicht so stark abgebremst werden, wie das für die Heubelüftung wünschenswert ist. Eine wesentliche Verbesserungsmöglichkeit bestände darin, die Heuzange als sogenannten Aufsatzgreifer auszubilden.

Wiederum etwas anders verhält sich die Einlagerung von Hochdruckballen. Ein Betreten des Stockes ohne irgendwelche Hilfsmittel ist im Vergleich zu Häcksel oder Langheu jederzeit möglich, da auf Grund der Ballendichte keine Verdichtungen

zu befürchten sind. Zu Beginn der Einlagerung gefährden jedoch bei großen Fallhöhen die herabstürzenden Ballen Hauptkanal und Roste. An der Abwurfstelle muß deshalb zum Schutz des Luftleitungssystems zunächst eine Schicht Ballen mit der Hand ausgelegt werden. Ferner sollten Prallrutschen die Fallgeschwindigkeit der Ballen etwas mindern.

In diesem Zusammenhang bleibt die im vorhergehenden Kapitel gestellte Frage zu klären, ob Ballen mit mehr als 35 % Feuchtigkeit durch Belüftung noch einwandfrei nachzutrocknen sind.

Beim ersten Schnitt 1959 wurden die Ballen mit durchschnittlich 31,5 % Wassergehalt eingelagert. Dies war der höchste während des Versuches erprobte Feuchtigkeitsgrad für die Balleneinlagerung.

Für die Belüftung sind natürlich lockere Ballen günstig, aus Gründen der besseren Handhabung und der Raumausnutzung, werden jedoch möglichst fest gepresste Ballen bevorzugt. Beides, Feuchtigkeitsgehalt und Ballendichte beeinflussen den Trocknungserfolg. Hopkins (21) stellte diesen Zusammenhang für Ballen, die ohne künstliche Belüftung eingelagert wurden, in einem Diagramm dar (Abb. 13). Soll mit Sicherheit ein Schimmeln der Ballen vermieden werden, so dürfen nur Ballen eingelagert werden, deren Trocknungs- und Dichtezustand dem Gebiet links der unteren Grenze entspricht. Zwischen den beiden Grenzen wird ein Teil der Ballen angeschimmelt sein, rechts der oberen Grenze ist nur noch mit verschimmeltem Heu zu rechnen. Durch Anwendung der künstlichen Belüftung verschieben sich diese Grenzen. Nach unserer Meinung kann bei Belüftung das gesamte Gebiet links der oberen Grenze als schimmelfrei betrachtet werden, wenn die Einlagerung sorgfältig erfolgt. Rechts der oberen Grenze schließt sich dann ein Gebiet mit teilweise verschimmelten Ballen an.

Die bei unseren Versuchen ermittelten Punkte wurden unter Angabe der Verluste an Trockenmasse in das Diagramm eingetragen.

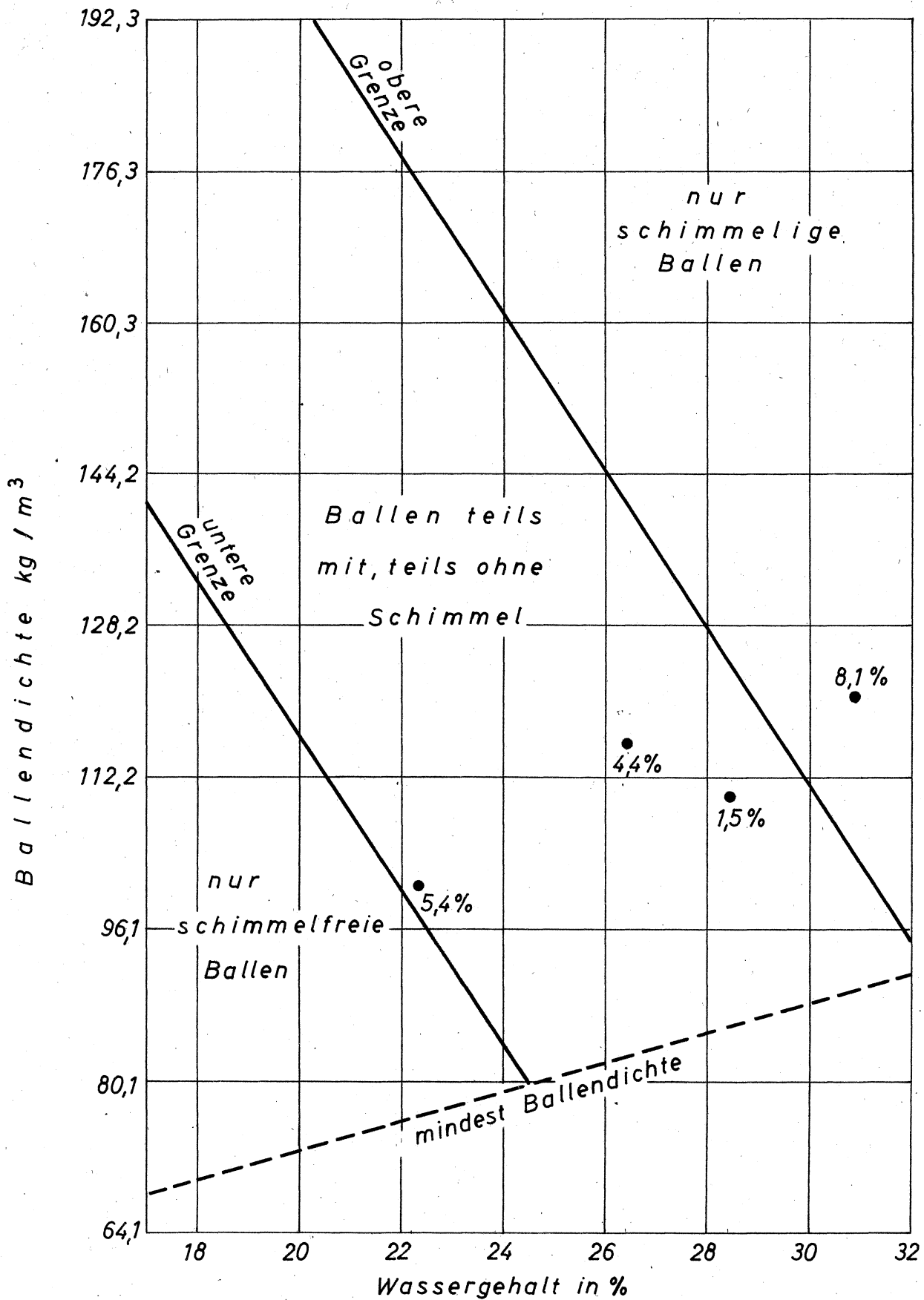
Sheldon (50) empfiehlt, mit dem Pressen erst zu beginnen, wenn ein Feuchtigkeitsgehalt von 35 % erreicht ist.

Ballen, welche beim Einlagern durch hohes Gewicht auffallen, sollten aufgeschnitten und dazu verwendet werden die Spalten zwischen den bereits gestapelten Ballen aufzufüllen, durch diese Maßnahme wird die Luftverteilung verbessert und schimmelige Ballen werden vermieden.

Im Hinblick auf eine ordnungsgemäße Ballenbelüftung muß hier noch folgendes Problem angeschnitten werden: Sind bei der Einlagerung die Hochdruckballen sauber zu stapeln oder genügt eine vollkommen unregelmäßige Lagerung? Letzteres Verfahren hätte den Vorteil, daß an Stelle von zwei Personen nur noch eine Arbeitskraft im Stock zu Einebnung des Abwurfkegels benötigt würde.

Abb. 13

Einfluß der Ballendichte und des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Heuqualität



(nach HOPKINS-21- U.S.A.)

In Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen in den USA konnten wir feststellen, daß möglichst dicht und gleichmäßig gepackte Ballen die besten Verhältnisse für die Belüftung ergeben. Bei unregelmäßiger Einlagerung entweicht der größte Teil der Trocknungsluft durch einige zwischen den Ballen entstehenden Hohlräume, während andere Stellen nur ungenügend belüftet werden. Stellt man die Ballen beim Stapeln auf ihre schmale Seite, so bieten sie dem vorbeistreichenden Luftstrom eine möglichst große Oberfläche, was die schnelle Abtrocknung fördert.

Das Verhalten von Niederdruckballen konnte in den beiden Versuchsperioden nicht geprüft werden. Es ist jedoch mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß sie sich wegen eines niedrigeren Raumgewichtes mit höherer Feuchtigkeit einlagern und einwandfrei belüften lassen.

2. Belüftung

Für den wirtschaftlichen Erfolg der Heubelüftung ist es notwendig, daß einerseits alle zur Belüftung geeigneten Stunden ausgenutzt werden, andererseits aber das Gebläse nicht unnötig lange läuft, wenn zu hohe Feuchtigkeit der Außenluft keine Trocknung zuläßt oder die Abtrocknung des Heus bereits beendet ist. Die relative Feuchte der Umgebungsluft muß mit einem Hygrometer beobachtet werden. Die Trocknung gilt dann als abgeschlossen, wenn selbst nach längerem Abschalten des Gebläses keine Selbsterwärmung des Stockes mehr auftritt. Dazu ist eine ständige Kontrolle mit dem Heuthermometer notwendig.

Die am Heuturm vorhandene Meßeinrichtung erlaubte eine Mengemessung der vom Gebläse geförderten Luft. Der Vergleich der Aufzeichnungen der Thermohygrographen, welche Temperatur und Feuchte der austretenden Luft registrierten, sollte ein Bild über den in den einzelnen Gebläselaufzeiten erzielten Belüftungserfolg vermitteln. Unter Belüftungserfolg sind hier die Gramm Wasser je m³ Luft zu verstehen, die aus dem Heu

Tabelle 2

Belüftungsdauer, Stromverbrauch, Lagerungsdichte

| | Anlage A u l e n d o r f | | | | Anlage B r a u n s c h w e i g | | | | V e r s u c h s - H e u t u r m | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1.Schn. 1958 | 2.Schn. 1958 | 1.Schn. 1959 | 2.Schn. 1959 | 1.Schn. 1958 | 2.Schn. 1958 | 1.Schn. 1959 | 2.Schn. 1959 | 1.Schn. 1958 | 2.Schn. 1958 | 1.Schn. 1959 | 2.Schn. 1959 |
| 1. Belüftungszeitraum | | | | | | | | | | | | |
| Anfang | 10.6.58 | 29.8.58 | 15.6.59 | 31.8.59 | 18.6.58 | 29.8.58 | 11.6.59 | 31.8.59 | 10.6.58 | 19.8.58 | 18.6.59 | 28.8.59 |
| Ende | 8.7.58 | 15.9.58 | 22.9.59 | 21.9.59 | 4.7.58 | 15.9.58 | 9.7.59 | 22.9.59 | 2.7.58 | 6.9.58 | 28.6.59 | 15.9.59 |
| 2. Durchschnittlicher Wassergehalt in % : | | | | | | | | | | | | |
| Beim Einlagern | 40.5 | 21.6 | 31.46 | 28.46 | 26.40 | 22.20 | 35.41 | 26.43 | 50.30 | 20.20 | 24.30 | 25.74 |
| Beim Auslagern | 14.4 | 12.6 | 12.51 | 12.46 | 17.90 | 12.40 | 11.01 | 11.49 | 10.60 | 11.30 | 10.40 | 11.24 |
| 3. Gewicht b. Einlagern kg: | | | | | | | | | | | | |
| Nettogewicht | 18 804 | 14 465 | 24 368 | 16 462 | 18 513 | 14 556 | 21 555 | 9 679 | 8 813 | 4 751 | 4 563 | 4 959 |
| Für Heu m.14 % Wassergeh. | 12 479 | 13 185 | 19 433 | 13 693 | 15 923 | 13 163 | 16 188 | 8 280 | 5 092 | 4 410 | 3 992 | 4 281 |
| Gewicht der Trockenmasse | 10 732 | 11 339 | 16 716 | 11 776 | 13 694 | 11 320 | 13 922 | 7 121 | 4 379 | 3 793 | 3 433 | 3 682 |
| 4. Gewicht b. Auslagern kg : | | | | | | | | | | | | |
| Nettogewicht | 11 176 | 12 220 | 17 561 | 13 246 | 15 948 | 12 226 | 13 882 | 7 793 | 4 160 | 4 116 | 3 584 | 3 968 |
| Für Heu m.14 % Wassergeh. | 11 124 | 12 419 | 17 865 | 13 480 | 15 224 | 12 453 | 14 365 | 8 021 | 4 324 | 4 245 | 3 734 | 4 095 |
| Gewicht der Trockenmasse | 9 659 | 10 675 | 15 364 | 11 593 | 13 091 | 10 707 | 12 354 | 6 898 | 3 720 | 3 650 | 3 211 | 3 522 |
| 5. Tag der Auslagerung | 9.7.58 | 16.2.59 | 29.7.59 | 15.12.59 | 4.7.58 | 13.2.59 | 13.7.59 | 14.12.59 | 3.7.58 | 13.2.59 | 30.7.59 | 17.12.59 |
| 6. Stromverbrauch kWh: | | | | | | | | | | | | |
| mittl. Stromaufnahme des Lüftermotors KW | 904 9 | 338 5 | 895 0 | 770 6 | 346 8 | 375 6 | 747 4 | 332 5 | 465 9 | 139 13 | 140 0 | 217 4 |
| | 3.7 | 3.7 | 3.79 | 3.57 | 3.67 | 3.68 | 3.6 | 3.5 | 3.18 | 3.18 | 3.1 | 3.1 |
| 7. Gebläselaufzeit in Stunden | 244.6 | 91.5 | 236.1 | 216.0 | 94.6 | 102.0 | 207.6 | 95.0 | 146.5 | 43.75 | 45.1 | 70.0 |
| 8. Entzogene Wassermenge: | | | | | | | | | | | | |
| Netto kg | 6 555 | 1 581 | 5 473 | 2 933 | 1 962 | 1 717 | 6 105 | 1 663 | 3 994 | 492 | 730 | 831 |
| Spezifisch: g H ₂ O/m ³ Luft | 1.24 | 0.80 | 1.07 | 0.62 | 0.96 | 0.78 | 1.36 | 0.83 | 1.49 | 0.62 | 0.94 | 0.68 |
| " : g H ₂ O/ kWh | 7 260 | 4 670 | 6 115 | 3 780 | 5 650 | 4 571 | 8 161 | 5 000 | 8 560 | 3 536 | 5 214 | 3 820 |
| 9. Stromverbr. in kWh/dz Fertighheu m. 14 % Wasser | 8.05 | 2.72 | 5.00 | 5.73 | 2.28 | 3.02 | 5.20 | 4.05 | 10.77 | 3.28 | 3.75 | 5.31 |
| 10. Verlust an Trockenmasse im Lager | | | | | | | | | | | | |
| Netto kg | 1 073 | 664 | 1 352 | 183 | 603 | 613 | 1 568 | 223 | 659 | 143 | 222 | 160 |
| in % d. Einlagerungstrockenmasse | 10.0 | 5.9 | 8.1 | 1.5 | 4.4 | 5.4 | 11.2 | 3.1 | 15.0 | 3.8 | 6.5 | 4.3 |
| 11. Raumgew. bezogen auf Heu mit 14 % Wassergehalt bei d. Einlagerung kg je m ³ /Lagerhöhe m | 80/2.80 | 84/2.80 | 98/3.70 | 92/2.80 | 100/3.100 | 92/2.60 | 75/4.00 | 58/2.70 | 96/4.80 | 83/4.80 | 91/3.90 | 81/4.80 |
| b. d. Auslagerung kg je m ³ /Lagerhöhe m | 77/2.70 | 94/2.50 | 105/2.50 | 102/2.50 | 97/2.95 | 95/2.50 | 84/3.20 | 78/2.00 | 93/4.20 | 84/4.60 | 108/3.110 | 95/4.30 |

abgeführt wurden. Die Schriebe der drei Thermohygrographen, welche an der Wand des Heuturmes zur Registrierung der Abluft aufgehängt waren, zeigten vor allem in der zweiten Hälfte jeder Belüftungsperiode starke Abweichungen voneinander. Die Trocknung des Heustapels mußte demnach ungleichmäßig verlaufen.

Hierfür gibt es zwei Gründe: Eine Heumenge, welche mit einem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von z.B. 35 % eingelagert wird, kann natürlich einzelne Partien mit 45 % Feuchtigkeit enthalten. Des weiteren werden vielleicht auch bei sorgfältiger Einlagerung einzelne, dichter lagernde Stellen entstehen, durch die verhältnismäßig wenig Luft dringt und deren Belüftung dann noch nicht abgeschlossen ist, wenn der größte Teil des Heues schon längst auf einen lagerfähigen Wassergehalt heruntergetrocknet ist.

Die zur Feststellung der täglichen Gewichtsabnahme beim Heuturm während der Belüftung benutzte Wiegeeinrichtung, drei hydraulische Druckmeßdosen, erwies sich als zu ungenau, um auf diese Weise eine echte Beziehung zwischen Wasserentzug, Heuerwärmung und Gewichtsabnahme herzustellen.

Als gesichert können aber die bei der Ein- und Auslagerung mit der Fuhrwerkswaage festgestellten Heugewichte gelten. In Verbindung mit dem jeweils ermittelten Wassergehalt und der durch das Heu geblasenen Luftmenge sowie dem Stromverbrauch ergeben sich für alle drei Belüftungsanlagen gemeinsame Kennzeichen.

In Tabelle 2 sind die während des Versuchszeitraumes gewonnenen Meßwerte nach Anlagen geordnet aufgeführt; außerdem einige Kenngrößen, die sich aus den Meßwerten ableiten lassen.

Der in Tabelle 2, Zeile 6 angegebene Stromverbrauch in kWh wurde durch Drehstromzähler ermittelt. Zeile 7 gibt die Gebläselaufzeit in Stunden an. Sie wurde für die Gebläse der beiden Flanchanlagen, die durch Kopplung mit einem Hygrometer

automatisch geschaltet wurden, aus dem Stromverbrauch, für das Gebläse am Heuturm aber direkt gemessen. Die in den Werten der Zeile 8 enthaltene Luftmenge in m^3 folgt für die Gebläse der Flächenanlagen aus der Laufzeit und der Angabe des Herstellers über die Förderleistung, für das am Heuturm verwendete Gebläse aus der Laufzeit und den in gewissen Zeitsabständen durchgeführten Luftmengenmessungen. Auf eine Luftmengenmessung bei den Flächenanlagen mußte wegen baulicher Schwierigkeiten verzichtet werden. Ein Vergleich des spezifischen Stromverbrauches zeigt aber, daß die Werte der Flächenanlagen recht gut mit denen des Heuturms übereinstimmen: Heuturm $1,76 \cdot 10^{-4}$ kWh/ m^3 Luft; Aulendorf $1,71 \cdot 10^{-4}$ kWh/ m^3 Luft; Braunschweig $1,67 \cdot 10^{-4}$ kWh/ m^3 Luft.

Ein Teil der in Tabelle 2 aufgeführten Werte wurde in Tabelle 3 nach der Höhe der Lagerungsverluste neu geordnet. Dabei ist zu beachten, daß die Zahlen aus vier Ernten mit unterschiedlichen Witterungsverhältnissen stammen. Trotz aller Ungenauigkeiten, die den Werten bei den geschilderten Meßmethoden anhaften müssen, geben sie uns einen mit praktischen Versuchen belegten Einblick in die Zusammenhänge der Heubelüftung.

In Abbildung 14 ist der theoretische zu erwartende Stromverbrauch je dz Fertigeheu (14 % Wasser) in Abhängigkeit von der Einlagerungsfeuchte dargestellt. Dabei wurde, wie das in den meisten Berechnungen geschieht, ein Wasserentzug von $1 \text{ g}/m^3$ Luft vorausgesetzt. Neben dem theoretischen Stromverbrauch sind ferner die in den Versuchen ermittelten Werte eingetragen, wobei jede Anlage besonders gekennzeichnet ist. Aus der Darstellung ergibt sich nun, daß die gemessenen Stromverbrauchswerte vor allem bei niedriger Einlagerungsfeuchte über dem theoretischen, bei hoher Einlagerungsfeuchte dagegen unter dem theoretischen Stromverbrauch liegen. Die Verteilung der gemessenen Stromverbrauchswerte läßt darauf schließen, daß zwischen Einlagerungsfeuchte und Stromverbrauch ein enger Zusammenhang besteht. Zum mathematisch statistischen Nachweis wurde dazu die Korrelationsrechnung (ANDERSON (2), FISHER (17))

Tabelle 3

Wichtige Kennwerte der Heubelüftung in Beziehung zu den Lagerungsverlust an Trockenmasse

| Belüftungsanlage und Schnitt | Feuchtigkeitsgehalt in % | | % Lagerungsverluste an Trockenmasse | Wasserentzug | | Stromverbrauch in kWh/dz Fertigung mit 14 % Wasser |
|------------------------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|-------|----------------------------------------------------|
| | beim Einlagern | beim Auslagern | | g/m ³ Luft | g/kWh | |
| Aulendorf Ballen 2. Schnitt 59 | 28.5 | 12.5 | 1.5 | 0.62 | 3 780 | 5.73 |
| Braunschweig Langheu 2. Schnitt 59 | 26.4 | 11.5 | 3.1 | 0.83 | 5 000 | 4.05 |
| Heuturm Häcksel 2.Schnitt 58 | 20.2 | 11.3 | 3.8 | 0.62 | 3 536 | 3.28 |
| Heuturm Häcksel 2. Schnitt 59 | 25.7 | 11.2 | 4.3 | 0.68 | 3 820 | 5.31 |
| Braunschweig Ballen 1. Schnitt 58 | 26.4 | 17.9 | 4.4 | 0.96 | 5 650 | 2.28 |
| Braunschweig Ballen 2. Schnitt 58 | 22.2 | 12.4 | 5.4 | 0.78 | 4 571 | 3.02 |
| Aulendorf Langheu 2. Schnitt 58 | 21.6 | 12.6 | 5.9 | 0.80 | 4 670 | 2.72 |
| Heuturm Häcksel 1.Schnitt 59 | 24.3 | 10.4 | 6.5 | 0.94 | 5 214 | 3.75 |
| Aulendorf Ballen 1. Schnitt 59 | 31.5 | 12.5 | 8.1 | 1.07 | 6 115 | 5.00 |
| Aulendorf Häcksel 1. Schnitt 58 | 40.5 | 14.4 | 10.0 | 1.24 | 7 260 | 8.05 |
| Braunschweig Langheu 1. Schnitt 59 | 35.4 | 11.0 | 11.2 | 1.36 | 8 168 | 5.20 |
| Heuturm Häcksel 1. Schnitt 58 | 50.3 | 10.6 | 15.0 | 1.49 | 8 560 | 10.77 |

Herangezogen, die mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = + 0,928$ eine hochsignifikante Sicherung ergibt, und das Vorhandensein eines engen Zusammenhanges bestätigt. Der gleichfalls errechnete Regressionskoeffizient besagt, daß der Stromverbrauch je dz Fertigeheu um 2,56 kWh ansteigt, wenn die Einlagerungsfeuchte um 10 % zunimmt.

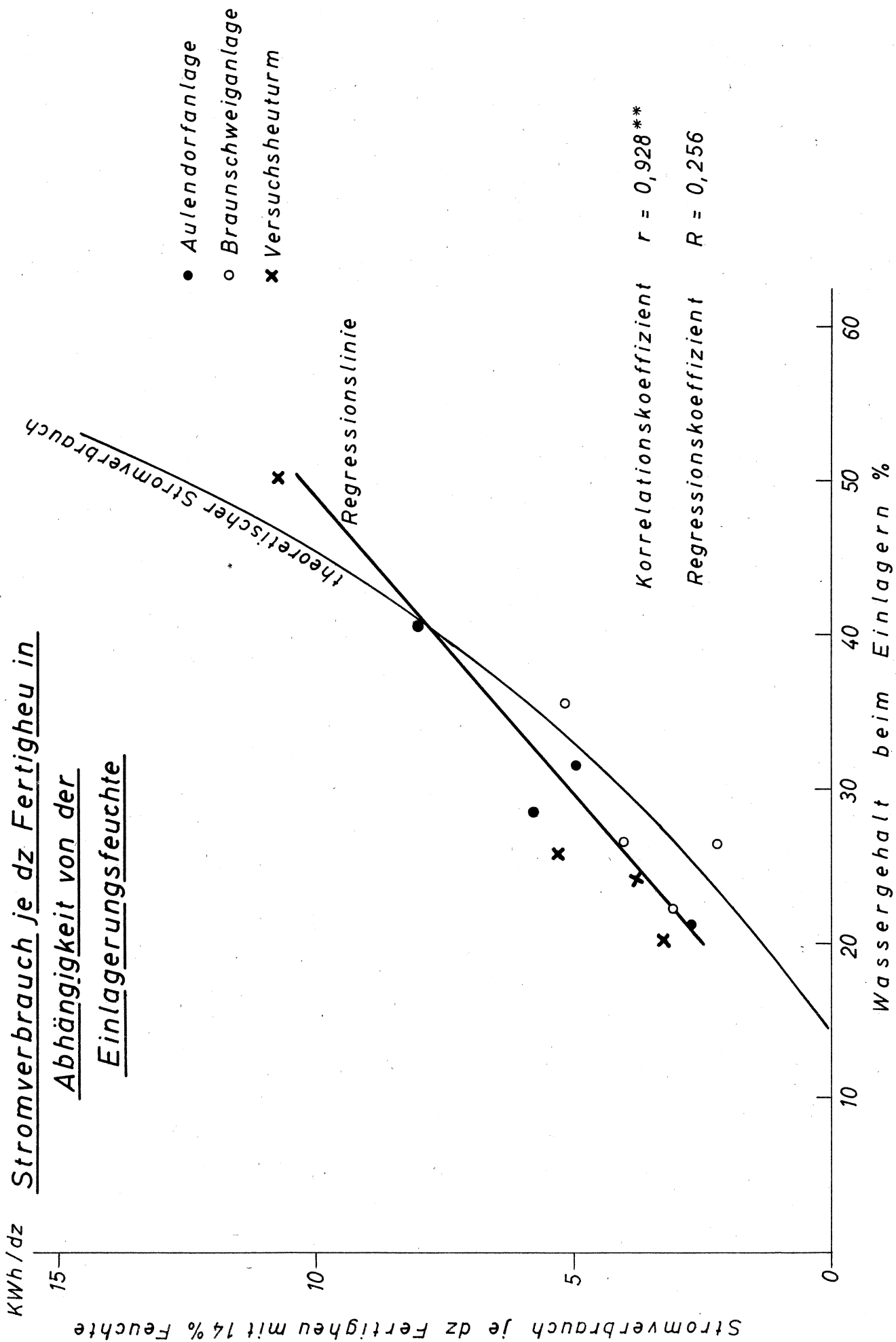
Der bei niedriger Einlagerungsfeuchte gegenüber dem theoretischen höher liegende tatsächliche Stromverbrauch beruht sehr wahrscheinlich auf folgender Ursache: Bekanntlich kann die Trocknungsluft um so mehr Wasser aus einem Heustock abführen, je niedriger ihre relative Feuchte ist. In der Praxis wird aber gerade bei trocknerem Heu auch dann einmal beblasen, obwohl die Höhe der relativen Feuchte der Aussenluft keinen Trocknungseffekt bewirkt. Die Folge ist dann ein unwirtschaftlicher Stromverbrauch. Diesem Gesichtspunkt ist mit fortschreitender Trocknung besondere Beachtung zu schenken. Es darf immer nur bei entsprechender relativer Luftfeuchte belüftet werden, ausgenommen natürlich Fälle, wo ein erhitzter Stock abzukühlen ist.

Ist der Wasserentzug höher als 1 g/m^3 Luft, so liegt die Vermutung nahe, daß die Trocknung durch die Eigenerwärmung des Heues unterstützt wird. Eigenerwärmung bedeutet aber immer Verlust an Trockensubstanz. Abbildung 15, in der die Trockenmasselagerungsverluste in Beziehung zum Wasserentzug je m^3 Luft gesetzt sind, zeigt die erwartete, statistisch hochsignifikante Tendenz. Der Regressionskoeffizient gibt an, daß die Verbesserung des Wasserentzuges um $0,1 \text{ g/m}^3$ Luft gleichzeitig einen Lagerungsverlust von 1,26 % im Gefolge hat. Ähnliches, wie die Abbildungen 14 und 15, sagt auch die Abbildung 16 aus, wo der Wasserentzug in Abhängigkeit von der Einlagerungsfeuchte aufgetragen wurde (ebenfalls eine hochsignifikante Korrelation). Mit dem Anstieg der Einlagerungsfeuchte um 10 % errechnet sich hier eine Erhöhung des Wasserentzuges um $0,28 \text{ g/m}^3$ Luft.

Es muß aber an dieser Stelle eindringlich darauf hingewiesen werden, daß die mit Hilfe statistischer Methoden ermittelten

Abb: 14

Stromverbrauch je dz Fertighau in
Abhängigkeit von der
Einlagerungsfeuchte



Stromverbrauch je dz Fertighau mit 14% Feuchte

Abb: 15

Lagerungsverlust an Trockenmasse in Beziehung zum Wasserentzug

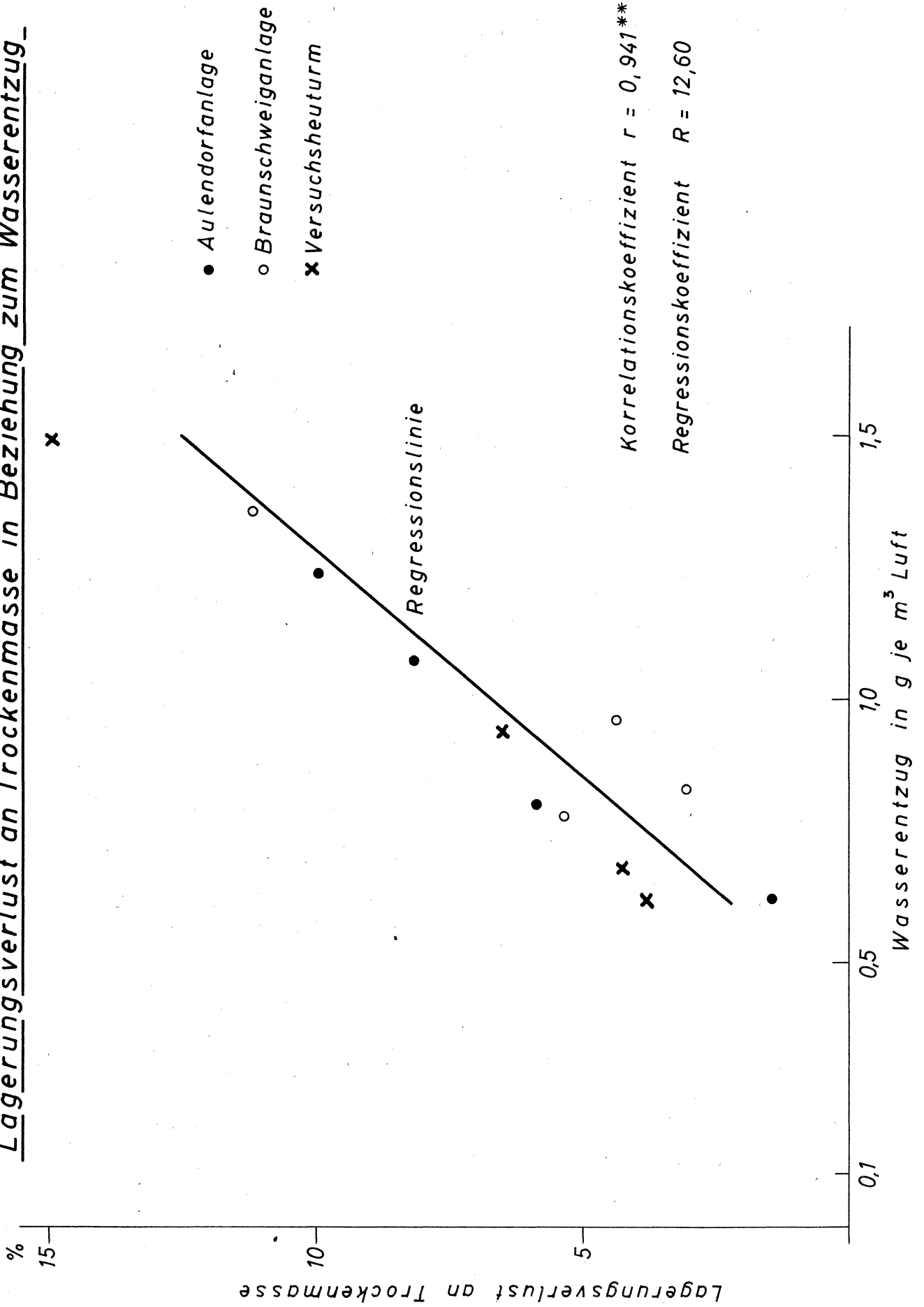
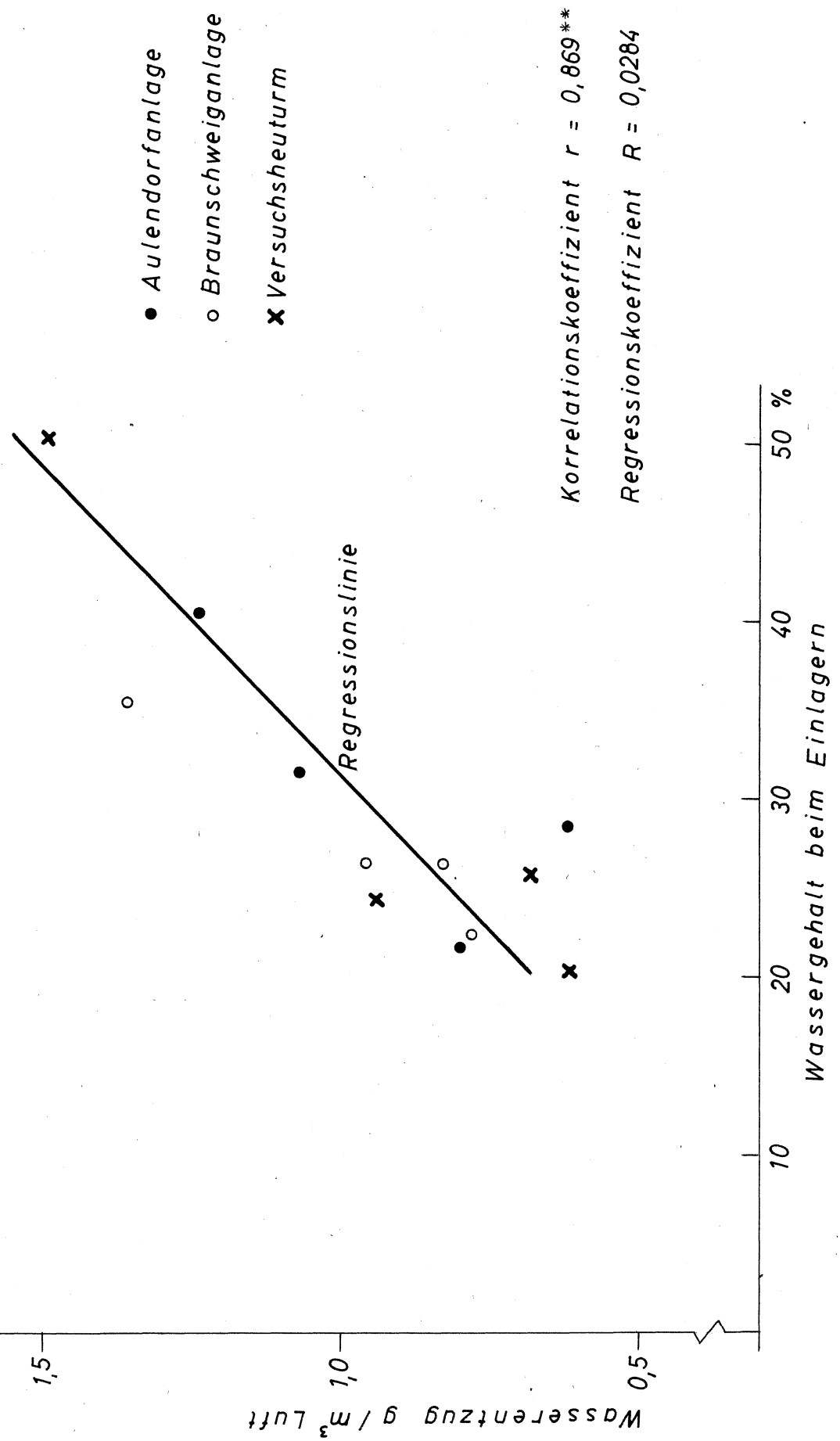


Abb. 16

Wasserentzug in Beziehung zur Einlagerungsfeuchte



Angaben nur für den Bereich innerhalb der Meßpunkte Gültigkeit haben. Eine Extrapolation ist in jedem Falle unzulässig.

Die uns von der Firma Schwarting zur Steuerung der Gebläse der beiden Flachanlagen zur Verfügung gestellte GBS-Schaltautomatik arbeitet mit der relativen Feuchte der Umgebungsluft. Ein Kontakthygrometer sorgt dafür, daß das Gebläse bei Überschreitung einer bestimmten einstellbaren Feuchte der Umgebungsluft abgeschaltet wird; sinkt die Luftfeuchte wieder, so schaltet sich das Gebläse wieder ein. Damit bei Tagen mit hoher relativer Luftfeuchte keine starke Erwärmung des Stockes eintreten kann, wird mit Hilfe einer Schaltuhr das Gebläse dreimal innerhalb von 12 Stunden je eine $3/4$ Std. eingeschaltet oder bei einer anderen Schalterstellung, einmal 1 Stunde. Die Belüftung dient dann in erster Linie zur Abkühlung. Auf diese Weise läßt sich auch leicht eine Erwärmung des frisch eingefahrenen Futters während der Nachtstunden verhindern, bei gleichzeitig sparsamem Stromverbrauch. Andere Automatiksysteme benutzen als Schaltimpuls neben der relativen Luftfeuchte noch die Heustocktemperatur. Die Schwierigkeit dabei ist, daß die Erwärmung innerhalb eines Stockes sehr verschieden sein kann. Es gelingt nicht immer, die den Schaltimpuls gebende Thermometersonde gerade an der wärmsten Stelle des Stockes einzuführen.

Der Einsatz der Automatik der Firma DIPPEL & GÖTZE, Hannover, erbrachte keine merkliche Stromeinsparung. Diese Automatik benutzt den Unterschied in der absoluten Feuchte von Zu- und Abluft als Schaltimpuls. Die außerordentlich geringen Lagerungsverluste von 1,5 % der Aulendorfanlage beim 2. Schnitt 1959 können jedoch eventuell auf die Arbeit dieser Automatik zurückgeführt werden. Sobald sich infolge einer leichten Eigen Erwärmung des Heues über dem Stock dämpfige Luft ansammelt, schaltet sich das Gebläse ein und läuft so lange, bis die Luft über dem Stock in ihrem absoluten Wassergehalt der Umgebungsluft entspricht. Auf diese Weise wird auch eine leichte Stockerwärmung, auch während der Nacht oder an regnerischen Tagen verhindert. Der elektrische Schaltschutz wird jedoch stark be-

anspricht. Bei einer Einstellung auf 1 g H₂O Unterschied in Zu- und Abluft erfolgten innerhalb 24 Stunden 96 Schaltungen.

3. Statischer Druck

Der statische Druck wurde mit einem Schrägrohrmanometer am Beginn des Hauptluftkanals gemessen.

Für die Anlage Braunschweig ergaben sich 1958 bei der Heuballenbelüftung dicht gepackt, Lagerhöhe 3 m, 14-17 mm WS statischer Druck.

1959 wurden in derselben Anlage bei Langheu folgende Drucke gemessen:

| Lagerhöhe m | stat. Druck mm WS | |
|-------------|----------------------|------------------------------|
| 2,00 | 8 - 10 | } frisch eingelagert |
| 4,00 | 14 - 18 | |
| 3,60 | 19 - 20 | 1 Woche nach der Einlagerung |

Bei der Anlage Aulendorf, welche 1958 an mehreren Tagen nacheinander mit Häcksel befüllt wurde, zeigten sich folgende Drucke:

| Lagerhöhe m | stat. Druck mm WS |
|-------------|-------------------|
| 0,70 | 6 - 8 |
| 2,00 | 12 - 18 |
| 2,80 | 19 - 21 |

Beim 1. Schnitt 1959 wurden in der Anlage Aulendorf Ballen nur am Rand geschichtet, der Rest unregelmäßig eingelagert:

| Lagerhöhe m | stat. Druck mm WS | |
|-------------|-------------------|------------------------------|
| 1,70 | 9 - 10 | } frisch eingelagert |
| 4,00 | 14 - 18 | |
| 3,60 | 18 - 20 | 1 Woche nach der Einlagerung |

Beim 2. Schnitt wurden in der gleichen Anlage die Ballen sauber geschichtet:

| Lagerhöhe m | stat. Druck mm WS | |
|-------------|-------------------|------------------------------|
| 2,70 | 18 - 19 | frisch eingelagert |
| 2,45 | 22 | 1 Woche nach der Einlagerung |

C. Betriebswirtschaftlicher Vergleich von Heubelüftung,
Bodentrocknung und Grassilagegewinnung

Die beste Maschine nützt dem Landwirt wenig, wenn sie nicht in der Lage ist, durch ihren Einsatz Handarbeitsstunden einzusparen und die Wirtschaftlichkeit eines Arbeitsverfahrens wesentlich zu verbessern. Wie schon in der Einleitung vermerkt wurde, hat die Heubelüftung erst die vollkommene Mechanisierung der Heuernte mit niedrigen Verlusten ermöglicht. Verschiedene Arbeitsverfahren der Unterdachtrocknung sollen nun mit der Bodentrocknung und der Grassilagegewinnung verglichen und anhand einer Kostenberechnung ihre Wirtschaftlichkeit ermittelt werden.

I. Die arbeitswirtschaftlichen Verhältnisse

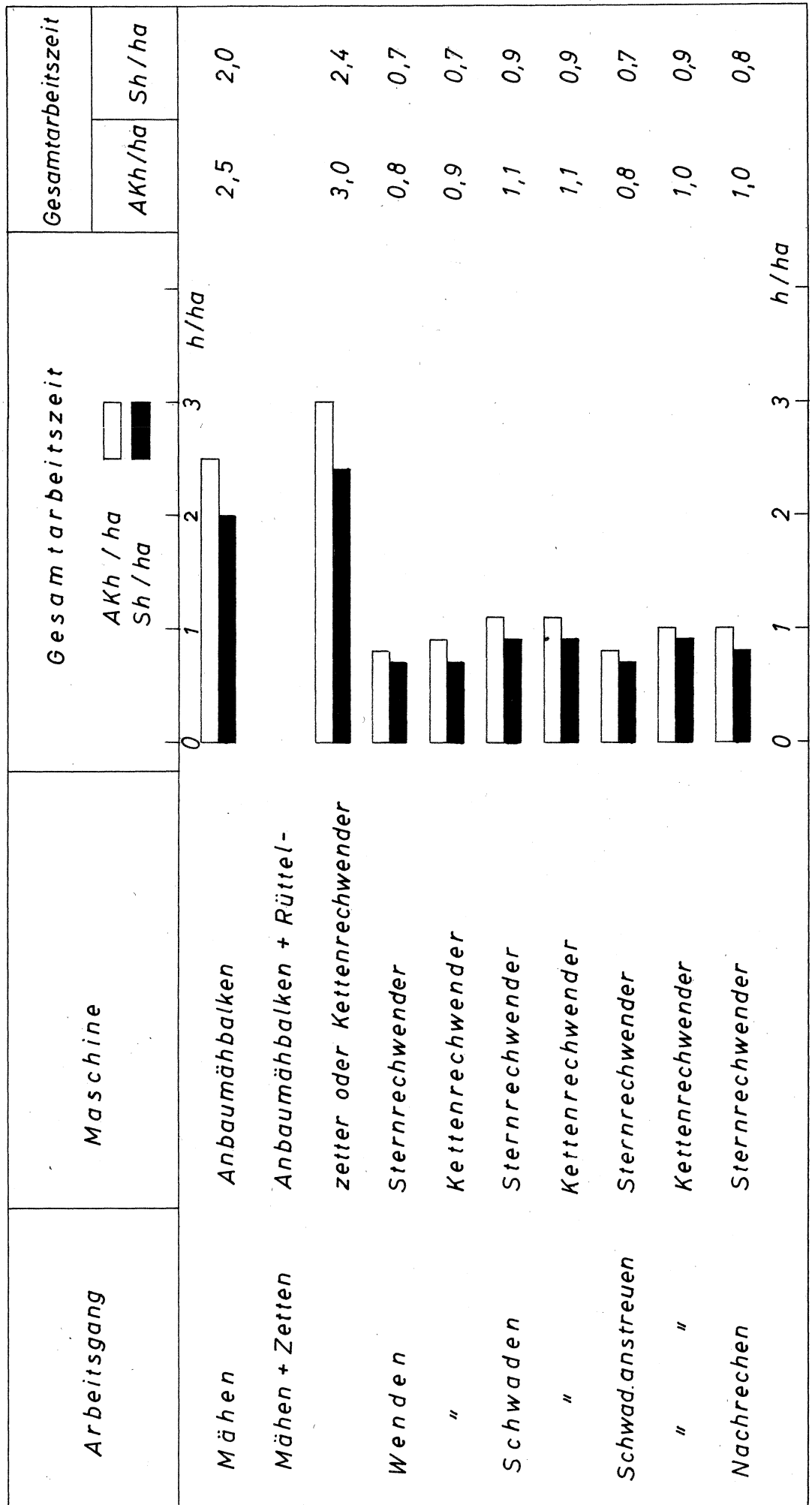
Der Arbeits- und Zugkraftaufwand je Flächeneinheit ist in der Hauptsache abhängig von der Höhe des Ertrages, von der Arbeitsbreite der eingesetzten Maschine und ihrer konstruktiven Reife. Hinzu kommt bei Heubelüftung und Silierung der Feuchtigkeitsgehalt des zu verarbeitenden Futters. Wie aber gerade ein unterschiedlicher Wassergehalt das Leistungsvermögen einiger Maschinen zu beeinflussen vermag, wurde bereits in Kapitel B, Abschnitt I dargestellt.

1. Mähen und Zwischenbearbeitung

Der Arbeits- und Zugkraftbedarf für Mähen und Zwischenbearbeitung ist aus Abb. 17 zu ersehen. Mit einem Anbaumähbalken am Schlepper kann 1 ha in 2,5 h Gesamtarbeitszeit bewältigt werden. Das gleichzeitige Zetten der Schwaden benötigt nur eine halbe Stunde Mehrarbeit, die im wesentlichen durch eine größere Rüstzeit verursacht wird. Im Interesse einer schnelleren und insbesondere gleichmäßigeren Abtrocknung ist das Zetten der Schwaden unbedingt erforderlich. Grüne Zöpfe können bei Hochdruckballen oder Langheu schnell zu Schimmelbildung führen, zumal wenn in den ersten Belüftungstagen schlechte Witterung herrscht.

Abb. 17

Arbeits- und Zugkraftaufwand einschließlich Rüst- und Wegezeit beim Mähen und den Zwischenbearbeitungsgängen



Steht ein Zetter, der an dem Mähdschlepper angebaut oder angehängt werden kann, nicht zur Verfügung, sollten sofort nach dem Mähen in einem weiteren Arbeitsgang mit einem Wendegerät die Schwaden angestreut werden. Dieser Arbeitsgang würde die Gesamtarbeitszeit ebenfalls nicht nennenswert heraufsetzen.

Die Zwischenbearbeitungsgänge Wenden, Schwaden, Schwaden austreuen und Nachrechen beanspruchen bei Einsatz eines Sternrechwenders nur 0,8 - 1,1 Akh/ha gesamte Arbeitszeit je Arbeitsgang. Die hohe Leistung dieser Geräte ist auf ihre einfache Bauweise zurückzuführen, die ein zügiges Arbeitstempo ermöglicht. Im Vergleich dazu konnten mit dem Kettenrechwender (Schnellheuer) durchaus ebenbürtige Arbeitsleistungen erzielt werden.

Allgemein muß betont werden, daß für einen einwandfreien Betrieb der Heubelüftung die Wendearbeit außerordentlich ernst zu nehmen ist. Einmal mehr zu wenden, ist auf jeden Fall richtiger als einmal zu wenig.

2. Ladearbeiten

In Abb. 18 ist der Arbeits- und Zugkraftaufwand der in den Versuchsperioden 1958 und 59 geprüften Lademaschinen aufgezeichnet. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde bei sämtlichen Verfahren einheitlich ein Grundertrag von 50 dz/ha wiesenheu mit 14 % Feuchtigkeit unterstellt, wobei natürlich der abweichende Wassergehalt von Belüftungsheu und Grassilage entsprechend berücksichtigt ist.

Beim Laden von Anwelksilage benötigte der Scheibenradfeldhäcksler mit Abziehwagen im Anhängetrieb den niedrigsten Arbeits- und Zugkraftaufwand. Einen wesentlich höheren Arbeitsbedarf wies bei gleicher Arbeitsweise der Trommelfeldhäcksler auf, wie das auch im Parallelbetrieb der Fall ist (siehe Scheibenradfeldhäcksler - Selbstentladewagen), weil hier von vornherein zwei Schlepper und zwei Schlepperfahrer vorhanden sein müssen. Dennoch besitzt das Parallelverfahren

Gesamter Arbeits- und Zugkraftaufwand einschließlich Rüst- u. Wegezeit verschiedener Lademaschinen bei Silierung, Heubelüftung und Bodentrocknung (Ertrag: 50 dz / ha Heu mit 14% Feuchte)

| Werbungsverfahren Maschine | Wagenart | Aufberei- tungs- form | Wasser- gehalt % | Arbeits- u. Zugkraftaufwand h / ha | | Aufwand | | AK- Besatz |
|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------------|
| | | | | AKh / ha Sh / ha | AKh / ha Sh / ha | AKh/ha | Sh / ha | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 h/ha | | | | |
| Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 60 | 3,7 | 3,0 | 3,7 | 3,0 | 1 |
| Scheibenradfeldhäcksler | " | KH ²⁾ | " | 2,9 | 2,4 | 2,9 | 2,4 | 1 |
| " | Selbstentladewagen (Parallelbetrieb) | KH | " | 4,1 | 3,6 | 4,1 | 3,6 | 2 |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | |
| Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 35 | 4,8 | 4,2 | 4,8 | 4,2 | 1 |
| Scheibenradfeldhäcksler | " | KH | " | 3,2 | 2,7 | 3,2 | 2,7 | 1 |
| " | Selbstentladewagen (Parallelbetrieb) | KH | " | 4,8 | 4,3 | 4,8 | 4,3 | 2 |
| Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B ³⁾ | " | 5,5 | 1,9 | 5,5 | 1,9 | 3 |
| " | Abziehwagen mit Aufbau | B | " | 5,7 | 2,0 | 5,7 | 2,0 | 3 |
| " | " ohne " | B | " | 5,6 | 1,9 | 5,6 | 1,9 | 3 |
| Seitenfuderlader | Wagen + Rundumlade- gat. | L ⁴⁾ | " | 2,1 | 1,8 | 2,1 | 1,8 | 1 |
| " | Nor. Erntewagen | L | " | 6,4 | 1,8 | 6,4 | 1,8 | 4 |
| Kopffuderlader | " " | L | " | 6,8 | 2,4 | 6,8 | 2,4 | 3 |
| Frontlader | Wagen mit Stangenaufbau | L | " | 3,7 | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 1 |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | |
| Von Hand | Nor. Erntewagen | L | 14 | 11,0 | 2,4 | 11,0 | 2,4 | 5 |
| Heckfuderlader | " " | L | " | 9,0 | 2,6 | 9,0 | 2,6 | 4 |
| Kopffuderlader | " " | L | " | 7,8 | 2,7 | 7,8 | 2,7 | 3 |
| Hochdruckpresse | " " | B | " | 6,5 | 2,2 | 6,5 | 2,2 | 3 |

¹⁾ LH = Langhäcksler (6-12 cm)

²⁾ KH = Kurzhäcksler (2-6 cm)

³⁾ B = Ballenheu

⁴⁾ L = Langheu

gegenüber dem Anhängetrieb bemerkenswerte Vorteile, nämlich verstärkte Antriebskraft für den Feldhäcksler, Fortfall des Wagenwechsels, verbesserte Auslastung des Häckselwagens und höhere Flächenleistung.

Der Arbeits- und Zugkraftaufwand bei der Bergung von Be-
lüftungshen konnte im Rahmen der Versuche für die wichtig-
sten derzeit möglichen Ladeverfahren ermittelt werden. Hin-
sichtlich der Feldhäckslerarbeit gilt auch hier das bereits
oben Gesagte, jedoch ist im Vergleich zur Silierung der Ar-
beitsaufwand insgesamt gesehen höher. Als beste Lademaschinen
mit dem niedrigsten Arbeitsbedarf erwiesen sich der Seiten-
fuderlader - sofern ein mit Rundumladegatter ausgerüsteter
Erntewagen vorhanden ist - der Scheibenradfeldhäcksler mit
Abziehwagen im Anhängetrieb und der Frontlader; den höch-
sten Arbeitsaufwand benötigten der Seitenfuderlader mit
normalem Erntewagen sowie der Kopffuderlader. Eine Mittel-
stellung in der Höhe des Arbeitsaufwandes nahmen der Trommel-
feldhäcksler mit Abziehwagen im Anhängetrieb, der Scheiben-
radfeldhäcksler mit Selbstentladewagen im Parallelverfahren
und die Hochdruckpresse ein. Beim Laden von Hochdruckballen
hatte erwartungsgemäß eine unterschiedliche Wagenform auf
den Arbeitsaufwand keinen Einfluß.- Werden dagegen die
Flächenleistungen der Lademaschinen verglichen, wie sie aus dem
Schlepperaufwand (Sh/ha) zu ersehen sind, dann ergibt sich eine
etwas andere Reihenfolge. Hier weisen die Hochdruckpresse,
beide Ladermodelle und der Scheibenradfeldhäcksler sowohl im
Parallelverfahren (durch 2 dividieren!) als auch im Anhäng-
etrieb sehr günstige Leistungsverhältnisse auf, während Front-
lader und mit Abstand der Trommelfeldhäcksler an letzter
Stelle stehen.

Zur Bodentrocknung wurde der Arbeitsbedarf für die Ladearbeit
von Hand und für den Einsatz einiger Maschinen gemessen. Ein
Vergleich zeigt, daß die Handarbeit in jeder Beziehung der Ma-
schinenarbeit unterlegen ist und der Einsatz einer Maschine
den Arbeitsaufwand wesentlich senken kann. Gleiches gilt für
die Grassilierung bzw. Heubelüftung.

Ferner geht noch aus Abbildung 18 hervor, daß zwischen AK-Besatz und der Höhe des Arbeitsaufwandes ein enger Zusammenhang besteht, denn mit zunehmendem AK-Besatz steigt auch der Arbeitsbedarf eines Verfahrens an.

Unterschiedliche Flächenleistung, AK-Besatz und Arbeitsaufwand erschweren die Entscheidung darüber, welchem Ladeverfahren der Vorzug zu geben ist. Je nach den vorliegenden Verhältnissen muß deshalb eine Kompromißlösung gefunden werden zwischen einer guten Flächenleistung der Maschine und einem möglichst niedrigen Arbeitsaufwand bzw. AK-Besatz.

3. Abladen und Einlagerung

In der Abbildung 19 ist der Arbeitsaufwand für die Ablade- und Einlagerungsarbeiten dargestellt. Die Spalte AK-Besatz enthält zusammengefaßt die Zahl der Personen, die zum Abladen selbst und im Stock benötigt wurden.

Bei den Einsilierungsarbeiten wird die Höhe des Arbeitsaufwandes von drei Faktoren beeinflusst: Von der Art des Fördergebläses, der Häcksellänge und der Erntewagenform. Die Gründe für eine Änderung des Arbeitsaufwandes in Bezug auf die Gebläseart sind bereits hinreichend in Kapitel B/I, Abschnitt 3 beschrieben. Kürzere Häcksellänge und Selbstentladewagen senken den Arbeitsbedarf, weil sie eine gleichmäßigere Beschickung der Gebläse ermöglichen; das ist bei längerem Häcksel oder dem Abziehwagen nicht der Fall. Für die Benützung eines Selbstentladewagens spricht weiterhin, daß der größte Teil der zur Abladearbeit mit dem Abziehwagen erforderlichen Rüstzeiten und der Wagenwechsel fortfällt. Nachteilig ist allerdings der wesentlich höhere Schlepperaufwand. Würde man an Stelle des Schleppers eine elektrische Kraftquelle benützen, dann gingen alle soeben genannten Vorteile, wie Fortfall der Rüstzeit und des Wagenwechsels wieder verloren.

In gleicher Weise wird auch bei der Einlagerung von Belüftungsheu der Arbeitsaufwand durch Gebläseart, Häcksellänge

Gesamter Arbeits- und Zugkraftaufwand einschließlich Rüst- und Wegezeit verschiedener Fördermaschinen bei Silierung, Heubelüftung und Bodentrocknung (Ertrag: 50 dz/ha Heu mit 14% Feuchte)

| Werbungsverfahren Maschine | Wagenart | Aufberei- tungs- form | Wasser- gehalt % | Arbeits- u. Zugkraftaufwand h/ha | | Aufwand | | AK- Besatz |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|-------|---------|-------|---------------|
| | | | | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 h/ha | | | | |
| Wurfgebläse | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 60 | 7,4 | 0,6 | 2 | | |
| " | " | KH ²⁾ | " | 6,3 | 0,6 | 2 | | |
| " | Selbstentladewagen | KH | " | 4,5 | 2,1 | 2 | | |
| Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | KH | " | 6,6 | 0,6 | 2 | | |
| " " " | Selbstentladewagen | KH | " | 5,6 | 2,6 | 2 | | |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | |
| Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 35 | 4,5 | 0,5 | 1 | | |
| " | " | KH | " | 3,8 | 0,5 | 1 | | |
| " | Selbstentladewagen | KH | " | 3,0 | 2,3 | 1 | | |
| Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | LH | " | 6,7 | 0,5 | 2 | | |
| " mit " | Nor. Erntewagen | L ³⁾ | " | 8,1 | 0,3 | 3 | | |
| Heuzange | " " | L | " | 5,3 | 0,3 | 4 | | |
| " | " " | B ⁴⁾ | " | 6,1 | 0,2 | 4 | | |
| Höhenförderer | " " | B | " | 3,5 | 0,2 | 4 | | |
| Flurförderer + Höhenförderer | " " | B | " | 2,5 | 0,2 | 3 | | |
| " " | Abziehwagen mit Aufbau | B | " | 3,3 | 0,3 | 3 | | |
| " " | " ohne " | B | " | 3,0 | 0,2 | 3 | | |
| -Bolas- Heuverteiler | Abziehwagen | LH | " | 4,1 | 0,5 | 2 | | |
| <u>BODENTROCKNUNG:</u> | | | | | | | | |
| Von Hand (erdlastig) | Nor. Erntewagen | L | 14 | 6,6 | 0,2 | 4 | | |
| Höhenförderer | " " | L | " | 4,2 | 0,2 | 3 | | |
| Von Hand (erdlastig) | " " | B | " | 2,4 | 0,2 | 3 | | |

¹⁾ LH = Langhäcksel (6 - 12 cm)

²⁾ KH = Kurzhäcksel (2 - 6 cm)

³⁾ L = Langheu

⁴⁾ B = Ballenheu

und Erntewagenform verändert. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit des Arbeitsbedarfes beider Gebläsetypen muß aber darauf hingewiesen werden, daß das Wurfgebläse nur zur Beschickung des Heuturmes eingesetzt wurde, wo die Verteilung automatisch durch einen Ringverteiler erfolgte. Das Schneidgebläse gelangte dagegen bei der Befüllung der Aulendorfanlage zum Einsatz. Hier war zur Bedienung des Rohrausblases und zum Hochziehen der Stöpsel ein Mann im Stock notwendig. Auf einer Flachanlage wirkte sich zur Verteilung von Belüftungsheuhäcksel der "Bolas"-Heuverteiler im Vergleich zur Gebläsebeschickung sehr arbeitssparend aus. Der Aufwand von 4,1 AKh/ha kann noch um etwa die Hälfte vermindert werden, wenn an Stelle des Abziehwagens ein Selbstentladewagen verwendet wird. Von allen untersuchten Maschinen verursachte das Schneidgebläse mit Messern bei der Langheueinlagerung den größten Arbeitsaufwand; er ist weniger durch die Konstruktion des Gebläses bedingt als vielmehr durch die Tatsache, daß Belüftungsheu mit der Handgabel nur schwer anzustechen ist. Um das Gebläse ausreichend zu beschicken, wurden daher zwei Abladepersonen auf dem Wagen benötigt. Im Hinblick auf den Arbeitsaufwand ist bei der Langheueinlagerung in eine Heubelüftung die Heuzange besser geeignet, obwohl zu diesem Verfahren an Stelle von drei Personen vier Arbeitskräfte erforderlich sind. Nicht so günstig gestaltet sich mit der Heuzange die Balleneinlagerung, weil nämlich des öfteren beim Hochziehen einige Ballen aus der Zange herausrutschen und dann entweder nachgefaßt werden muß oder nur eine geringe Ladung hochbefördert werden kann.

Den niedrigsten Arbeitsaufwand wies von allen Maschinen der Höhenförderer auf. Wie die Abbildung 19 zeigt, konnte gegenüber dem direkten Einwerfen der Ballen in den Höhenförderer durch Vorschalten eines Flurförderers und gleichzeitiger Einsparung einer Abladeperson der niedrige Arbeitsaufwand noch um 1 AKh/ha gedrückt werden. Der Einsatz von Abziehwagen mit und ohne Häckselaufbau, die das Abwälzen der Ballen nach hinten ermöglichten, ergab ebenfalls eine Arbeitszeitverkürzung. Diese war aber im Vergleich zu der Kombination Flurförderer - Höhenförderer - normaler Erntewagen geringer, weil der An- und

Abbau des Abzugsgetriebes und ähnliches vermehrte Rüstzeiten verursachte.

Der relativ niedrige Arbeitsaufwand bei der Einlagerung des Bodentrocknungsheues ist im wesentlichen dadurch bedingt, daß das Abladen zu ebener Erde erfolgte. Die Einlagerung auf einem Heuboden hätte sehr wahrscheinlich die doppelte Zeit beansprucht und würde damit ungefähr den KREHER'schen (26) Angaben entsprechen. In diesem Falle wäre dann auch die Leistung jeder der hier eingesetzten Fördermaschinen der Handarbeit überlegen.

Für die Auswahl der geeigneten Fördermaschinen sind im wesentlichen folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- a) Soll das Heu lang, gehäckselt oder zu Ballen gepresst gefördert werden; die Fördermaschine muß zur Lademaschine passen.
- b) Anpassung an die vorhandenen Gebäudeverhältnisse; die Lage des Lagerplatzes zum Verbrauchsort ist zu beachten.
- c) Abstimmung von geforderter Stundenleistung und vorhandener Antriebskraft, verfügbarer AK-Besatz und Arbeitsaufwand.

In Zukunft dürfte immer mehr der verfügbare AK-Besatz den Ausschlag geben.

4. Transportzeit und Wagenauslastung

Die Transportzeit ist in erster Linie abhängig von der Länge des Weges. Den Berechnungen wurden einheitlich 1 km Schlagentfernung und eine durchschnittliche Schleppergeschwindigkeit von 12 km/h unterstellt. Zweitens beeinflusst aber auch das Fassungsvermögen der Erntewagen sowie die Aufbereitungsform des Futters die Höhe der Wegezeit.

Ein Vergleich der in Tabelle 4 angegebenen Werte zeigt, daß die vorhandene Ladefläche am besten durch den Ballen ausgelastet ist, wenn zur Ladearbeit normale Erntewagen oder Abziehwagen ohne Häckselaufbau eingesetzt werden, bei denen sich die Ladung über die Bordkante hinausbauen läßt. Ab-

ziehwagen mit Aufbau verringern aufgrund ihres begrenzten Ladevolumens das Ladegewicht ganz erheblich. Die beiden Abziehwagenformen wurden - wie bereits mehrfach erwähnt - mit der Absicht verwendet, bei der Abladearbeit eine Person einzusparen und das Abziehen der Ladung nach hinten zu ermöglichen. Gegenüber Ballen beträgt bei Langheu das Ladegewicht über ein Drittel weniger.

Tabelle 4

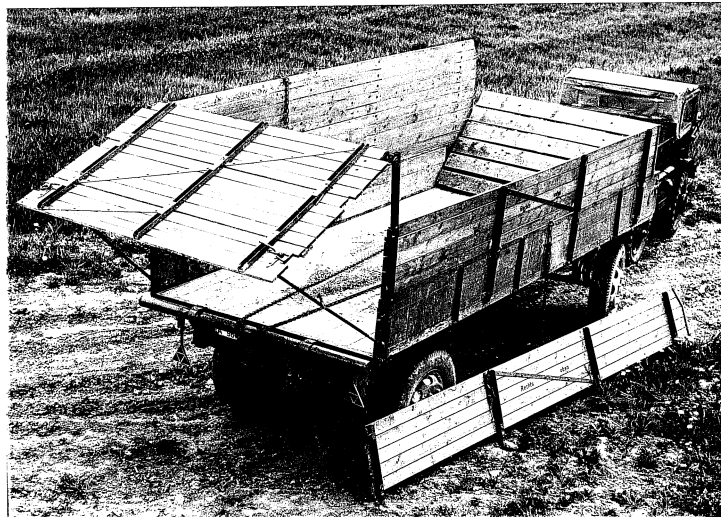
Wagenauslastung unter Berücksichtigung verschiedener Aufbereitungsformen

| Werbungs- verfahren | Wagenart | Aufberei- tungsform | Wagenauslastung | |
|------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|
| | | | Naßgewicht kg | Trockenmasse kg |
| Silierung | Abziehwagen | Länghäcksel ¹⁾ | 1 033 | 464 |
| | Abziehwagen | Kurzhäcksel ²⁾ | 1 092 | 451 |
| | Selbstentlade- wagen | " | 1 420 | 596 |
| Heubelüftung | Abziehwagen | Langhäcksel | 845 | 498 |
| | Abziehwagen | Kurzhäcksel | 761 | 570 |
| | Selbstentlade- wagen | " | 835 | 574 |
| | Erntewagen mit einf. Ladegatter | Langheu | 1 532 | 1 043 |
| | Normaler Erntew. | Ballen | 2 165 | 1 534 |
| | Abziehwagen mit Aufbau | " | 1 039 | 747 |
| | Abziehwagen ohne Aufbau | " | 2 116 | 1 530 |
| Bedentrock- nung | Normaler Erntew. | Langheu | 1 347 | 1 083 |
| | Normaler Erntew. | Ballen | 2 000 | 1 723 |

1) Langhäcksel = 6 - 12 cm

2) Kurzhäcksel = 2 - 6 cm

Die geringste Wagenauslastung weist aufgrund seines Gefüges das Häckselheu auf. Außerdem fehlt im Häckselbetrieb der Mann



Wagen mit Häckselaufbau und Abzugseinrichtung (Schild mit Kette)



Stellung des Abzugsschildes nach der Entleerung. Rechts Abzugsgetriebe mit E-Motor.

auf dem Wagen, der die Ladung festtritt. Um gleiche Erntemengen heimzubringen, ist beim Häcksel im Vergleich zu Ballen oder Langheu etwa die doppelte Fuhrenzahl zu transportieren. Daraus folgt unmittelbar, daß der Feldhäckslerbetrieb möglichst ar-
rondiert und der Häckselaufbau sehr geräumig sein sollte. Im
anderen Falle kann die Wegezeit einen erheblichen Teil der
Gesamtarbeitszeit ausmachen und den Fluß in der Arbeitskette
erheblich stören. Eine kürzere Häcksellänge erbringt höhere
Wagengewichte, jedoch darf aus Gründen einer zu dichten Lagerung
und mit Rücksicht auf eine einwandfreie Belüftung auch wiederum
nicht zu kurz gehäckselt werden. Häckselgut verdichtet sich
nämlich um so mehr je kürzer geschnitten es eingelagert wurde.

Tabelle 5

Raumgewichte von Häckselgut in Häckselwagen bei unter-
schiedlicher Feuchte

| Versuch | A | B | C | D | E | Arithmet. Mittel |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|---------------------|
| Mittel aus n - Wagen | 11 | 8 | 22 | 3 | 6 | |
| Schnitt | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| Feuchtigkeits- gehalt % | 54,9 | 50,3 | 37,1 | 23,0 | 17,7 | 36,6 |
| Raumgewicht kg/m ³ | 84 | 85 | 56 | 46 | 34 | 51 |
| Raumgewicht d. Trockenmasse kg/m ³ | 38 | 43 | 35 | 36 | 28 | 36 |
| Gewicht der Wagenladung kg | 1033 | 1136 | 713 | 849 | 664 | |

Mit welchen Raumgewichten an Häckselgut im Häckselwagen bei
unterschiedlicher Feuchte gerechnet werden kann, zeigt Tab.5.
Die hier verwendeten Häckselwagen hatten einen Bruttolade-
raum von 14 - 21,9 m³. Sie wurden auf dem Felde möglichst
voll geblasen und dann das ermittelte Häckselraumgewicht
auf den jeweiligen Bruttoladeraum bezogen, obwohl sich bis

zum Augenblick der Wägung der Raumbedarf des Häcksels durch die lange Transportstrecke (2,5 km) wesentlich verringert hatte.

5. Gesamter Arbeits- und Zugkraftaufwand bei zwei Schnitten und verschiedenen Arbeitsverfahren

Wieviel Arbeits- und Zugkraftstunden werden nun insgesamt je Hektar für 2 Schnitte vom Mähen bis zur abgeschlossenen Einlagerung benötigt, wenn beim 1. Schnitt 50 und im 2. Schnitt 30 dz/ha Wiesenheu mit 14 % Feuchte geerntet werden? Diese Frage ist in Abbildung 20 beantwortet, wo anhand der in den Versuchen gewonnen Aufwandszahlen sämtliche möglichen Arbeitskombinationen für die Grassilierung, Heubelüftung und Bodentrocknung zusammengestellt sind.

Zunächst seien aber die Arbeitsgänge angegeben, die den einzelnen Arbeitsverfahren zugrunde liegen:

Silierung:

(1. und 2. Schnitt 1958 und 59) Mähen + Zetten
Schwaden (maschinell)
Nachrechen "
Laden
Transport
Silieren
Silo abdecken

Heubelüftung:

(1. und 2. Schnitt 1958 und 59) Mähen + Zetten
2 x Wenden (maschinell)
Schwaden "
Nachrechen "
Laden
Transport
Einlagern

Bodentrocknung:

a) 1. Schnitt Mähen + Zetten
6 x Wenden (maschinell)
3 x Schwaden "
2 x Schwaden aus- "
streuen "
Nachrechen
Laden
Transport
Einlagern

b) 2. Schnitt

Mähen + Zetten
4 x Wenden (maschinell)
3 x Schwaden "
2 x Schwaden aus-
streuen "
Nachrechen
Laden
Transport
Einlagern

Bei der Bodentrocknung mußten zum 1. Schnitt 1958 die Erntearbeiten zweimal und zum 1. Schnitt 59 einmal wegen Regenwetter abgebrochen werden, während der 2. Schnitt jeweils reibungslos abgewickelt wurde.

Eine Durchsicht der Abbildung 20 zeigt, daß der Gesamtarbeitsaufwand für zwei Schnitte bei den verschiedenen Verfahren zur Heubelüftung zwischen 28,4 und 40,0 AKh/ha schwankt. Das ergibt eine Differenz von 11,6 AKh/ha, die an und für sich nicht sehr groß ist, aber im gleichen Werbungsverfahren gesehen schon ihre Bedeutung hat. Aus der Vielfalt der hier aufgeführten Kombination darf als bestes Verfahren mit dem niedrigsten Arbeitsaufwand die Hochdruckpresse in Verbindung mit einem Flur- und Höhenförderer sowie einem normalen Erntewagen genannt werden. Das schlechteste Verfahren mit dem höchsten Arbeitsbedarf ist die Kette Kopflader - Schneidgebüse mit Messer - normaler Erntewagen. Wie ein Blick in die Abbildung 20 zeigt, läßt sich die letztgenannte, in Bezug auf den Arbeitsaufwand ungünstige Kombination sofort erheblich verbessern, wenn an Stelle des Kopfladers ein Seitenfuderlader (Erntewagen mit Rundumladegatter) oder für das Schneidgebüse mit Messer eine Heuzange eingesetzt wird. Der Arbeits- und der Zugkraftaufwand verhält sich in keiner Weise parallel. Unterschiede in der Höhe des Zugkraftbedarfes beruhen im wesentlichen auf dem Ladesystem, da bei allen Verfahren zur Heubelüftung die Zahl der Zwischenbearbeitungsgänge gleich ist und der Transport keine nennenswerten Differenzen verursacht. Mit ca. 3 - 7 Schlepperstunden liegt

Abb. 20

Gesamter Arbeits- u. Zugkraftaufwand einschließlich Rüst- und Wegezeit verschiedener Arbeitsverfahren

vom Mähen bis zur Einlagerung bei zwei Schnitten und gleichen Erträgen

(angenommene Erträge : 1. Schnitt = 50 dz / ha Heu, 2. Schnitt = 30 dz / ha Heu mit 14% Feuchtigkeit)

| ERNTEVERFAHREN | | WAGENART | Aufberei- tungs- form | Wasser- gehalt % | ARBEITS UND ZUGKRAFTAUFWAND | | | | ARBEITS-UND ZUGKRAFTAUFWAND | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------|------------|---------|-----------------------------|-----------|------------|---------|----------|---------|--|
| LADEN | EINLAGERN | | | | 1. Schnitt | | 2. Schnitt | | 1. Schnitt | | 2. Schnitt | | Zusammen | | |
| | | | | | AKh / ha | Sh / ha | AKh / ha | Sh / ha | AKh / ha | Sh / ha | AKh / ha | Sh / ha | AKh / ha | Sh / ha | |
| <u>SILIERUNG:</u> | | | | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 h / ha | | | | | |
| Trommelfeldhäcksler | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 60 | 19,9 | 10,0 | 15,5 | 8,0 | 35,4 | 18,0 | | | | | |
| Scheibenradfeldhäcksler | " | " | KH ²⁾ | " | 18,4 | 9,4 | 14,5 | 7,4 | 32,9 | 16,8 | | | | | |
| " | " | Selbstentladewagen | KH | " | 16,6 | 11,0 | 13,3 | 8,4 | 29,9 | 19,4 | | | | | |
| " | Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | KH | " | 18,7 | 9,4 | 14,7 | 7,4 | 33,4 | 16,8 | | | | | |
| " | " " " | Selbstentladewagen | KH | " | 17,7 | 11,6 | 13,9 | 8,7 | 31,6 | 20,3 | | | | | |
| <u>HEUBELÜFTUNG:</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trommelfeldhäcksler | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 35 | 18,7 | 11,9 | 15,0 | 9,4 | 33,7 | 21,3 | | | | | |
| Scheibenradfeldhäcksler | " | " | KH | " | 16,3 | 10,4 | 13,6 | 8,7 | 29,9 | 19,1 | | | | | |
| " | " | Selbstentladewagen | KH | " | 16,5 | 13,2 | 13,5 | 10,2 | 30,0 | 23,4 | | | | | |
| " | Heuverteiler | Abziehwagen | KH | " | 16,7 | 10,4 | 13,7 | 8,7 | 30,4 | 19,1 | | | | | |
| Trommelfeldhäcksler | Schneidgebläse ohne Messer | " | LH | " | 20,8 | 11,9 | 16,3 | 9,4 | 37,1 | 21,3 | | | | | |
| Frontlader | " mit " | Wagen mit Stangenaufbau | L ³⁾ | " | 19,9 | 10,2 | 15,2 | 8,4 | 35,1 | 18,6 | | | | | |
| Seitenfuderlader | " " " | Wagen mit Rundumladegat. | L | " | 18,8 | 8,5 | 14,7 | 7,3 | 33,5 | 15,8 | | | | | |
| " | " " " | " ohne " | L | " | 22,5 | 8,4 | 16,9 | 7,3 | 39,4 | 15,7 | | | | | |
| Kopffuderlader | " " " | Nor. Erntewagen | L | " | 22,9 | 9,1 | 17,1 | 7,7 | 40,0 | 16,8 | | | | | |
| | | | | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 h / ha | | | | | |

¹⁾ LH = Langhäcksel (6 - 12 cm)

²⁾ KH = Kurzhäcksel (2 - 6 cm)

³⁾ L = Langheu

der Zugkraftaufwand beim Frontlader und Feldhäcksler höher als bei der Presse und den Ladermodellen. Der Zugkraftbedarf selbst kann in einem Bereich von 15,2 - 23,4 Sh/ha fixiert werden.

Die Bergung von Anwelksilage mit Feldhäcksler und Gebläse ist den gleichen Verfahren bei der Heubelüftung durchaus ebenbürtig. Wesentliche Unterschiede sind nicht festzustellen. Demgegenüber erfordert die Bodentrocknung insbesondere im Arbeitsbedarf einen höheren Aufwand. Wird von dem Handlade- und-abladeverfahren ausgegangen, dann ergeben sich im Vergleich zu den verschiedenen Arbeitskettten der Heubelüftung Differenzen von 17,3 - 28,9 AKh bzw. 4,2 - 12,4 Sh/ha zu Ungunsten der Bodentrocknung. Diesen Differenzen liegen die klimatischen Verhältnisse Weißenstephans zugrunde. Bei schlechteren klimatischen Bedingungen - darunter zählen die Grünlandgebiete - wird die Diskrepanz zwischen Heubelüftung und Bodentrocknung zweifellos noch größer. Trotzdem bringt die Heubelüftung nicht den durchschlagenden Mechanisierungserfolg, wie er z.B. im Silomaisanbau beim Übergang von der Handarbeits- in die höchste Technisierungsstufe zu finden ist.

6. Auswahl des geeigneten Arbeitsverfahrens

Aus dem vorhergehenden Abschnitt ging hervor, daß die verschiedenen Verfahren zur Heubelüftung im Arbeitsaufwand keine sehr großen Differenzen zeigen. Demnach müssen andere Faktoren die Wahl des geeigneten Arbeitsverfahrens mit beeinflussen. Ein solcher Faktor primärer Art ist zunächst der Kapitalaufwand, denn die eingesetzten Maschinen zeichnen sich durch unterschiedliche Anschaffungs-, Reparatur- und Betriebskosten aus. Im engen Zusammenhang mit dem Kapitalaufwand steht auch die Tatsache, in welchem Umfang die in Aussicht genommene Maschine auch für weitere Arbeiten bei anderen Früchten eingesetzt werden kann. Die Grundkosten würden sich dann verteilen und brauchten nicht allein dem Heu zur Last geschrieben werden. Eine dritte aber nicht minder wichtige Frage ist die, ob sich mit der Zahl der im Betrieb vorhan-

denen AK im Rahmen des gewählten Arbeitsverfahrens eine Arbeitskette bilden läßt. Absetzige Arbeit ist in jedem Falle durchaus möglich, jedoch beansprucht die Arbeitskette immer den niedrigsten Aufwand. Bei absetziger Arbeit ist besonders darauf zu achten, daß für die Belüftung vorgesehene Führen nicht über Nacht stehen bleiben. Die unvermeidliche Erwärmung des feuchten Futters verursacht Verluste und erschwert die Abladearbeit.

Aus den vorgenannten Gründen dürften Frontlader, Feldhäcksler und Fuderlader vornehmlich in kleineren Betriebsgrößen Eingang finden, während die Ballenpresse dem größeren Betrieb vorbehalten bleibt. Eine genaue Grenze kann natürlich niemals abgesteckt werden, da diese oder jene Gründe durchaus zu einer anderen Wahl zwingen können.

In zweiter Linie üben bauliche Verhältnisse bzw. schon vorhandene Förderanlagen einen nicht unerheblichen Einfluß aus. In Gebäuden, die für Höhenförderer oder Heuzange vollkommen ungeeignet sind, stellt das Gebläse die beste Fördermöglichkeit dar. Das oft zeitraubende und umständliche Verlegen der Rohre läßt sich dadurch umgehen, daß diese bis auf die Verteilerstellen fest verlegt werden. Die Rohre verursachen schließlich nicht die größten Kosten. Schon vorhandene Förderanlagen können oft nach geringfügigen Umbauten oder mit Zusatzeinrichtungen arbeitswirtschaftlich sehr vorteilhaft sein und für die erforderlichen Zwecke in jeder Beziehung ausreichen.

II. Erträge und Verluste

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen befaßte sich ein wesentlicher Teil der durchgeführten Arbeiten mit der Feststellung der Ertragsverhältnisse sowie der Verluste vom Schnitt bis zur Auslagerung des Fertigproduktes. Es interessierte ganz besonders die Höhe der Verluste, die bei den verschiedenen Werbungsverfahren und Arbeitsverfahren zu erwarten sind. Welchen Einfluß allein die Werbungsverfahren auf

der Zugkraftaufwand beim Frontlader und Feldhäcksler höher als bei der Presse und den Ladermodellen. Der Zugkraftbedarf selbst kann in einem Bereich von 15,2 - 23,4 Sh/ha fixiert werden.

Die Bergung von Anwelksilage mit Feldhäcksler und Gebläse ist den gleichen Verfahren bei der Heubelüftung durchaus ebenbürtig. Wesentliche Unterschiede sind nicht festzustellen. Demgegenüber erfordert die Bodentrocknung insbesondere im Arbeitsbedarf einen höheren Aufwand. Wird von dem Handlade- und-abladeverfahren ausgegangen, dann ergeben sich im Vergleich zu den verschiedenen Arbeitskettten der Heubelüftung Differenzen von 17,3 - 28,9 AKh bzw. 4,2 - 12,4 Sh/ha zu Ungunsten der Bodentrocknung. Diesen Differenzen liegen die klimatischen Verhältnisse Weißenstephans zugrunde. Bei schlechteren klimatischen Bedingungen - darunter zählen die Grünlandgebiete - wird die Diskrepanz zwischen Heubelüftung und Bodentrocknung zweifellos noch größer. Trotzdem bringt die Heubelüftung nicht den durchschlagenden Mechanisierungserfolg, wie er z.B. im Silomaisanbau beim Übergang von der Handarbeits- in die höchste Technisierungsstufe zu finden ist.

6. Auswahl des geeigneten Arbeitsverfahrens

Aus dem vorhergehenden Abschnitt ging hervor, daß die verschiedenen Verfahren zur Heubelüftung im Arbeitsaufwand keine sehr großen Differenzen zeigen. Demnach müssen andere Faktoren die Wahl des geeigneten Arbeitsverfahrens mit beeinflussen. Ein solcher Faktor primärer Art ist zunächst der Kapitalaufwand, denn die eingesetzten Maschinen zeichnen sich durch unterschiedliche Anschaffungs-, Reparatur- und Betriebskosten aus. Im engen Zusammenhang mit dem Kapitalaufwand steht auch die Tatsache, in welchem Umfang die in Aussicht genommene Maschine auch für weitere Arbeiten bei anderen Früchten eingesetzt werden kann. Die Grundkosten würden sich dann verteilen und brauchten nicht allein dem Heu zur Last geschrieben werden. Eine dritte aber nicht minder wichtige Frage ist die, ob sich mit der Zahl der im Betrieb vorhan-

denen AK im Rahmen des gewählten Arbeitsverfahrens eine Arbeitskette bilden läßt. Absetzige Arbeit ist in jedem Falle durchaus möglich, jedoch beansprucht die Arbeitskette immer den niedrigsten Aufwand. Bei absetziger Arbeit ist besonders darauf zu achten, daß für die Belüftung vorgesehene Föhren nicht über Nacht stehen bleiben. Die unvermeidliche Erwärmung des feuchten Futters verursacht Verluste und erschwert die Abladearbeit.

Aus den vorgenannten Gründen dürften Frontlader, Feldhäcksler und Fuderlader vornehmlich in kleineren Betriebsgrößen Eingang finden, während die Ballenpresse dem größeren Betrieb vorbehalten bleibt. Eine genaue Grenze kann natürlich niemals abgesteckt werden, da diese oder jene Gründe durchaus zu einer anderen Wahl zwingen können.

In zweiter Linie üben bauliche Verhältnisse bzw. schon vorhandene Förderanlagen einen nicht unerheblichen Einfluß aus. In Gebäuden, die für Höhenförderer oder Neuzange vollkommen ungeeignet sind, stellt das Gebläse die beste Fördermöglichkeit dar. Das oft zeitraubende und umständliche Verlegen der Rohre läßt sich dadurch umgehen, daß diese bis auf die Verteilerstellen fest verlegt werden. Die Rohre verursachen schließlich nicht die größten Kosten. Schon vorhandene Förderanlagen können oft nach geringfügigen Umbauten oder mit Zusatzeinrichtungen arbeitswirtschaftlich sehr vorteilhaft sein und für die erforderlichen Zwecke in jeder Beziehung ausreichen.

II. Erträge und Verluste

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen befaßte sich ein wesentlicher Teil der durchgeführten Arbeiten mit der Feststellung der Ertragsverhältnisse sowie der Verluste vom Schnitt bis zur Auslagerung des Fertigproduktes. Es interessierte ganz besonders die Höhe der Verluste, die bei den verschiedenen Werbungsmethoden und Arbeitsverfahren zu erwarten sind. Welchen Einfluß allein die Werbungsmethode auf

die Verlusthöhe besitzt, läßt sich an folgenden Zahlenangaben in etwa ermessen: Danach kann bei der Silierung mit 12 - 20, bei der Heubelüftung mit 15 - 25 und bei der Bodentrocknung je nach den Witterungsverhältnissen mit 20 - 50 % Verlusten gerechnet werden. Gleichzeitig bietet der Verlustgrad aber auch gewisse Anhaltspunkte für die Qualität und den Nährstoffgehalt eines Futters.

Leider konnte in diesem Zusammenhang der Graseinsäuerungsversuch des Jahres 1958 nicht ausgewertet werden. Von unten her in den Silobehältern eingedrungenes Regenwasser verhinderte die genaue Bestimmung des Auslagerungsgewichtes.

1. Erträge

Entsprechend der Witterung der Jahre 1958 und 59 waren die Erträge der Versuchsflächen recht zufriedenstellend. Insgesamt konnten bei zwei Schnitten rund 320 - 360 dz/ha Grünmasse geerntet werden. Das sind unter Einschluß der Verluste etwa 75 - 85 dz/ha Wiesenheu. Die Ertragsleistungen der einzelnen Parzellen zeigten nur geringfügige Schwankungen.

2. Verluste an Trockenmasse

Die Futterwerbung und Konservierung verursacht Verluste mannigfaltiger Art. Nach dem Mähen der Pflanze und im Verlauf der darauf folgenden Abtrocknung am Boden treten zunächst drei Verlustquellen auf: Die Veratmungs-, die Bearbeitungs- oder Bröckel- und die durch Witterungseinflüsse hervorgerufenen Auswaschungsverluste. Alle drei ergeben zusammen genommen den Feldverlust. Daneben ist als zweite Gruppe der Lagerungsverlust zu nennen. Er umfaßt diejenigen Schwunderscheinungen, die im Heustock oder Silobehälter durch Selbsterwärmungen bzw. mikrobiologische Vorgänge verursacht werden. Aus der Summe von Feld- und Lagerungsverlust erhält man den Gesamtverlust.

Die in den beiden Versuchsjahren ermittelten Trockenmasseverluste sind in Tabelle 6 aufgeschlüsselt nach Schnitt, Jahr, Werbungsverfahren und Lagerort dargestellt.

Um besser Vergleichsmöglichkeiten zu gewinnen, wurden zunächst in Abbildung 21 die Feldverluste in Form eines Streudiagramms aufgetragen. Eine Betrachtung der Abbildung zeigt

Tabelle 6

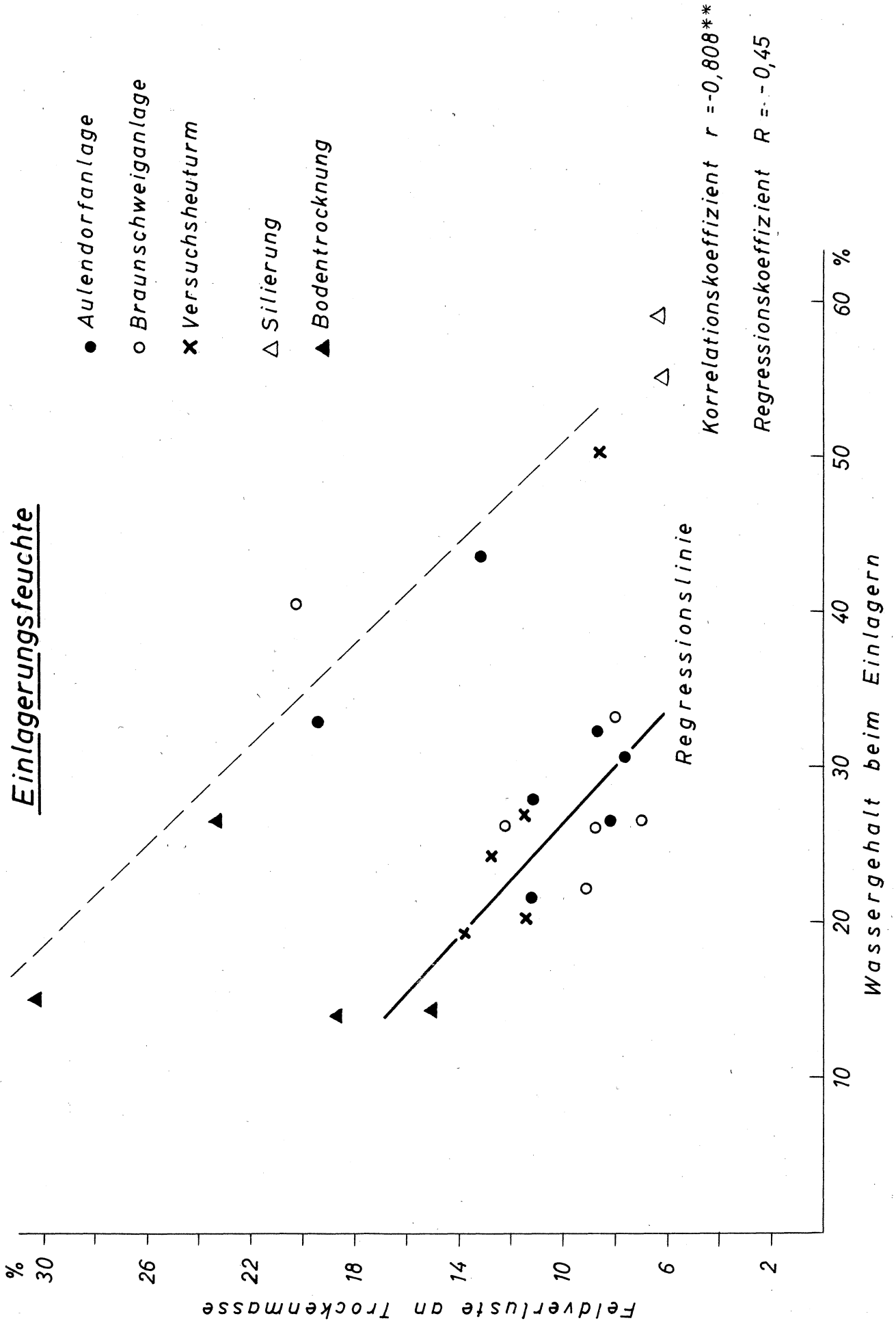
Trockenmasseverluste in % beim 1. und 2. Schnitt 1958 und 59.

| Werbungsverfahren und Lagerort | Versuchsjahr | Aufbe- rei- tungs- form | Wassergehalt % | | Trockenmasseverluste 1. Schnitt in % | | | Wassergehalt % | | | Trockenmasseverluste 2. Schnitt in % | | | Ø Trockenmasseverluste aus 1. und 2. Schnitt % | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| | | | Einlage- rung | Auslage- rung | Feld- verl. | Lage- rungs- verl. | Gesamt- verl. | Einlage- rung | Ausla- gerung | Feld- verl. | Lage- rungs- verl. | Gesamt- verl. | Einla- gerung | Ausla- gerung | Feld- verl. | Lage- rungs- verl. | Gesamt- verl. |
| <u>Silierung:</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hochsilo | 1958 | LH | 55.05 | - | 6.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Hochsilo | 1959 | KH | 59.02 | 59.85 | 6.4 | 11.8 | 17.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <u>Heubelüftung:</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Heuturm | 1958 | LH | 50.30 | 11.05 | 8.6 | 16.7 | 23.8 | 20.16 | 11.29 | 11.4 | 3.7 | 14.7 | 41.94 | 11.15 | 9.7 | 11.7 | 20.3 |
| Heuturm | 1959 | KH | - | - | - | - | - | 26.91 | - | 11.5 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 1959 | KH | - | - | - | - | - | 19.32 | - | 13.8 | - | - | - | - | - | - | - |
| Heuturm | Ø aus a u. b | | 24.31 | 10.41 | 12.8 | 6.5 | 18.4 | 25.74 | 11.24 | 11.1 | 4.3 | 14.9 | 24.85 | 10.71 | 12.2 | 5.7 | 17.1 |
| Aulendorf | 1958 | LH | 43.66 | 14.04 | 13.3 | 9.3 | 21.3 | 21.60 | 12.64 | 11.3 | 5.9 | 16.5 | 36.18 | 13.45 | 12.5 | 7.9 | 19.4 |
| Aulendorf | 1959 | B | 32.87 | - | 19.4 | - | - | 27.91 | - | 11.2 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 1959 | B | 30.78 | - | 7.6 | - | - | 26.75 | - | 8.1 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 1959 | B | - | - | - | - | - | 32.26 | - | 8.7 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | Ø aus a, b u. c | | 31.46 | 12.51 | 11.5 | 8.1 | 18.6 | 28.46 | 12.46 | 9.9 | 1.5 | 11.2 | 30.40 | 12.51 | 10.9 | 5.7 | 16.0 |
| Braunschweig | 1958 | B | 26.15 | 17.97 | 8.9 | 4.3 | 12.9 | 22.24 | 12.42 | 9.1 | 5.4 | 14.0 | 24.53 | 15.70 | 9.0 | 4.8 | 13.4 |
| " | 1959 | L | 40.35 | - | 20.3 | - | - | 26.31 | - | 12.2 | - | - | - | - | - | - | - |
| " | 1959 | L | 33.13 | - | 8.0 | - | - | 26.49 | - | 6.9 | - | - | - | - | - | - | - |
| Braunschw. | Ø aus a u. b | | 36.44 | 11.02 | 12.5 | 11.3 | 22.3 | 26.43 | 11.49 | 8.7 | 3.1 | 11.6 | 33.19 | 11.20 | 11.2 | 8.4 | 18.6 |
| <u>Bodentrocknung:</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Strohscheune | 1958 | L | 26.52 | 15.32 | 23.3 | 8.4 | 29.6 | 14.31 | 14.69 | 15.1 | 3.0 | 17.7 | 22.2 | 15.06 | 20.3 | 6.2 | 25.2 |
| Strohscheune | 1959 | L/B | 15.00 | 14.42 | 30.3 | 4.2 | 33.2 | 13.78 | 12.78 | 18.7 | 3.6 | 21.7 | 14.47 | 13.71 | 25.7 | 3.9 | 28.6 |

Abb. 21

Abhängigkeit des Trockenmassfeldverlustes von der

Einlagerungsfeuchte



die interessante Tatsache, daß sich die eingezeichneten Werte eng um zwei, aber eindeutig voneinander abgesetzten Linien gruppieren. Der Linienverlauf läßt mit abnehmenden Feuchtigkeitsgehalt einen steigenden Trockenmassfeldverlust deutlich werden. Diese Tendenz liegt absolut im Bereich der bisherigen Erfahrungen.

Warum gruppieren sich aber nun die Feldverluste um zwei verschiedene Linien, welche in beträchtlichem Abstand voneinander liegen? Wie eine Überprüfung ergab, stammen alle um die unterbrochene Linie verteilten Meßergebnisse - mit Ausnahme der beiden Silierungswerte - von Versuchspartzen, in die es ein- oder zweimal hineinregnete. Aus dieser Verteilung kann abgeleitet werden, daß erstens wie erwartet Regen den Feldverlust erhöht und zum anderen der Anstieg des Feldverlustes durch Niederschläge um so stärker wird, je weiter das Futter am Boden bereits abgetrocknet ist. Die um die ausgezogene Regressionslinie verteilten Feldverluste wurden dagegen alle auf Versuchspartzen ermittelt, welche ohne Regeneinwirkung gewonnen werden konnten. Der hierzu errechnete Korrelationskoeffizient von $r = 0,808$ ist hochsignifikant und bestätigt einen engen Zusammenhang zwischen Einlagerungsfeuchte und Feldverlust. Wie aus dem Regressionskoeffizienten von $R = 0,45$ hervorgeht, erhöht sich der Feldverlust um 4,5 %, wenn das Futter am Boden um 10 % Feuchtigkeit abgetrocknet wird. Diese Relation zwischen Einlagerungsfeuchte und Feldverlust hat aber nur in dem durch Versuchsergebnisse ausgefüllten Teilbereich von 34 - 14 % Feuchte Gültigkeit. Die Verfasser sind sich der Tatsache bewußt, daß der bei der Abtrocknung über dem insgesamt möglichen Feuchtigkeitsbereich von 80 - 14 % durch Veratmung oder Bröckeln entstehende Feldverlust eher kurvenförmig als linear verläuft. Aufgrund der Verteilung der einzelnen Meßwerte erscheint jedoch im vorliegenden Falle die Annahme einer linearen Beziehung für einen kleinen Teilbereich durchaus gerechtfertigt.

Im Vergleich zu allen übrigen Verfahren muß als einzige Ausnahme bei der Feldhäckslerladearbeit mit einem um 4 - 5 % höheren Trockenmassfeldverlust gerechnet werden. Schon geringe Luftbewegungen verursachen Verstäubungsverluste; auch ist gelegentliches Vorbeiblasen insbesondere in Kurven unvermeidbar.

Tabelle 7

Schwankungsbreite und durchschnittliche Feldverluste an Trockensubstanz bei Silierung, Heubelüftung und Bodentrocknung

| Werbungsmethode | Zahl der Versuche | Feldverluste an Trockenmasse % | |
|-----------------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | Im Durchsch. | Schwankungsbereich von... bis... |
| Grassilierung | 2 | 6,3 | 6,1 - 6,4 |
| Heubelüftung | 18 | 10,9 | 6,9 - 20,3 (13,0) |
| Bodentrocknung | 4 | 23,0 | 15,1 - 30,3 |

In Tabelle 7 wurde für die drei Werbungsverfahren Silierung, Heubelüftung und Bodentrocknung der Schwankungsbereich und der im Durchschnitt aller Versuche ermittelte Feldverlust an Trockenmasse zusammengestellt. Erwartungsgemäß hat die Grassilierung den niedrigsten Feldverlust, weil erstens, diese Werbungsverfahren sehr witterungsunempfindlich ist und zweitens Bröckel- und Veratmungsverluste wegen des hohen Feuchtigkeitsgehaltes zur Zeit der Einlagerung nur in geringem Maße auftreten können. Aus den soeben genannten Gründen erscheint der in zwei Versuchen ermittelte Durchschnittsverlust von 6,3 % überhöht. Es ist aber zu berücksichtigen, daß zur Grassilierung Feldhäcksler als Lademaschinen verwendet wurden, die den höheren Verlust verursachten. - Gegenüber der Bodentrocknung läßt sich mit Hilfe der Heubelüftung der Feldverlust beträchtlich senken. In den vorliegenden Versuchen betrug die durchschnittliche Verlusteinsparung rund 12 %. Wie aus dem Schwankungsbereich der Feldverluste zu ersehen ist, können bei der Heubelüftung durch unvorhergesehenen Regenfälle auch höhere Feldverluste auftreten. So wurde z.B. im 1. Schnitt 1959 auf einer Parzelle ein Verlust von 20,3 % festgestellt. Wenn es aber gelingt, alle guten Witterungsabschnitte entsprechend auszunützen, dürften bei der Heubelüftung die Feldverluste aufgrund der vorliegenden Ergebnisse 13 % nicht übersteigen. Damit werden die Unterschiede zur Bodentrocknung noch deutlicher

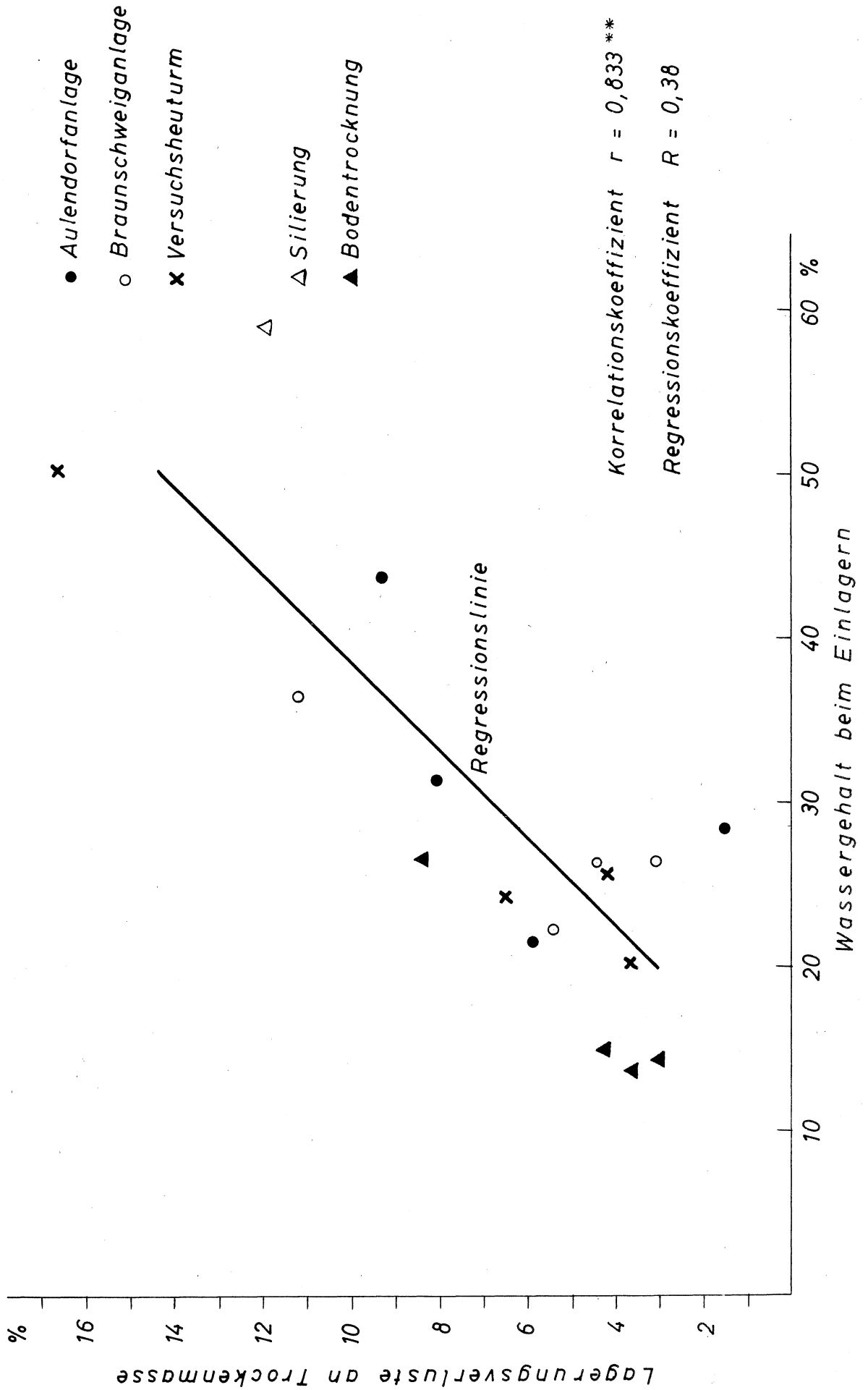
und es läßt sich leicht erkennen, in welchem Maße die Heubelüftung befähigt ist, neben der Verlusteinsparung auch zur Verminderung des Wetterrisikos beizutragen.

Ebenfalls sehr aufschlußreich ist das Verhalten der Lagerungsverluste, die in Abbildung 22 in Beziehung zur Einlagerungsfeuchte gesetzt wurden. Aus der Verteilung der einzelnen Meßwerte ergibt sich nämlich, daß mit steigender Einlagerungsfeuchte auch der Lagerungsverlust zunimmt, wobei die Korrelationsrechnung für die Heubelüftung die Richtigkeit dieser Aussage bestätigt. Die bei der Silierung und Bodentrocknung festgestellten Lagerungsverluste konnten deshalb nicht zur Korrelationsrechnung herangezogen werden, weil sie unter gänzlich anderen Bedingungen entstehen und daher nicht vergleichbar sind. Ein getrennter statistischer Nachweis bei Silierung und Bodentrocknung hinsichtlich des Bestehens ähnlicher Zusammenhänge ist aber wegen zu geringen Materialumfanges nicht möglich. Wie aus dem für Belüftungsheu errechneten Regressionskoeffizienten zu entnehmen ist, erfolgt ein 3,8 %iger Anstieg des Lagerungsverlustes, wenn sich die Einlagerungsfeuchte um 10 % erhöht. Höhere Lagerungsverluste sind aber stets mit starken Selbsterwärmungen des Heustockes verknüpft. So konnte z.B. der Heuturm (Betrieb ohne Schaltautomatik) beim 1. Schnitt 1958 mit Futter von durchschnittlich 50 % Feuchtigkeit beschickt werden. Als Lagerungsverlust ergab sich ein außerordentlich hoher Wert von 16,7 %. Tatsächlich wurden hier mittels der Heustocksonde mit 39°C die höchsten Temperaturen gemessen. Dennoch lassen sich mit der Heubelüftung gegenüber zu feucht eingelagerter Bodentrocknung die Lagerungsverluste merklich reduzieren, wie das auch aus Abbildung 22 deutlich hervorgeht.

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß bei der Heubelüftung starke Selbsterwärmungen unbedingt zu vermeiden sind, da bei diesem Vorgang nur wertvolle Trockensubstanz bzw. Nährstoffe, die als Energiequelle dienen, "verbrannt" werden. Mit Hilfe von Schaltautomatiken lassen sich längere Belüftungspausen, z.B. Nächte, jederzeit unterbrechen und die eventuell im Heustock entstandene Wärme verlustmindernd abführen. Vom gleichen Gesichtspunkt aus betrachtet, sind unseres Erachtens Belüftungsverfahren abzu-

Abb. 22

Abhängigkeit von Trockenmasselagerungsverlust und Einlagerungsfeuchte



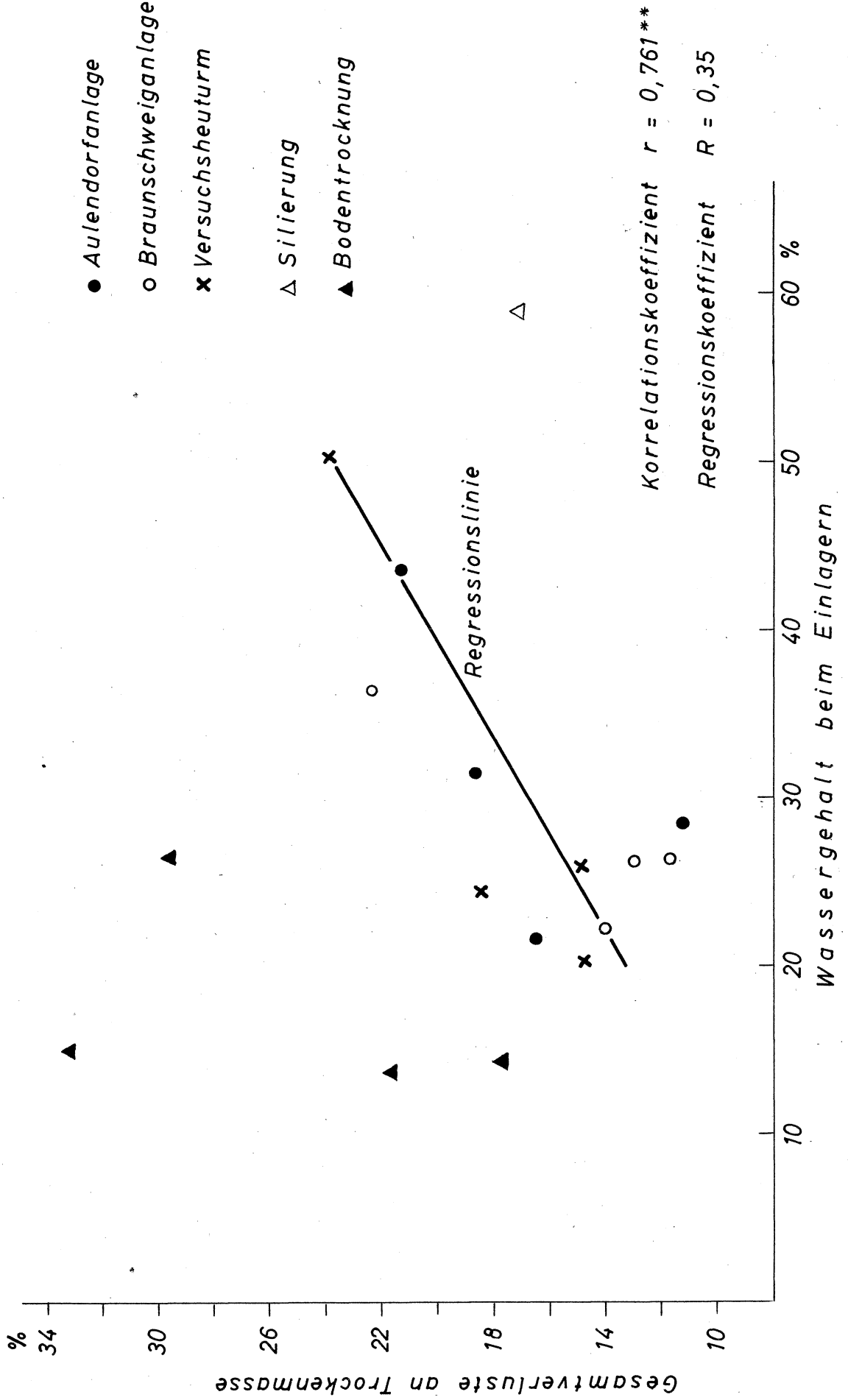
lehnen, die aus Gründen eines niedrigen Stromverbrauches bzw. wegen eines günstigeren Belüftungseffektes mit der Selbsterwärmung des Futters arbeiten. Auch über den richtigen Zeitpunkt der Einlagerung von Belüftungsheu geben die vorliegenden Ergebnisse gewissen Aufschluß. Unter Berücksichtigung der Lagerungsverluste durch Selbsterwärmung sollte in der Praxis mit der Beschickung der Anlagen erst von einem Feuchtigkeitsgehalt von 40 - 35 % an abwärts begonnen werden.

In diesem Zusammenhang erhebt sich ferner die Frage, bis zu welchem Feuchtigkeitsgehalt das Heu in der Belüftungsanlage heruntergetrocknet werden soll. Viele Autoren vertreten den Standpunkt, daß eine Abfrocnkung bis auf 20 %, der Grenze der Lagerfähigkeit, ausreichend sei. Wir schließen uns der Ansicht von PAPENDICK (33) an und befürworten eine Abtrocknung auf 14 %, denn von diesem Punkt können keine wesentlichen Erwärmungen und Nachgärungen im Heustock mehr auftreten, die immer mit Verlusten verbunden sind. Zögernde Aufnahme des soweit und stärker heruntergetrockneten Heues durch das Vieh wurden später bei der Verfütterung nicht festgestellt.

Die Trockensubstanzgesamtverluste (Abb.23), die sich aus Feld- und Lagerungsverlusten zusammensetzen, weisen bei der Heubelüftung mit zunehmender Einlagerungsfeuchte eine statistisch gesicherte, ansteigende Tendenz auf. Laut Regressionskoeffizient beträgt der Anstieg des Gesamtverlustes 3,5 % je 10 % höhere Einlagerungsfeuchte. Aus denselben, bereits oben erwähnten Gründen, konnten auch hier die Gesamtverlustwerte aus Silierung und Bodentrocknung in der Korrelationsrechnung nicht berücksichtigt werden. Die in den Versuchen zur Heubelüftung ermittelten Gesamtverluste ergaben von 11,2 - 23,8 % einen beachtlichen Schwankungsbereich. Dies besagt, daß nur bei entsprechender Technik die Trockenmassengesamtverluste der Heubelüftung sich in engen Grenzen halten lassen, bei unsachgemäßer Handhabung erreichen sie jedoch beachtlich hohe Werte. Während nun die Feldverluste in der Hauptsache von der Witterung zur Zeit der Werbung, der Zahl der Bearbeitungsgänge und eventuell der eingesetzten Lademaschine abhängig sind, beruhen die Lagerungsverluste im

Abb. 23

Abhängigkeit von Trockenmassegesamtverlust und Einlagerungsfeuchte



wesentlichen auf der Höhe der Einlagerungsfeuchte und darauf, ob es gelingt, Selbsterwärmungen im Heustock durch richtige Belüftung zu vermeiden.

Die Gesamtverluste bei der Bodentrocknung (Schwankungsbereich 17,7 - 33,2 %) lagen absolut gesehen nicht sehr viel höher als die der Heubelüftung. Voraussetzung ist allerdings, daß das Bodenheu bei günstiger Witterung mit wenigen Bearbeitungsgängen und bei entsprechendem Feuchtigkeitsgehalt fachgerecht eingebracht wird. Mehrmaliger Regen und damit eng verknüpft eine größere Zahl von Bearbeitungsgängen sowie Einlagerung mit relativ hoher Feuchtigkeit lassen jedoch die Gesamtverluste bei der Bodentrocknung stark ansteigen. Sie übertreffen dann erheblich die Verluste, die bei der Heubelüftung entstehen.

In Tabelle 8 sind abschließend die Trockenmasseverluste aus beiden Versuchsjahren nach Werbungsmethoden getrennt zusammengefaßt, wie sie in den durchgeführten Untersuchungen unter den bereits ausführlich beschriebenen Witterungs- und Arbeitsverhältnissen ermittelt wurden.

Tabelle 8

Von der gewachsenen Trockenmasse gingen in Verlust
bei der Grassilierung, Bodentrocknung und Heubelüftung in %

| Verluste | Grassilierung | Bodentrocknung | Heubelüftung |
|------------------|---------------|----------------|--------------|
| Feldverlust | 6,3 | 23,0 | 10,9 |
| Lagerungsverlust | 11,2 | 3,9 | 6,6 |
| Gesamtverlust | 17,5 | 26,9 | 17,5 |

3. Verluste an Einzel Nährstoffen

In gleicher Weise wie die Trockensubstanzverluste interessieren bei Grassilage bzw. bei belüftetem und bodengetrocknetem Heu auch die Verluste an Einzel Nährstoffen, denn der Gehalt an Nährstoffen

bestimmt im wesentlichen den Futterwert eines Futtermittels. In Tabelle 9 sind die bei der Grassilierung, Heubelüftung und Bodentrocknung im Durchschnitt der beiden Versuchsjahre erzielten absoluten Erträge an Weender-Nährstoffen nach 1. und 2. Schnitt getrennt für verschiedene Zustandsstufen dargestellt und die aufgetretenen Verluste in Relativzahlen angegeben. Die Berechnung der Erträge an verdaulichem Eiweiß und Stärkeeinheiten erfolgte mit Hilfe der Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (49), wobei je nach Schnitt oder Zustandsstufe des Futters entsprechende Verdauungskoeffizienten Verwendung fanden. Für das fertige Belüftungs- bzw. Bodenheu wurden aufgrund gleicher Rohfasergehalte auch gleiche Verdauungskoeffizienten eingesetzt. Diese Handhabung spiegelt die tatsächlichen Verhältnisse zwischen Heubelüftung und Bodentrocknung nicht genau wieder. Leider war aber eine entsprechende Differenzierung nicht möglich, weil für Belüftungsheu noch keine Verdauungskoeffizienten vorliegen.

Beim 1. Schnitt zeigt der Ertrag an Roheiweiß (Tabelle 9) für alle drei Werbungsverfahren vom Grünzustand bis zur Auslagerung des fertigen Heues eine klar abnehmende Tendenz. Während die Verluste an Roheiweiß bei der Grassilierung 19 % und bei der Heubelüftung 25 % betragen, machten sie bei der Bodentrocknung insgesamt 41 % aus, also eine Differenz von 16 - 22 %. Diese Verluste sind einerseits auf eine Minderung des Eiweißgehaltes durch Veratmung bei fortschreitender Abtrocknung, andererseits auf Bröckelverluste zurückzuführen. Eine ähnliche, aber noch verstärkte Tendenz zeigt der Rohfettertrag. Die Untersuchungen ergaben für Grassilage 37, für Belüftungsheu 32 und für Bodenheu sogar 54 % Gesamtrohfettverluste. Wenn auch der Rohfettanteil im Vergleich zu den anderen Nährstoffen nicht hoch ist, so wiegt jeder Mehrverlust doch besonders schwer, denn Fett ist nun einmal der wertvollste Energieträger. Mit je 21 % bei der Grassilierung und Heubelüftung bzw. 32 % bei der Bodentrocknung lagen die Verluste an N-freien Extraktstoffen nicht so hoch, wie sie im Hinblick auf Roheiweiß und Rohfett zu erwarten gewesen wären. Eine Überprüfung des Nährstoffgehaltes in % der Trockensubstanz (siehe Anhangstabellen 15-17) zeigt, daß mit Ausnahme der Bodentrocknung

Tabelle 9

Nährstoffvertragsveränderungen von Grassilage, belüftetem und bodengetrocknetem Heu in der ursprünglichen Substanz
(Siehe auch Anhangtabellen 12-14)

| Nährstoff und Futterzustand | Grassilierung ¹⁾ | | Heubelüftung ²⁾ | | | | | | Bodentrocknung ²⁾ | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------|----------------------------|---------|------------|---------|----------|---------|------------------------------|---------|------------|---------|----------|---------|
| | 1. Schnitt | | 1. Schnitt | | 2. Schnitt | | Zusammen | | 1. Schnitt | | 2. Schnitt | | Zusammen | |
| | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ |
| <u>Roheiweiß</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a = grün | 6.01 | 100 | 5.73 | 100 | 4.43 | 100 | 10.16 | 100 | 5.59 | 100 | 4.19 | 100 | 9.78 | 100 |
| b = Einlagerung | 4.96 | 83 | 4.64 | 81 | 3.72 | 84 | 8.36 | 82 | 3.33 | 60 | 3.01 | 72 | 6.34 | 65 |
| c = Auslagerung | 4.85 | 81 | 4.27 | 75 | 3.54 | 80 | 7.81 | 77 | 3.28 | 59 | 2.93 | 70 | 6.21 | 63 |
| <u>Rohfett</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a = | 1.97 | 100 | 1.76 | 100 | 1.21 | 100 | 2.97 | 100 | 1.73 | 100 | 1.11 | 100 | 2.84 | 100 |
| b | 1.52 | 77 | 1.34 | 76 | 0.95 | 79 | 2.29 | 77 | 0.83 | 48 | 0.71 | 64 | 1.54 | 54 |
| c | 1.24 | 63 | 1.19 | 68 | 0.85 | 70 | 2.04 | 69 | 0.79 | 46 | 0.70 | 63 | 1.49 | 52 |
| <u>N-freie Extraktstoffe</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 22.71 | 100 | 26.14 | 100 | 16.06 | 100 | 42.20 | 100 | 23.46 | 100 | 13.67 | 100 | 37.13 | 100 |
| b | 19.88 | 88 | 23.70 | 91 | 14.78 | 92 | 38.48 | 91 | 17.16 | 73 | 11.81 | 86 | 28.97 | 78 |
| c | 17.95 | 79 | 20.75 | 79 | 14.15 | 88 | 34.90 | 83 | 15.95 | 68 | 11.52 | 84 | 27.47 | 74 |
| <u>Rohfaser</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 13.44 | 100 | 17.65 | 100 | 9.36 | 100 | 27.01 | 100 | 14.77 | 100 | 8.69 | 100 | 23.46 | 100 |
| b | 12.68 | 94 | 16.24 | 92 | 8.66 | 93 | 24.90 | 92 | 12.42 | 84 | 7.73 | 89 | 20.15 | 86 |
| c | 11.69 | 87 | 15.25 | 86 | 8.52 | 91 | 23.77 | 88 | 11.85 | 78 | 7.38 | 85 | 18.96 | 81 |
| <u>Rohasche</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 3.53 | 100 | 4.06 | 100 | 3.33 | 100 | 7.39 | 100 | 3.69 | 100 | 3.03 | 100 | 6.72 | 100 |
| b | 3.89 | 110 | 3.23 | 80 | 2.76 | 83 | 5.99 | 81 | 2.52 | 68 | 2.28 | 75 | 4.80 | 71 |
| c | 3.59 | 102 | 2.93 | 72 | 2.55 | 77 | 5.48 | 74 | 2.25 | 61 | 2.17 | 72 | 4.72 | 66 |
| <u>Verdauliches Eiweiß</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 4.08 | 100 | 3.90 | 100 | 2.88 | 100 | 6.78 | 100 | 3.80 | 100 | 2.72 | 100 | 6.52 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 2.76 | 68 | 2.77 | 71 | 2.30 | 80 | 5.07 | 75 | 2.13 | 56 | 1.91 | 70 | 4.04 | 62 |
| <u>Stärkeeinheiten</u> | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 26.30 | 100 | 28.12 | 100 | 16.33 | 100 | 44.45 | 100 | 26.61 | 100 | 15.28 | 100 | 41.89 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 19.43 | 74 | 19.03 | 68 | 12.14 | 74 | 31.17 | 70 | 14.52 | 55 | 13.38 | 88 | 27.90 | 67 |

¹⁾ Nur 1. Schnitt 1959

²⁾ Durchschnitt aus allen Versuchen

der Prozentgehalt an N-freien Extraktstoffen im Grünzustand und bei der Einlagerung keine Veränderungen erfuhr; erst bei der Auslagerung war eine gewisse Abnahme zu verzeichnen. Anders ausgedrückt beruht in diesem Falle die Verminderung an N-freien Extraktstoffen draußen auf dem Felde mehr auf Bröckel - als auf Veratmungsverlusten, denn hohe Veratmungsverluste hätten den Prozentgehalt an N-freien Extraktstoffen stark erniedrigt; die Verluste im Stock sind nur durch Vergärungsvorgänge entstanden. Gegenüber den N-freien Extraktstoffen waren die Verluste an Rohfaser mit 13 % bei der Grassilage, mit 14 % für Belüftungshau und mit 22 % beim Bodenheu erheblich geringer. Im Prozentgehalt der Rohfaser an der Trockensubstanz ist sogar eine Anreicherung festzustellen, die bei der Bodentrocknung mit ca. 15 % einen beachtlichen Wert erreicht.

Nicht zu den Nährstoffen gehörig, aber nicht minder bedeutungsvoll ist die Rohasche. Ein Verlust von nur 23 % gegenüber 39 % bei der Bodentrocknung gereicht der Heubelüftung zum Vorteil. Durch den Einsatz des Feldhäckslers wurde anscheinend bei der Grassilierung das Futter etwas verschmutzt, denn normalerweise hätte auch hier ein Rohascheverlust auftreten müssen. Die Verluste an verdaulichem Eiweiß verlaufen praktisch parallel zu denen des Roh-eiweißes. Im Stärkeeinheitenertrag lagen die Verluste mit 26 % für Grassilage, 32 % für Belüftungshau und 45 % bei der Bodentrocknung relativ hoch. Es muß aber ausdrücklich darauf verwiesen werden, daß bei der Auswahl der Verdauungskoeffizienten eine gewisse Willkür nicht zu vermeiden war. Genaue Berechnungsunterlagen kann nur der Verdauungsversuch mit gleichem Material ergeben.

Die Ergebnisse des 2. Schnittes verhalten sich ähnlich wie die des 1. Schnittes. Infolge der in beiden Versuchsjahren außerordentlich günstigen Witterung sind jedoch die Ertragsverluste der einzelnen Nährstoffe geringer und die Differenzen zwischen Heubelüftung und Grassilierung einerseits und der Bodentrocknung andererseits wesentlich kleiner. Im übrigen gelten für die Verlusthöhe dieselben Gesetzmäßigkeiten, wie sie bereits im vorhergehenden Abschnitt über die Trockensubstanzverluste herausgestellt wurden.

III. Kostenberechnung und-vergleich

Entscheidend für die Auswahl eines Werbungs- bzw. Arbeitsverfahrens im Futterbau sind einerseits die Nettonährstoffträge, die nach Abzug sämtlicher Verluste verbleiben, andererseits die zu ihrer Gewinnung notwendigen Kosten. Im folgenden soll anhand einer Kostenberechnung festgestellt werden, welche Werbungs- methode die wirtschaftlichste ist und welches Arbeitsverfahren die rationellste Futtergewinnung erlaubt. Da, wie bereits ausgeführt, eine Ermittlung der verdaulichen Nährstoffe nicht möglich war, wurden die Kosten je dz Trockenmasse berechnet.

1. Berechnungsgrundlagen

Es ist bekannt, daß die Höhe der fruchtspezifischen Kosten je dz Trockenmasse von verschiedenen Faktoren beeinflußt wird. Auf der einen Seite sind der Arbeits- und Zugkräftebedarf, die Gebäudebelastung und die unterschiedliche Maschinenausnutzung in Abhängigkeit von der Betriebsgröße zu nennen; auf der anderen Seite spielt aber die Ertragshöhe selbst bzw. die Höhe der aufgetretenen Verluste keineswegs eine untergeordnete Rolle. Im vorliegenden Falle wurde die Berechnung der fruchtspezifischen Kosten so aufgebaut, daß die Verluste variiert, alle übrigen Faktoren konstant gehalten wurden. Mit dieser Berechnungsweise ist beabsichtigt, eine Aussage darüber machen zu können, bei welchen Verlustgrenzen sich Heubelüftung und Grassilierung gegenüber der Bodentrocknung rentabel gestalten.

Zur Durchführung der Kostenrechnung wurde Folgendes unterstellt (siehe Tab.10): Die Einlagerung des Silagegutes und des Belüftungsheues erfolgt mit 60 bzw. 35 % Feuchtigkeit. Da in der relativ kurzen Abtrocknungszeit im Freien normalerweise keine störenden Witterungseinflüsse auftreten, bleibt der Feldverlust konstant. Er wurde bei der Silierung einheitlich mit 6 % (Feldhäcklerarbeit) und bei der Heubelüftung mit 8 % angesetzt. Die Verstäubungsverluste des Feldhäcklers im Belüftungsheu sind mit einem Zuschlag von 4 % berücksichtigt. Da in der Kostenrechnung die Gesamtverluste von 10 - 25 % gestaffelt werden

Tabelle 10

Schematische Übersicht über das Verhalten der Kosten bei steigenden Trockenmasseverlusten

| | Grassilierung | Heubelüftung | Bodentrocknung |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Einlagerungsfeuchte | 60 % | 35 % | 16 % |
| Feldverlust | Bei Feldhäckslersarbeit gleichbleibend mit 6 % | Ansatz der Trockenmasseverluste | |
| Lagerungsverlust | Unterschiedlich | Gleichbleibend mit 8 % bei Feldhäckslersarbeit 12 % | Unterschiedlich |
| Staffelung der Gesamtverluste | 10 - 15 - 20 - 25 % | Unterschiedlich Normal: 10 - 15 - 20 - 25 % Bei Feldhäckslereinsatz 14 - 19 - 24 - 29 % | Gleichbleibend mit 5 % 20 - 25 - 30 - 35 - 40 % |
| Das Verhalten der Kosten bei steigenden Verlusten | | | |
| Arbeitskosten | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Unterschiedlich |
| Maschinenkosten | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Unterschiedlich |
| Zugkraftkosten | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Unterschiedlich |
| Stromkosten: Maschinenantrieb | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Unterschiedlich |
| " Belüftung | - | Unterschiedlich | - |
| Gebäudekosten | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Unterschiedlich |
| Kosten der Belüftungsanlage | - | Gleichbleibend | - |
| Kosten für Handelsdünger | Gleichbleibend | Gleichbleibend | Gleichbleibend |

sollen, sind die Lagerungsverluste entsprechend zu variieren. Es wurde dabei angenommen, daß im Silo die Zunahme der Lagerungsverluste auf Grund unsachgemäßer Silierung erfolgt ist, bei der Heubelüftung Erhitzungserscheinungen die Ursache waren.

Da Futter, welches am Boden bis zur Lagerfähigkeit abgetrocknet werden soll, während einer längeren Zeit der Gefahr von Witterungseinflüssen preisgegeben ist, wurden bei der Bodentrocknung die Feldverluste variiert und die Lagerungsverluste mit 5 % konstant angenommen. Die Gesamtverluste sind von 20 - 40 % gestaffelt.

Zur Berechnung der fruchtspezifischen Kosten für Grassilierung und Heubelüftung wurden bei den verschiedenen Arbeitsverfahren dieselben Arbeitsgänge unterstellt, wie sie bereits auf S 69 aufgeführt sind. Die Zahl der Zwischenbearbeitungsgänge bei der Bodentrocknung wurde im Hinblick auf die zugrunde gelegten unterschiedlichen Feldverluste folgendermaßen variiert:

| Arbeitsgang | Feldverluste % | | | | |
|---------------------|----------------|----|----|----|----|
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Wenden | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Schwaden | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| Schwaden ausstreuen | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |

Alle Arbeits- und Zugkraftbedarfszahlen wurden aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen errechnet und dabei ein Bruttostundenlohn von 2.-- DM/AKh in Ansatz gebracht.

Die Kalkulation der Maschinenkosten erfolgte in Anlehnung an SCHAEFFER-KEHNERT (36). Für die Berechnung von Verzinsung, Unterbringung, Abschreibung und Reparaturen ist unterstellt, daß die verwendeten Maschinen nach der jährlichen Arbeitsfläche je ha bzw. nach den Betriebsstunden je Jahr voll ausgelastet sind. Sämtliche Anschaffungspreise beziehen sich auf

Jahr 1959. Der unterschiedliche PS-Bedarf der einzelnen Maschinen ist bei der Ermittlung der Zugkraftkosten berücksichtigt.

Als Stromkosten wurden je kWh 0,14 DM berechnet. Dieser Betrag setzt sich zusammen aus einem kWh-Preis von 0,11 DM und einem Grundgebührenanteil von 0,03 DM. In der Kostenberechnung ist weiterhin unterstellt, daß durch ungünstige Witterung während der Belüftung bei steigenden Lagerungsverlusten auch ein höherer Stromverbrauch entsteht. Normalerweise werden je dz Fertighheu 4,25 kWh benötigt, um Belüftungsheu von 35 auf 14 % Feuchtigkeit herunterzutrocknen. Für die Berechnung der Belüftungsstromkosten wurde dieser Stromverbrauch dem Verlust von 10 % zugeordnet und dann je 5 % Mehrverlust der Stromverbrauch je dz Fertighheu um 0,5 kWh erhöht.

Die Kosten für den Siloraum ergeben sich bei einem Erstellungspreis von 50.- DM/m³ aus 4 % Verzinsung (verzinst wurde nur der halbe Neuwert), 2 % Abschreibung und 1 % Unterhaltung (Siloanstrich). Für den Heubergerraum in Leichtbauweise wurde 18 DM/m³ Erstellungspreis unterstellt und mit 4 % Verzinsung (gleichfalls vom halben Neuwert), 4 % Abschreibung, 2 % Reparaturen und 0,3 % Brandversicherung gerechnet. Der auf Grund verschiedener Aufbereitungsformen (Ballen, Häcksel oder Langheu) entstehende, unterschiedliche Raumbedarf, ist bei der Berechnung der Gebäudekosten und der Kosten für die Belüftungsanlage entsprechend berücksichtigt.

2. Höhe der fruchtspezifischen Kosten

In Tabelle 11 (siehe auch Anhangstabelle 18) sind die fruchtspezifischen Kosten der hier untersuchten Werbungs- und Arbeitsverfahren aus 2 Schnitten mit einem Gesamtertrag von 80 dz/ha Wiesenheu (14 % Feuchte) dargestellt. Wie die Tabelle erkennen läßt, liegen die fruchtspezifischen Kosten je ha bei den vollmechanisierten Verfahren der Heubelüftung höher als die bei der Bodentrocknung. Die zusätzlichen Anlage- und Belüftungsstromkosten überwiegen die Ersparnis an Lohnkosten.

Bei der Bodentrocknung und Silierung entstehen je ha fruchtspezifische Kosten in etwa gleicher Höhe.

Die auf den ha bezogenen fruchtspezifischen Kosten sind aber noch kein Maßstab für die wirtschaftliche Vorzüglichkeit. Erst die auf den Nettoertrag bezogenen Kosten entscheiden darüber, welches Werbungs- oder Arbeitsverfahren den Vorzug verdient. Sie sind in Tabelle 11 ebenfalls ausgewiesen. Dabei wurden für die Grassilierung 15 %, für die Heubelüftung 15 % bzw. bei Feldhäckslerverfahren 19 % und für die Bodentrocknung 30 % Gesamttrockenmasse-Verluste angenommen. Diese Verlustansätze dürften etwa den Weihenstephaner Verhältnissen entsprechen, wie sie im Laufe längerer Perioden zu erwarten sind.

Aus den Zahlen der Tabelle 11 geht hervor, daß die Silierung im Vergleich zur Heubelüftung und Bodentrocknung mit etwa 17 - 24 % (Ø 20 %) niedrigeren fruchtspezifischen Kosten je dz Trockenmasse die günstigste Konservierungsmethode ist. Die höchsten fruchtspezifischen Kosten je dz Trockenmasse errechnen sich für die Bodentrocknung. In den vergleichbaren Verfahren liegen sie um 11-14 % höher als bei der Heubelüftung, im Durchschnitt aller Verfahren jedoch nur um 10 %, da, wie bereits erwähnt, das erdlastige Abladen des Bodentrocknungsheues von Hand besonders wenig Aufwand erforderte.

Aus der Gegenüberstellung der Kosten je dz Trockenmasse ergibt sich für die Heubelüftung, daß die Kombinationen mit Hochdruckpresse, Fuderlader bzw. Höhenförderer und Heuzange günstigere Arbeitsverfahren sind als die, in denen Feldhäckslers oder Schneidegebläse benutzt wurden. Nachdem aber die verschiedenen Arbeitsverfahren der Heubelüftung weder im Arbeitsaufwand noch in den fruchtspezifischen Kosten eklatante Differenzen aufweisen, kann die Wahl des Arbeitsverfahrens im wesentlichen von den jeweils gegebenen Betriebsverhältnissen abhängig gemacht werden. Bestimmend ist hierbei die Höhe des AK-Besatzes, um die Bildung von Arbeitsketten zu ermöglichen sowie die Frage, inwieweit die einzusetzenden Maschinen noch für andere Arbeiten im Rahmen des Betriebes oder gemeinschaftlich verwendet werden

Tabelle 11

Fruchtspezifische Kosten in DM/ha und in DM/dz Trockenmasse bei einigen Arbeitsverfahren der Grassilierung, Heubelüftung und Bodentrocknung
(unterstellt sind 2 Schnitte mit insgesamt 80 dz Wiesenheu und 14 % Feuchtigkeit)

| Arbeitsverfahren | | Wagenart | Fruchtspezifische Kosten insgesamt DM/ha | Gesamtverlust an Trockenmasse % | Nettoertrag Trockenmasse dz/ha (2 Schnitte) | Fruchtspezifische Kosten DM/dz Trockenmasse |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Laden | Abladen | | | | | |
| <u>Silierung:</u> | | | | | | |
| 1. Trommelfeldhäcksler | Wurfgebläse | Abziehwagen | 501 | 15 | 58.48 | 8.57 |
| 2. Scheibenradhäcksler | " | " | 486 | 15 | 58.48 | 8.31 |
| 3. " | " | Selbstentladewagen (Parallelboden) | 477 | 15 | 58.48 | 8.16 |
| 4. " | Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | 487 | 15 | 58.48 | 8.33 |
| | | | 488 | | | |
| <u>Heubelüftung:</u> | | | | | | |
| 1. Trommelfeldhäcksler | Wurfgebläse | Abziehwagen | 572 | 19 | 55.73 | 10.26 |
| 2. Scheibenradhäcksler | " | " | 548 | 19 | 55.73 | 9.83 |
| 3. " | " | Selbstentladewagen (Parallelboden) | 553 | 19 | 55.73 | 9.92 |
| 4. " | "Bolas"-Heuverteiler | Abziehwagen | 545 | 19 | 55.73 | 9.78 |
| 5. Trommelfeldhäcksler | Schneidgebläse ohne Messer | " | 575 | 19 | 55.73 | 10.32 |
| 6. Frontlader | Schneidgebläse mit Messer | Wagen mit Stangenaufbau | 549 | 15 | 58.48 | 9.39 |
| 7. Seitenfuder | " " | Wagen mit Rundumlade-gatter | 543 | 15 | 58.48 | 9.29 |
| 8. " | " " | Wagen ohne Rundumlade-gatter | 552 | 15 | 58.48 | 9.44 |
| 9. Kopffuderlader | " " | Normaler Erntewagen | 556 | 15 | 58.48 | 9.51 |
| 10. Frontlader | Heuzange | Wagen m. Stangenaufbau | 528 | 15 | 58.48 | 9.03 |
| 11. Seitenfuderlader | " | Wagen m. Rundumlade-gatter | 523 | 15 | 58.48 | 8.94 |
| 12. Seitenfuderlader | " | Wagen o. Rundumlade-gatter | 533 | 15 | 58.48 | 9.11 |
| 13. Kopffuderlader | " | Normaler Erntewagen | 537 | 15 | 58.48 | 9.18 |
| 14. Hochdruckpresse | " | Normaler Erntewagen | 527 | 15 | 58.48 | 9.01 |
| 15. Hochdruckpresse | Höhenförderer | Normaler Erntewagen | 523 | 15 | 58.48 | 8.94 |
| 16. Hochdruckpresse | Flurförderer u. Höhenförderer | Normaler Erntewagen | 520 | 15 | 58.48 | 8.89 |
| 17. Hochdruckpresse | " " | Abziehwagen m. Aufbau | 534 | 15 | 58.48 | 9.13 |
| 18. Hochdruckpresse | " " | " o. " | 524 | 15 | 58.48 | 8.96 |
| <u>Bodentrocknung:</u> | | | | | | |
| 1. Von Hand | Von Hand (erdlastig) | Normaler Erntewagen | 498 | 30 | 48.16 | 10.34 |
| 2. Heckfuderlader | " " " | " " | 506 | 30 | 48.16 | 10.51 |
| 3. Kopffuderlader | Höhenförderer | " " | 513 | 30 | 48.16 | 10.65 |
| 4. Hochdruckpresse | Von Hand (erdlastig) | " " | 494 | 30 | 48.16 | 10.25 |

können, um ihre Auslastung zu erhöhen.

In Abbildung 24 sind die fruchtspezifischen Kosten in DM je dz Trockenmasse für Grassilierung, Bodentrocknung und einige Arbeitsverfahren der Heubelüftung bei steigenden Trockenmassegesamtverlusten graphisch dargestellt. Die bereits im vorhergehenden Abschnitt herausgestellten Beziehungen werden auf diese Weise besonders deutlich. Des weiteren kann aus Abbildung 24 folgendes abgelesen werden: Beträgt zu.B. bei der Bodentrocknung im Durchschnitt mehrerer Jahre der Gesamtverlust an Trockenmasse 30 %, dann müßte der Trockenmasseverlust der hier eingezeichneten Verfahren zur Heubelüftung über 25 % betragen, wenn Kostengleichgewicht für beide Verfahren bestehen sollte. Solch hohe Verlustprozente lassen sich jedoch bei sachgemäßer Belüftung sicher vermeiden. Unter Zugrundelegung der durchschnittlichen Verluste in den beiden Versuchsjahren (vgl. Tab. 8), die besonders für die Bodentrocknung wegen des günstigen Witterungsverlaufes beachtlich niedrig waren, ergibt sich folgender Vergleich der fruchtspezifischen Kosten je dz Trockenmasse:

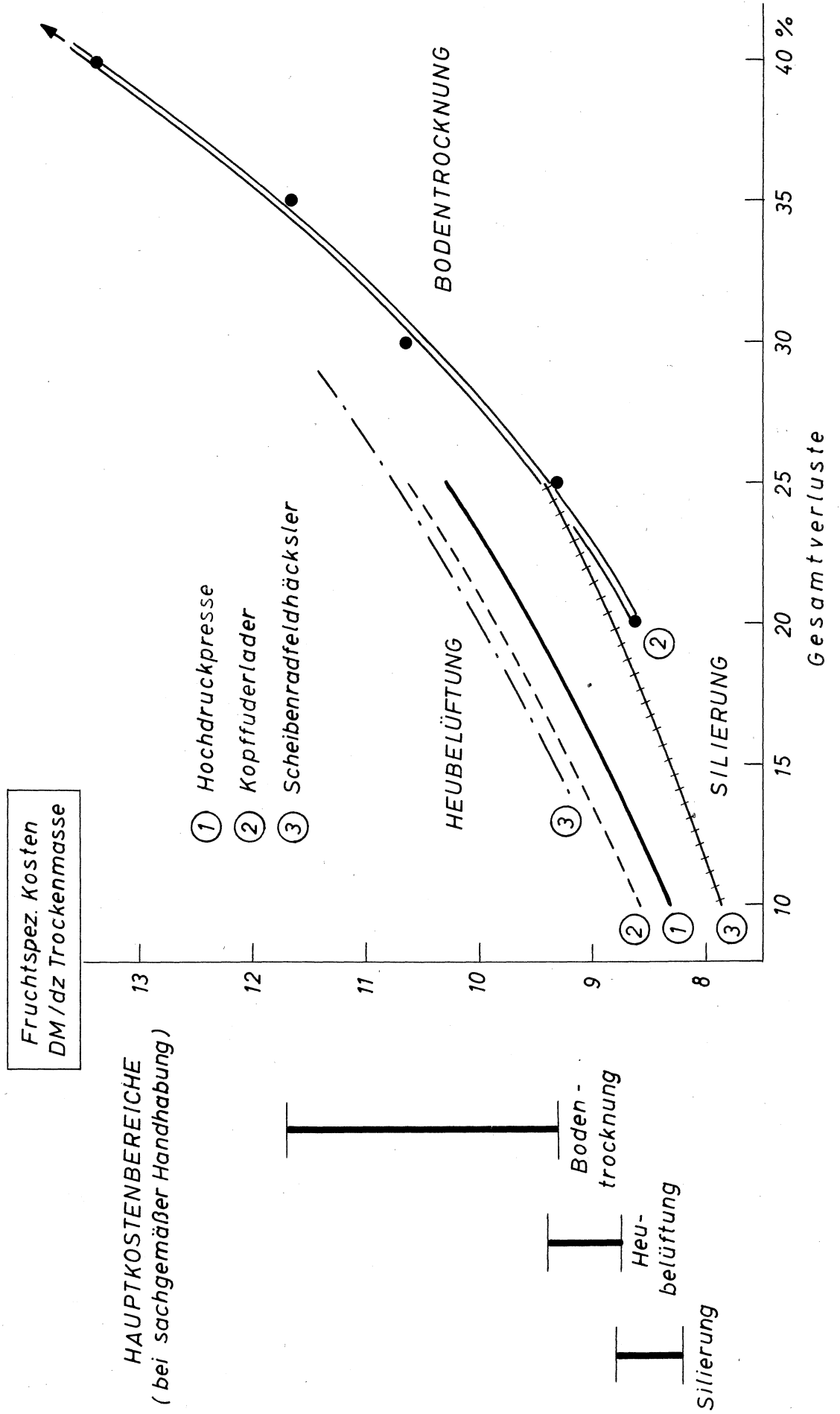
| | |
|----------------|---------|
| Silierung | 8,50 DM |
| Heubelüftung | 9,20 DM |
| Bodentrocknung | 9,80 DM |

Auf der linken Seite der Abbildung 24 sind die Hauptkostenbereiche der drei Verfahren in Säulenform aufgetragen, wobei für Silierung und Heubelüftung 14 - 19 % für Bodentrocknung 25 - 35 % Gesamtverluste unterstellt wurden. Die tatsächlich zu erwartenden Kostenverhältnisse werden so besonders gut wiedergegeben und die zunehmende Unterlegenheit der Bodentrocknung bei ungünstiger Witterung und dadurch hervorgerufenen hohen Verlusten klar herausgestellt. Daß dabei auch die Grenze von 35 % häufig überschritten wird, ist aus der einschlägigen Literatur hinreichend bekannt.

In diesem Zusammenhang muß noch darauf hingewiesen werden, daß Trockenmasse nicht gleich Trockenmasse gesetzt werden kann. Bei niedrigen Verlusten ist die Nährstoffzusammensetzung in

Abb. 24

Fruchtspezifische Kosten für Grassilage, Belüftungs- u. Bodentrocknungsheu bei verschiedenen hohen Trockenmasseverlusten



der Trockensubstanz sowie die Verdaulichkeit der Einzelnährstoffe viel günstiger als bei hohen Trockenmasseverlusten. Würden demnach die fruchtspezifischen Kosten je Gewichtseinheit an verdaulichen Nährstoffen, Mineralien und Vitaminen verglichen, dann ergäben sich bei steigenden Verlusten weitere nicht unerhebliche Nachteile für die Bodentrocknung. Leider muß aber auf eine derartige Darstellung verzichtet werden, weil für Belüftungsheu noch keine Verdauungskoeffizienten vorliegen und das in der DLG-Futterwerttabelle veröffentlichte Material nicht ausreicht, um die tatsächlichen Verhältnisse genau genug widerzuspiegeln.

Insgesamt geht aus den Ergebnissen hervor, daß die Bodentrocknung auch unter günstigen Witterungsbedingungen, wie sie gerade in den beiden Versuchsjahren gegeben waren, kaum mit der Heubelüftung konkurrieren kann. In der Praxis wird aber die Annahme nicht fehl am Platze sein, daß die durchschnittlichen Verluste bei der Bodentrocknung fast immer höher sind als in den vorliegenden Versuchen. Dann verschieben sich die Kosten ganz eindeutig zugunsten der Heubelüftung, wobei nochmals betont sei, daß sich in der Kostenberechnung weder die Verminderung des Wetterrisikos noch die Unterschiede im Futterwert erfassen ließen.

Zusammenfassung

Die vorliegende Abhandlung befaßt sich mit den Mechanisierungsmöglichkeiten sowie den betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Auswirkungen der Heubelüftung. Im Rahmen der in den Jahren 1958 und 59 angestellten Untersuchungen sind dazu zusammenfassend folgende Ergebnisse mitzuteilen:

1. Bei den vorbereitenden Arbeitsgängen zur Heubelüftung ist insbesondere der Wendearbeit große Aufmerksamkeit zu schenken, damit eine rasche und gleichmäßige Abtrocknung des Futters erzielt wird. Sämtliche Zwischenbearbeitungsgänge konnten mit den in den Versuchen eingesetzten Maschinen schnell und einwandfrei durchgeführt werden.
2. Hinsichtlich der Ladeleistung in dz/h lag bei Belüftungsheu der Seitenfuderlader eindeutig an der Spitze. In der weiteren Reihenfolge sind Hochdruckpresse, Kopffuderlader, Scheibenradfeldhäcksler, Trommelfeldhäcksler und Frontlader zu nennen. Bemerkenswert ist die Reaktion des Trommelfeldhäckslers in der Stundenleistung auf unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt des Futters.
3. Bei der Einlagerung von Belüftungsheu wird die Förderleistung der Maschinen stark von der Aufbereitungsform beeinflusst. Die höchsten Leistungen zeigten Höhenförderer und Heuzange, die niedrigsten Wurf- und Schneidgebläse. Beide Gebläsetypen reagierten in der Förderleistung ebenfalls auf Futter mit unterschiedlicher Feuchte.
4. Aufgrund amerikanischer Untersuchungen und eigener Erfahrungen soll bei der Hochdruckballeneinlagerung das Futter im Freien erst auf mindestens 35 % Feuchtigkeit abgetrocknet werden. Hochdruckballen sind in der Belüftungsanlage wegen einwandfreier Beblasung sauber zu stapeln.
5. Der Wasserentzug schwankte je nach Wassergehalt des eingelagerten Belüftungsheues von 0,62 - 1,49 g/m³ durchblasener Luft. Zwischen Stromverbrauch und Einlagerungsfeuchte, Lagerungsverlust und Wasserentzug sowie zwischen Wasserentzug

und Einlagerungsfeuchte konnte das Vorhandensein sehr enger Beziehungen statistisch nachgewiesen werden.

6. Der Gesamtarbeitsbedarf je ha betrug beim Mähen 2,5 und beim Mähen mit gleichzeitigem Zetten rund 3,0 AKh/ha. Die Zwischenbearbeitungsgänge benötigten je Arbeitsgang einen AKh-Bedarf von 0,8 bis 1,1 AKh/ha.
7. Hinsichtlich der Ladearbeit im Belüftungsheu (Bezugsgröße: 50 dz/ha Wiesenheu mit 14 % Feuchte) ergab sich mit 2,1 AKh/ha beim Seitenfuderlader (Erntewagen mit Rundumladegatter) der geringste und mit 6,8 AKh/ha beim Kopffuderlader der höchste Arbeitsaufwand. Das Handladen von Bodenheu beanspruchte vergleichsweise 11 AKh/ha.
8. Der Arbeitsaufwand bei der Einlagerung von Belüftungsheu schwankt zwischen 2,5 (Flurförderer + Höhenförderer) und 8,1 AKh/ha (Schneidgebläse mit Messer), wobei die Höhe des Arbeitsbedarfes deutlich vom erforderlichen AK-Besatz abhängt.
9. Der Hochdruckballen nutzt die Ladefläche des Erntewagens am besten aus. Danach folgen Langheu und Häcksel.
10. Der Gesamtarbeitsbedarf für zwei Schnitte ergab bei den verschiedenen Arbeitsverfahren zur Heubelüftung eine Differenz von 11,6 AKh/ha. Dabei lag die Kombination Hochdruckpresse - Flurförderer + Höhenförderer - Normaler Erntewagen mit 28,4 AKh/ha am niedrigsten, die Kombination Kopffuderlader - Schneidgebläse mit Messer - normaler Erntewagen mit 40 AKh/ha am höchsten. Die Bodentrocknung beanspruchte dazu im Vergleich, bei Lade- und Abladearbeit von Hand, 57,3 AKh/ha.
11. Die Trockenmassesgesamtverluste (\emptyset aus 1. und 2. Schnitt) bei der Heubelüftung schwankten zwischen 13 und 20 %. Als Durchschnitt aus allen Versuchen wurden 17,5 % festgestellt. Ferner konnten zwischen Feldverlust, Lagerungsverlust und Gesamtverlust einerseits sowie der Einlagerungsfeuchte andererseits enge Zusammenhänge ermittelt und statistisch belegt werden. Im Vergleich zur Heubelüftung betrug die Trockenmassesgesamt-

verluste bei der Bodentrocknung im Mittel 26,9 (sehr günstige Erntewitterung) und bei der Grassilierung 17,5 %.

12. Unterschiedlich verhielten sich im Hinblick auf die Verlusthöhe die Einzelnährstoffe. Am stärksten wurde Roheweiß, Rohfett und N-freie Extraktstoffe in Mitleidenschaft gezogen, in geringerem Maße die Rohfaser. Deutliche Differenzen ergaben sich zwischen Heubelüftung und Bodentrocknung.
13. Die fruchtspezifischen Kosten je ha sind bei der Heubelüftung um 5 - 15 % höher als bei Bodentrocknung und Silage gewesen.
14. Auf Grund der höheren Verluste liegen jedoch die fruchtspezifischen Kosten je dz zu verfütternder Trockenmasse bei der Bodentrocknung am höchsten. Sie steigen bei ungünstiger Erntewitterung rasch an, so daß bei vollmechanischem Ernteverfahren mit Schwankungen von 9,30 DM (25 % Verlust) bis 13,40 DM (40 % Verlust) gerechnet werden muß, für die Heubelüftung wurden demgegenüber fruchtspezifische Kosten je dz Trockenmasse in Höhe von 8,60 bis 9,40 DM, für die Silierung von 8,10 bis 8,70 DM bei 14 - 19 % Gesamtverlust ermittelt.
15. Für den praktischen Betrieb lassen sich aus den Untersuchungen folgende Schlußfolgerungen ziehen: Auf Grund der niedrigen fruchtspezifischen Kosten je dz Trockenmasse und wegen des geringen Ernterisikos ist die Silierung als das wirtschaftlich vorteilhafteste Konservierungsverfahren anzusprechen. Nur diejenige Futtermenge sollte in Form von Heu erworben werden, die im Betrieb unbedingt benötigt wird. Dabei gewährleistet die Heubelüftung bei richtiger Handhabung die sichere Gewinnung von Qualitätsheu. Kostenmäßig wird der Vorteil der Heubelüftung gegenüber der Bodentrocknung umso größer, je ungünstiger die Witterungsverhältnisse bei der Ernte sind.

Literaturverzeichnis

=====

1. Albrecht, H.: Zetter, Wender, Rechwender, Landtechnik, München, Heft 6, 1956, S.154-155
2. Anderson, O.: Probleme der statistischen Methodenlehre, Physica Verlag, Würzburg, 1957
3. Auflage
3. Bareis, G.: Die Arbeitsverfahren der Futterernte, Landtechnik, München, Heft 9, 1959, S. 242 - 249
4. Becker, G.: Elektrogebläse sichern Erntegut, Technik und Landwirtschaft, Heidelberg, Heft 11, 1956, S. 262-264
5. Birk, G.: Erfahrungen mit der Unterdachtrocknung von Heu, Landtechnik, München, Heft 2, 1956, S. 50-53
6. " " Ratschläge zur Heubelüftung, Landtechnik, München, Heft 23/24, 1956, S. 715-718
7. " " Richtlinien für den Einsatz von Heubelüftungsanlagen, Schriftenreihe des AID, Frankfurt a.M., 1959, Heft 107
8. Bismarck, v.L.: Die Mechanisierung der Heu- und Grünfütterernte, Landtechnik, München, Heft 6, 1956, S. 142-146
9. Blohm.Riebe-Vogel: Arbeitsleistung und Arbeitskalkulation in der Landwirtschaft, Verlag E.Ulmer, Stuttgart, 1956, 2. Auflage, S. 25-28
10. Brünner, F.: Futterernte - leichter und besser, DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 1957
11. " " Reuter- oder Unterdachtrocknung, Mittlg. d.DLG. Frankfurt a.M., Heft 20, 1957, S. 483-485
12. Gzechanowski, G.: Heu mit Kaltluft getrocknet, Landtechnik, München, Heft 21, 1956, S. 675-676
13. Feldmann, F.: Warum Unterdachtrocknung von Heu, Landtechnik, München, Heft 2, 1956, S. 36-50

14. Feldmann, F.: Der Feldhäcksler, Landtechnik, München, Heft 6, 1956, S. 161-164
15. " " Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Heubelüftung, Landtechnik, München, Heft 20, 1958, S. 640-647
16. Feldmann-Schön: Rostkanalanlage - ein neues System der Heubelüftung, Landtechnik, München, Heft 21, 1958, S. 662-667
17. Fisher, R.A.: Statistische Methoden für die Wissenschaft, Verlag Oliver and Boyd, London, 1956, 12. Auflage, Deutsch von Dora Lucka
18. Foltinek, H.: Erfahrungen und Lehren aus österreichischen Heubelüftungsanlagen, Praktische Landtechnik, Wien, Heft 6 und 7, 1957
19. Galensa, F.: Zweckmäßige Heuwerbung - preisgünstige Nährstoffe, Technik und Landwirtschaft, Heidelberg, Heft 7, 1959 S. 152 - 153
20. Gross: Untersuchungen über den Arbeits- und Geldaufwand sowie über die Nährstoffverluste bei verschiedenen Heuwerbungsmethoden, Mittlg. d. Tierzuchtanstalt Grub, Heft 1/2, 1955, S. 14
21. Hopkins R.B.: The relation of moisture content and bale density of hay quality, Quarterly Bulletin, Agr. Exp. St. Michigan State University 1954
22. Iken, H.F.: Heuernte und Kaltbelüftung, Mitt. der DLG, Frankfurt a.M., Heft 16, 1955, S. 370-371
23. Jungehülsing, H.: Wirtschaftlichkeit verschiedener Futterkonservierungsverfahren, Mittlg. d. DLG, Frankfurt a.M., Heft 5, 1957 S. 103-105
24. Knecht, J.: Heuernte in bäuerlichen Betrieben, Technik und Landwirtschaft, Heidelberg, Heft 9, 1957, S. 204-206
25. Köbsell, H.: Zur Bodentrocknung von Heu, Landtechnik, München, Heft 16, 1959, S. 529-530

26. Kreher, G.: Leistungszahlen für Arbeitsvorschläge, Studiengesellschaft für Landw.Arbeitswirtschaft e.V., Stuttgart, 1955, 2. Auflage.
27. Leidl, E.: Erfahrungen mit Heubelüftung in Österreich, Landtechnik, München, Heft 10, 1954, S.256-258
28. Lengsfeld, W.: Heu- und Grünfütterlader, Landtechnik, München, Heft 6, 1956, S. 156-158
29. Meinhold, K.: Eingliederung der Futterwirtschaft in Betriebsorganisation und Arbeitsaufwand, Landtechnik, München, Heft 20, 1958, S. 614-618
30. Oehring, J.: Zweckmäßige Bodentrocknung von Heu, Landtechnik, München, Heft 10, 1959, S. 338-341
31. Orth, A.: Rohfutterernte und Tierernährung, Landtechnik, München, Heft 10, 1954 S. 253-254
32. " " Zur Unterdachtrocknung von Heu, Mittlg. d.DLG. Frankfurt a.M., Heft 40, 1956, S. 1018-1019
33. Papendick, K.: Trocknungsverlauf und Nährstoffverluste bei der Unterdachtrocknung von Wiesenheu, Sonderdruck aus der Zeitschrift Futterkonservierung, Heft 1, 1957
34. Pötke, E.: Trocknung von Heu auf Heubelüftungsanlagen, Die deutsche Landwirtschaft, Berlin, Heft 10, 1957, S. 470-477
35. Rahmann - v.Ow: Arbeitswirtschaftliche Fragen der Heubelüftung, DLZ, München, Heft 5, 1959, S. 190-193
36. Schaefer-Kehnert, W.: Kosten und Wirtschaftlichkeit des Landmaschineneinsatzes, Berichte über Landtechnik, Heft 51, München-Wolfratshausen 1957
37. Schilling, G.: Mechanisiertes Aufladen in der Heuernte, Technik und Landwirtschaft, Heidelberg, Heft 9, 1957, S.202-204
38. Schmitz, J.: Sammelpressen in der Heuernte, Landtechnik, München, Heft 9, 1959, S. 250-255

39. Schulze-Lammers, H.: Stand und Richtung der Heuernte-
technik, Landtechnik, München, Heft 10,
1954, S. 249-250
40. Segler, G.: Der Stand der Heubelüftungstechnik,
Sonderdruck aus DLP, Berlin-Hamburg,
Nr. 45,46 und 47, 1956
41. Segler, G.: Fortschritte in der Heubelüftungs-
technik, München, Heft 19, 1958,
S. 590-595
42. Seifert, H.: Grünfutter- und Heuernte mit dem
Feldhäcksler, Landtechnik, München,
Heft 6, 1958, S. 146-150
43. Senke-Meinhold: Erfahrungen aus Feldhäckslerbetrieben,
Landtechnik, München, Heft 23/24, 1956
S. 709-715
44. Sheldon W.H. and Barn hay driers in Michigan, Mich.
Wiant D.E. : State College, Agr. Exp.Stat. East
Lansing USA (ohne Jahreszahl)
45. Sommerkamp, G.: Heu und Silage, arbeits- und futter-
wirtschaftlich gesehen, Der Tier-
züchter, Hannover, Heft 7, 1959,
S. 26-28
46. Viktor, B.: Die Arbeitsverfahren in der Heu- und
Grünfutterernte, Landtechnik, München,
Heft 6, 1956, S. 146
47. " " Aufnahmepressen, Landtechnik, München,
Heft 6, 1956, S. 258-260
48. Vogel, G.: Zur Wirtschaftlichkeit der Unterdach-
trocknung, Betriebswirtsch.Mittlg.
der Landw.-Kammer Schleswig-Holstein,
Kiel, Heft 39, 1957, S. 9-11
49. Futterwerttabellen DLG-Verlag, Frankfurt a.M., Band 17,
der DLG 1955, 2. Auflage
50. Stat.Bundesamt: Bodennutzung und Ernte im Jahr 1958,
Stat.der Bundesrepublik Deutschland,
Band 222, Verlag Kohlhammer,
Stuttgart-Mainz

T a b e l l e n a n h a n g

Anhangstabelle 1

Stundenleistung der verwendeten Lademaschinen beim 1. und 2. Schnitt 1958¹⁾

| Verfahrensverfahren und Lagerort | Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Auf- berei- tungs- form | Wasser- gehalt in % | Leistung dz/h bezogen auf die | | Leistung an Trockenmasse dz/h be- zogen auf die | | AK-Besatz | |
|----------------------------------------|------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-----------|---|
| | | | | | | Hauptzeit am Ort | Arbeitszeit am Ort | Hauptzeit am Ort | Arbeitszeit am Ort | | |
| <u>Silierung:</u> | | | | | | | | | | | |
| Hochsilo | 1. Schnitt | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH ²⁾ | 55,05 | 33,4 | 25,7 | 15,0 | 11,6 | 9,9 | 1 |
| <u>Heubelftung:</u> | | | | | | | | | | | |
| Heuturm | 1. Schnitt | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 50,30 | 35,4 | 27,6 | 17,6 | 13,7 | 11,8 | 1 |
| Aulendorf | 1. " | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 44,51 | 23,0 | 18,6 | 12,8 | 10,3 | 9,0 | 1 |
| Aulendorf | 1. " | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 33,28 | 19,0 | 15,3 | 12,7 | 10,2 | 9,0 | 1 |
| Aulendorf | 2. " | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 22,19 | 33,4 | 22,8 | 16,0 | 17,7 | 13,9 | 1 |
| Heuturm | 2. " | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 20,10 | 27,9 | 19,5 | 22,3 | 15,6 | 12,6 | 1 |
| Braunschweig | 1. " | Hochdruckpresse | Abziehwagen mit Aufbau | B ³⁾ | 26,15 | 16,7 | 21,8 | 19,7 | 16,1 | 14,1 | 2 |
| Braunschweig | 2. " | Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B | 22,24 | 33,0 | 27,5 | 25,7 | 21,4 | 15,8 | 3 |
| Aulendorf | 2. " | Seitenlader | wagen mit Rundladegatter | L ⁴⁾ | 21,94 | 40,0 | 30,8 | 31,2 | 24,0 | 19,4 | 1 |
| Aulendorf | 2. " | Seitenlader | Nor. Erntewagen | L | 21,94 | 40,8 | 31,2 | 31,8 | 24,4 | 17,3 | 4 |
| <u>Bodentrocknung:</u> | | | | | | | | | | | |
| Strohscheune | 1. Schnitt | Hecklader | Nor. Erntewagen | L | 26,52 | 29,1 | 24,8 | 21,4 | 18,2 | 15,1 | 4 |
| Strohscheune | 1. " | Von Hand | Nor. Erntewagen | L | 26,52 | 28,1 | 25,7 | 20,6 | 18,9 | 16,0 | 5 |
| Strohscheune | 2. " | Von Hand | Nor. Erntewagen | L | 14,31 | 24,2 | 21,8 | 20,7 | 18,7 | 14,7 | 5 |

1) Der jeweils angegebenen Stundenleistung wurde ohne Rücksicht auf die Zahl der Bedienungspersonen nur die Arbeitszeit (ohne und mit Rüstzeit) zugrunde gelegt, in der sich die betreffende Maschine im Einsatz befand.

In gleicher Weise ist bei reiner Handarbeit die Arbeitsmannschaft als Einheit aufgeführt und dementsprechend die Stundenleistung berechnet.

2) LH = Lungheu (cm)

3) B = Bältenheu

4) L = Langheu

anhangstabelle 2

Stundeneleistung der verwendeten Lademaschinen beim 1. und 2. Schnitt 1959

| Baujahr und Lagerort | Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Aufberei- tungs- form | Wasser- gehalt in % | Leistung dz/h bezogen auf die | | Leistung an Trockenmasse dz/h be- zogen auf die | | AK-Besatz |
|----------------------|------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-----------|
| | | | | | | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | |
| Silierung: | | | | | | | | | | |
| Hochsilo | 1. Schnitt | Scheibenradfeldhäcksler | Abziehwagen | KH ¹⁾ | 59,73 | 59,3 | 40,5 | 22,3 | 16,3 | 1 |
| Hochsilo | 1. " | Scheibenradfeldhäcksler | Selbstentladewagen | KH | 58,00 | 68,7 | 61,7 | 28,9 | 25,9 | 2 |
| Heubeiffrung: | | | | | | | | | | |
| Heuturn | 1. Schnitt | Scheibenradfeldhäcksler | Nor. Erntewagen | KH | 24,31 | 27,5 | 21,9 | 20,8 | 16,6 | 1 |
| Heuturn | 2. " | Scheibenradfeldhäcksler | Nor. Erntewagen | KH | 25,74 | 28,3 | 21,7 | 21,0 | 16,1 | 1 |
| Braunschweig | 1. " | Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B ²⁾ | 31,84 | 39,5 | 33,6 | 26,9 | 22,2 | 3 |
| Braunschweig | 2. " | Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B | 32,53 | 42,6 | 31,4 | 28,7 | 21,2 | 3 |
| Braunschweig | 1. " | Hochdruckpresse | Abziehwagen mit Aufbau | B | 30,69 | 35,1 | 28,6 | 24,3 | 19,8 | 3 |
| Braunschweig | 2. " | Hochdruckpresse | Abziehwagen ohne Aufbau | B | 28,06 | 39,8 | 31,1 | 28,6 | 22,4 | 3 |
| Aulendorf | 1. " | Kopflader | Nor. Erntewagen | L ³⁾ | 33,13 | 32,9 | 28,3 | 22,0 | 18,9 | 3 |
| Aulendorf | 1. " | Frontlader ⁴⁾ | wagen mit Ladegatter | L | 40,35 | 22,8 | 21,5 | 13,6 | 12,8 | 1 |
| Aulendorf | 2. " | Frontlader ⁴⁾ | wagen mit Ladegatter | L | 30,41 | 19,8 | 18,8 | 13,8 | 13,1 | 1 |
| Aulendorf | 3. " | Frontlader ⁵⁾ | wagen mit Ladegatter | L | 25,97 | 20,5 | 19,0 | 15,2 | 14,1 | 1 |
| Aulendorf | 2. " | Frontlader ⁶⁾ | wagen mit Ladegatter | L | 25,43 | 14,8 | 13,7 | 11,0 | 10,2 | 1 |
| Aulendorf | 2. " | Frontlader ⁷⁾ | wagen mit Ladegatter | L | 26,10 | 14,8 | 14,0 | 10,9 | 10,3 | 1 |
| Sonstige: | | | | | | | | | | |
| Geisler | 1. Schnitt | Kopflader | Nor. Erntewagen | L | 15,00 | 21,8 | 17,7 | 18,5 | 15,0 | 3 |
| Strossheune | 2. " | Hochdruckpresse | Nor. Erntewagen | B | 13,78 | 26,9 | 21,3 | 23,2 | 18,4 | 3 |

1) KH = Kurzhäcksler (ca)

2) B = Ballenheu

3) L = Langheu

4) Hanomag, einfache Gabel mit Zange

5) Hanomag, Stilloschwanz mit Zange

6) MAN, Baugabel mit Zange

7) Fendt, einfache Gabel ohne Zange

Anhangstabelle 3

Stundenleistung der verwendeten Fördermaschinen beim 1. und 2. Schnitt 1958¹⁾

| Verfahren und Lagerort | Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Auf- berei- tungs- form | Wasser- gehalt in % | Leistung dz/h bezogen auf die | | Leistung an Trockenmasse dz/h be- zogen auf die | | | M-Besatz | | |
|---------------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------------------|----------|------------------------|---|
| | | | | | | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | Gesamt- arbeitszeit | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | | Gesamt- arbeitszeit | |
| <u>Silierung:</u> Hochsilolo | 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH ²⁾ | 55,05 | 37,3 | 20,8 | 20,4 | 16,8 | 9,3 | 9,2 | 2 | |
| <u>Heublüftung:</u> | Heuturm | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 50,30 | 34,8 | 20,9 | 20,6 | 17,3 | 10,4 | 10,2 | 1 | |
| | Heuturm | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 20,10 | 19,8 | 11,7 | 11,4 | 15,8 | 9,3 | 9,1 | 1 | |
| | Aulendorf | Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | LH | 44,51 | 23,4 | 14,8 | 14,6 | 13,0 | 8,2 | 8,1 | 2 | |
| | Aulendorf | Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | LH | 33,28 | 27,2 | 15,1 | 14,8 | 18,1 | 10,1 | 9,9 | 2 | |
| | Aulendorf | Schneidgebläse mit Messer | Wagen mit Rundmülagatter | L ³⁾ | 21,94 | 32,4 | 20,0 | 19,3 | 25,3 | 15,6 | 15,1 | 3 | |
| | Aulendorf | Schneidgebläse mit Messer | Normaler Erntewagen | L | 16,48 | 48,2 | 21,9 | 20,7 | 40,3 | 18,3 | 17,3 | 3 | |
| | Braunschweig | Heuzange | Heuzange | Normaler Erntewagen | B ⁴⁾ | 26,15 | 42,2 | 31,2 | 30,0 | 31,2 | 23,0 | 22,2 | 4 |
| | Braunschweig | Heuzange | Heuzange | Normaler Erntewagen | B | 22,24 | 36,5 | 29,9 | 28,3 | 28,4 | 23,3 | 22,0 | 4 |
| | Braunschweig | Höhenförderer | Höhenförderer | Normaler Erntewagen | B | 26,15 | 73,4 | 40,8 | 38,8 | 54,2 | 30,1 | 28,7 | 4 |
| | Braunschweig | Höhenförderer | Höhenförderer | Normaler Erntewagen | B | 22,24 | 81,8 | 45,6 | 42,1 | 63,6 | 35,5 | 32,7 | 4 |
| <u>Bodentrückung:</u> | Strohscheune | von Hand | Normaler Erntewagen | L | 26,52 | 34,9 | 31,5 | 31,5 | 25,6 | 23,1 | 23,1 | 4 | |
| | Strohscheune | von Hand | Normaler Erntewagen | L | 14,31 | 32,6 | 28,4 | 28,4 | 27,9 | 24,3 | 24,3 | 4 | |

¹⁾ Der jeweils angegebenen Stundenleistung wurde ohne Rücksicht auf die Zahl der Bedienungspersonen nur die Arbeitszeit (ohne und mit Rüstzeit) zugrunde gelegt, in der sich die betreffende Maschine im Einsatz befand.
In gleicher Weise ist bei reiner Handarbeit die Arbeitsmannschaft als Einheit aufgeführt und dementsprechend die Stundenleistung berechnet.

²⁾ LH - Langheu (cm)

³⁾ L - Langheu

⁴⁾ B - Ballenheu

Stundenleistung der verwendeten Fördermaschinen beim ersten und zweiten Schnitt 1959

| Werkzeugverfahren und Lagerort | Schnitt | Arbeitsverfahren | Wagenart | Auf- berei- tungs- form | Wasser- gehalt in % | Leistung dz/h bezogen auf die | | | Leistung an Trocknemasse dz/h be- zogen auf die | | | AK- Besatz | |
|--------------------------------------|------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--|
| | | | | | | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | Gesamtar- beitszeit | Hauptzeit | Arbeitszeit am Ort | Gesamtar- beitszeit | | |
| <u>Silierung:</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Hochsilo | 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH ¹⁾ | 59,73 | 51,4 | 25,8 | 25,3 | 20,7 | 10,4 | 10,2 | 1 | |
| Hochsilo | 1. " | Wurfgebläse | Selbstentladewagen | KH | 57,38 | 59,9 | 37,8 | 36,6 | 25,5 | 16,1 | 15,6 | 1 | |
| Hochsilo | 1. " | Schneidgebläse ohne Messer | Abziehwagen | KH | 55,86 | 44,6 | 23,4 | 22,8 | 19,7 | 10,3 | 10,1 | 1 | |
| Hochsilo | 1. " | Schneidgebläse ohne Messer | Selbstentladewagen | KH | 60,82 | 49,1 | 32,7 | 31,4 | 19,2 | 12,8 | 12,3 | 1 | |
| <u>Heubelüftung:</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Heuturm | 1. Schnitt | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH | 22,75 | 36,3 | 17,2 | 16,7 | 28,0 | 13,3 | 12,9 | 1 | |
| Heuturm | 2. " | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH | 25,74 | 31,6 | 14,9 | 14,5 | 23,5 | 11,1 | 10,8 | 1 | |
| Heuturm | 1. " | Wurfgebläse | Selbstentladewagen | KH | 31,29 | 33,4 | 20,9 | 19,9 | 22,9 | 14,4 | 13,7 | 1 | |
| Aulendorf | 1. " | Heuzange | Nor. Erntewagen | L ²⁾ | 33,13 | 53,6 | 42,4 | 40,9 | 35,8 | 28,4 | 27,3 | 4 | |
| Aulendorf | 2. " | Heuzange | Nor. Erntewagen | L | 26,43 | 35,1 | 27,7 | 26,4 | 25,8 | 20,4 | 19,4 | 4 | |
| Aulendorf | 2. " | "Bolas" - Hauverteiler | Abziehwagen | KH | 31,22 | 48,5 | 22,4 | 21,8 | 33,4 | 15,4 | 15,0 | 2 | |
| Braunschweig | 1. " | Flurförderer-Höhenförderer | Nor. Erntewagen | B ³⁾ | 31,84 | 78,0 | 49,0 | 46,6 | 53,2 | 33,4 | 31,8 | 3 | |
| Braunschweig | 2. " | Flurförderer-Höhenförderer | Nor. Erntewagen | B | 31,04 | 99,1 | 40,9 | 37,7 | 68,3 | 28,2 | 27,0 | 3 | |
| Braunschweig | 1. " | Flurförderer-Höhenförderer | Abziehwagen mit Aufbau | B | 30,69 | 70,4 | 32,6 | 31,4 | 48,8 | 22,6 | 21,8 | 3 | |
| Braunschweig | 2. " | Flurförderer-Höhenförderer | Abziehwagen ohne Aufbau | B | 27,70 | 90,7 | 36,0 | 33,6 | 65,6 | 26,0 | 24,3 | 3 | |
| <u>Sortiertrichtung</u> | | | | | | | | | | | | | |
| Speicher | 1. Schnitt | Höhenförderer | Nor. Erntewagen | L | 15,00 | 42,0 | 25,8 | 24,3 | 35,7 | 21,9 | 20,7 | 3 | |
| Strohschauke | 2. " | von Hand (erclastig) | Nor. Erntewagen | B | 13,78 | 67,7 | 53,2 | 53,2 | 58,4 | 45,9 | 45,9 | 3 | |

1) KH - Kurznäcksel (cm)

2) L - Langheu

3) B - Ballenheu

Anhangstabelle 5

Arbeits- und Zugkraftaufwand der im Versuchsjahr 1958 eingesetzten Heuwerbungsmaschinen bei einem Ertrag von 50 dz/ha mit 14 % Feuchte

| Werbungsverfahren | Maschine | Wagenart | Aufbe- reitungs- form | Feuchte in % bei d. Einla- gerung | Hauptzeit | | Arbeitszeit am Ort | | Gesamtarbeitszeit | | AK-Besatz |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-----------|
| | | | | | AK/h | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | |
| <u>Laden:</u> | | | | | | | | | | | |
| Silierung | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 60 | 2,63 | 2,63 | 3,20 | 2,87 | 3,70 | 3,03 | 1 |
| Heubelüftung | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 35 | 3,38 | 3,38 | 4,16 | 3,83 | 4,82 | 4,15 | 1 |
| " | Hoehruckpresse | Normaler Erntewagen | B ²⁾ | " | 5,04 | 1,68 | 5,36 | 1,93 | 5,93 | 1,99 | 3 |
| " | Fuder-Seitenlader | Erntewagen mit Rundumladegatter | L ³⁾ | " | 1,38 | 1,38 | 1,80 | 1,63 | 2,13 | 1,79 | 1 |
| " | Fuder-Seitenlader | Normaler Erntewagen | L | " | 5,40 | 1,35 | 5,82 | 1,60 | 6,39 | 1,76 | 4 |
| bodentrocknung | Fuder-Häckler | Normaler Erntewagen | L | 14 | 8,04 | 2,01 | 8,49 | 2,41 | 8,98 | 2,57 | 4 |
| " | Von Hand | Normaler Erntewagen | L | " | 10,40 | 2,08 | 10,60 | 2,28 | 11,00 | 2,36 | 5 |
| <u>Abladen:</u> | | | | | | | | | | | |
| Silierung | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 60 | 5,18 | - | 7,28 | 0,55 | 7,16 | 0,55 | 2 |
| Heubelüftung | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 35 | 2,59 | - | 4,43 | 0,45 | 4,51 | 0,45 | 1 |
| " | Schneidblase ohne Messer | Abziehwagen | LH | " | 4,74 | - | 6,58 | 0,45 | 6,66 | 0,45 | 2 |
| " | Schneidblase mit Messer | Normaler Erntewagen | L | " | 7,11 | - | 8,03 | 0,25 | 8,11 | 0,25 | 3 |
| " | Heuzange | Normaler Erntewagen | B | " | 5,80 | - | 5,88 | 0,15 | 6,12 | 0,15 | 4 |
| " | Höhenförmerer | Normaler Erntewagen | B | " | 2,92 | - | 3,40 | 0,15 | 3,48 | 0,15 | 4 |
| Bodentrocknung | Von Hand (erlastig) | Normaler Erntewagen | L | 14 | 6,40 | - | 6,60 | 0,20 | 6,60 | 0,20 | 4 |

¹⁾ LH = Langhäcksler (ce) ²⁾ B = Ballenheu ³⁾ L = Langheu

Anhangstabelle 6

Arbeits- und Zugkraftaufwand der im Versuchsjahr 1958 eingesetzten Heubewerksmaschinen bei einem Ertrag von 30 dz/ha Wiesenheu mit 14 % Feuchte

| Erhebungsverfahren | Maschine | Wagenart | Aufbe- reitungs- form | Feuchte in % bei d.Einla- gerung | Hauptzeit | | Arbeitszeit am Ort | | Gesamtarbeitszeit | | AK-Besatz |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-----------|
| | | | | | AKh/h | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | |
| <u>Laden:</u> | | | | | | | | | | | |
| Silierung | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH ¹⁾ | 60 | 1,98 | 1,58 | 2,26 | 1,93 | 2,76 | 2,09 | 1 |
| Heubelüftung | Trommelfeldhäcksler | Abziehwagen | LH | 35 | 2,03 | 2,03 | 2,66 | 2,33 | 3,16 | 2,49 | 1 |
| " | Hochdruckpresse | Normaler Erntewagen | B ²⁾ | " | 3,03 | 1,01 | 3,30 | 1,11 | 3,87 | 1,27 | 3 |
| " | Fuder-Seitenlader | Erntewagen mit Rundladegatter | L ³⁾ | " | 0,83 | 0,83 | 1,15 | 0,98 | 1,48 | 1,14 | 1 |
| " | Fuder-Seitenlader | Normaler Erntewagen | L | " | 3,24 | 0,81 | 3,56 | 0,96 | 4,13 | 1,12 | 4 |
| Bodentrocknung | Fuder-Hecklader | Normaler Erntewagen | L | 14 | 4,80 | 1,20 | 5,05 | 1,40 | 5,54 | 1,56 | 4 |
| " | Von Hand | Normaler Erntewagen | L | " | 6,25 | 1,25 | 6,35 | 1,35 | 6,75 | 1,43 | 5 |
| <u>Abladen:</u> | | | | | | | | | | | |
| Silierung | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 60 | 3,10 | - | 4,68 | 0,35 | 4,76 | 0,35 | 2 |
| Heubelüftung | Wurfgebläse | Abziehwagen | LH | 35 | 1,55 | - | 3,00 | 0,30 | 3,08 | 0,30 | 1 |
| " | Schneidegebläse ohne Messer | Abziehwagen | LH | " | 2,84 | - | 4,29 | 0,30 | 4,27 | 0,30 | 2 |
| " | Schneidegebläse mit Messer | Normaler Erntewagen | L | " | 4,26 | - | 5,08 | 0,15 | 5,16 | 0,15 | 3 |
| " | Heuzange | Normaler Erntewagen | B | " | 3,48 | - | 3,75 | 0,10 | 3,83 | 0,10 | 4 |
| " | Höhenförderer | Normaler Erntewagen | B | " | 1,76 | 1 | 2,19 | 0,10 | 2,27 | 0,10 | 4 |
| Bodentrocknung | Von Hand (erdlastig) | Normaler Erntewagen | L | 14 | 3,84 | - | 3,94 | 0,10 | 3,94 | 0,10 | 4 |

1) LH = Langhäcksel (cm) 2) B = Ballenheu 3) L = Langheu

Anhangstabelle 7

Arbeits- und Zykraufwand der im Versuchsjahr 1959 eingesetzten Heuwerbungsmaschinen bei einem Ertrag von 50 dz/ha mit 14 % Feuchte

| Erhebungsverfahren | Maschine | Wagenart | Aufbereitungsform | Feuchte in % bei d. Einlagerung | Hauptzeit | | Arbeitszeit am Ort | | Gesamtarbeitszeit | | AK-Besatz | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-----------|---|
| | | | | | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | | |
| Siliierung | Scheibenradfeldhacksler | Abziehwagen | KH ¹⁾ | 60 | 1,72 | 1,72 | 2,44 | 2,27 | 2,94 | 2,43 | 1 | |
| | Scheibenradfeldhacksler | Selbstentladewagen | KH | " | 3,44 | 3,44 | 3,61 | 3,44 | 4,11 | 3,60 | 2 | |
| Heubelüftung | Scheibenradfeldhacksler | Abziehwagen | KH | 35 | 2,05 | 2,05 | 2,67 | 2,50 | 3,17 | 2,66 | 1 | |
| | Scheibenradfeldhacksler | Selbstentladewagen | KH | " | 4,10 | 4,10 | 4,27 | 4,10 | 4,77 | 4,26 | 2 | |
| | Hochdruckpresse | Normaler Erntewagen | B ²⁾ | " | 4,62 | 1,54 | 4,94 | 1,69 | 5,51 | 1,85 | 3 | |
| | Hochdruckpresse | Abziehwagen mit Aufbau | B | " | 4,62 | 1,54 | 5,09 | 1,84 | 5,66 | 2,00 | 3 | |
| | Hochdruckpresse | Abziehwagen ohne Aufbau | B | " | 4,62 | 1,54 | 4,99 | 1,74 | 5,56 | 1,90 | 3 | |
| | Fuder-Kooflader | Normaler Erntewagen | L ³⁾ | " | 5,85 | 1,95 | 6,27 | 2,20 | 6,76 | 2,36 | 3 | |
| | Frontlader | Erntewagen mit Stangenaufbau | L | " | 3,07 | 3,07 | 3,32 | 3,32 | 3,73 | 3,48 | 1 | |
| | Bodentrocknung | Fuder-Kooflader | Normaler Erntewagen | L | 14 | 6,96 | 2,32 | 7,33 | 2,52 | 7,82 | 2,68 | 3 |
| | " | Hochdruckpresse | Normaler Erntewagen | B | " | 5,61 | 1,67 | 5,93 | 2,02 | 6,50 | 2,18 | 3 |
| | Hebelftung | Wurfgebläse | Abziehwagen | KH | 60 | 4,10 | - | 6,20 | 0,55 | 6,28 | 0,55 | 2 |
| Wurfgebläse | | Selbstentladewagen | KH | " | 3,36 | 1,68 | 4,43 | 2,08 | 4,51 | 2,08 | 2 | |
| Schneidgebläse ohne Messer | | Abziehwagen | KH | " | 4,42 | - | 6,52 | 0,55 | 6,60 | 0,55 | 2 | |
| " | | Selbstentladewagen | KH | " | 4,42 | - | 5,49 | 2,69 | 5,57 | 2,69 | 2 | |
| Wurfgebläse | | Abziehwagen | KH | 35 | 1,83 | - | 3,67 | 0,45 | 3,75 | 0,45 | 1 | |
| Wurfgebläse | | Selbstentladewagen | KH | " | 1,87 | 1,87 | 2,94 | 2,27 | 3,02 | 2,27 | 1 | |
| Heuzange | | Normaler Erntewagen | L | " | 4,84 | - | 5,26 | 0,25 | 5,34 | 0,25 | 4 | |
| Flurförderer - Hohenförderer | | Normaler Erntewagen | B | " | 1,89 | - | 2,45 | 0,15 | 2,53 | 0,15 | 3 | |
| Flurförderer - Hohenförderer | | Abziehwagen mit Aufbau | B | " | 1,98 | - | 3,17 | 0,30 | 3,25 | 0,30 | 3 | |
| Flurförderer - Hohenförderer | | Abziehwagen ohne Aufbau | B | " | 1,98 | - | 2,91 | 0,20 | 2,99 | 0,20 | 3 | |
| "Beleg" Heuverteiler | | Abziehwagen | KH | " | 2,56 | - | 4,06 | 0,45 | 4,14 | 0,45 | 2 | |
| Bodentrocknung | | Hohenförderer | Normaler Erntewagen | L | 14 | 3,63 | - | 4,16 | 0,20 | 4,24 | 0,20 | 3 |
| " | | Von Hand (erdlastig) | Normaler Erntewagen | B | " | 2,22 | - | 2,37 | 0,15 | 2,37 | 0,15 | 3 |

¹⁾ KH - kurzhaacksel (ca)

²⁾ B - Ballenheu

³⁾ L - Langheu

Anhangstabelle 8

Arbeits- und Zugkraftaufwand der in Versuchsjahr 1959 eingesetzten Heuverbundmaschinen bei einem Ertrag von 30 dz/ha mit 14 % Feuchte

| Verbundverfahren | Maschine | Wagenart | Aufbe- reitungs- form | Feuchte in % bei d. Einla- gerung | Hauptzeit | | Arbeitszeit am Ort | | Gesamtarbeitszeit | | AK-Besatz | |
|--------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|-----------|---|
| | | | | | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | AKh/ha | Sh/ha | | |
| Laden: | Sillierung | Scheibenradfeldhäcksler | KH ¹⁾ | 60 | 1,03 | 1,03 | 1,55 | 1,38 | 2,05 | 1,54 | 1 | |
| | | Scheibenradfeldhäcksler | KH | " | 2,06 | 2,06 | 2,23 | 2,06 | 2,73 | 2,22 | 2 | |
| | Heubelüftung | Scheibenradfeldhäcksler | KH | 35 | 1,73 | 1,23 | 1,70 | 1,53 | 2,20 | 1,69 | 1 | |
| | | Scheibenradfeldhäcksler | KH | " | 2,46 | 2,46 | 2,63 | 2,46 | 3,13 | 2,62 | 2 | |
| | | Hochdruckpresse | B ²⁾ | " | 2,76 | 0,92 | 3,03 | 1,02 | 3,60 | 1,18 | 3 | |
| | | Hochdruckpresse | B | " | 2,76 | 0,92 | 3,13 | 1,12 | 3,70 | 1,28 | 3 | |
| | | Hochdruckpresse | B | " | 2,76 | 0,92 | 3,03 | 1,12 | 3,60 | 1,28 | 3 | |
| | | Fuder-Kopflader | L ³⁾ | " | 3,51 | 1,17 | 3,83 | 1,32 | 4,32 | 1,48 | 3 | |
| | | Frontlader | L | " | 1,84 | 1,84 | 1,99 | 1,99 | 2,40 | 2,15 | 1 | |
| | | Bodentrocknung | Fuder-Kopflader | L | 14 | 4,17 | 1,39 | 4,49 | 1,54 | 4,98 | 1,70 | 3 |
| | | | Hochdruckpresse | B | " | 3,36 | 1,12 | 3,63 | 1,22 | 4,20 | 1,38 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | Abladen: | Sillierung | Kurfgläse | KH | 60 | 2,46 | - | 4,04 | 0,35 | 4,12 | 0,35 | 2 |
| Kurfgläse | | | KH | " | 2,02 | 1,01 | 2,94 | 1,26 | 3,02 | 1,26 | 2 | |
| Schneidglase ohne Messer | | | KH | " | 2,64 | - | 4,22 | 0,35 | 4,30 | 0,35 | 2 | |
| Schneidglase ohne Messer | | | KH | " | 2,64 | 1,32 | 3,56 | 1,57 | 3,64 | 1,57 | 2 | |
| Heubelüftung | | Kurfgläse | KH | 35 | 1,10 | - | 2,55 | 0,30 | 2,63 | 0,30 | 1 | |
| | | Kurfgläse | KH | " | 1,12 | 1,12 | 2,04 | 1,37 | 2,12 | 1,37 | 1 | |
| | | Heuzange | L | " | 2,92 | - | 3,24 | 0,15 | 3,32 | 0,15 | 4 | |
| | | Flurförderer-Hohenförderer | B | " | 1,14 | - | 1,65 | 0,10 | 1,73 | 0,10 | 3 | |
| | | Flurförderer-Hohenförderer | B | " | 1,17 | - | 2,10 | 0,20 | 2,18 | 0,20 | 3 | |
| | | Flurförderer-Hohenförderer | B | " | 1,17 | - | 1,84 | 0,10 | 1,92 | 0,10 | 3 | |
| | | "Bolas" Heuerteller | KH | " | 1,54 | - | 2,65 | 0,30 | 2,73 | 0,30 | 2 | |
| | | Bodentrocknung | Hohenförderer | L | 14 | 2,19 | - | 2,67 | 0,15 | 2,75 | 0,15 | 3 |
| | | | Von Hand (erdlastig) | B | " | 1,32 | - | 1,42 | 0,10 | 1,42 | 0,10 | 3 |

1) KH - Kurzhackse (ca)
 2) B - Ballenheu
 3) L - Langheu

Trockensubstanzverluste beim 1. und 2. Schnitt 1958 in Grassilage sowie belüfteten und bedentrockneten Heu

| | 1. Schnitt | | | | 2. Schnitt | | | | |
|----------------------------------------|------------|----------------|--------------|-----------|----------------|--------------|-----------|--------------|--------|
| | Grassilage | Bodentrocknung | Heubelüftung | | Bedentrocknung | Heubelüftung | | Braunschweig | |
| | | | Heuturm | Aulendorf | | Heuturm | Aulendorf | | |
| Beim Schnitt | | | | | | | | | |
| Grünmasse insg. dz/ha | 153,23 | 222,30 | 266,90 | 212,05 | 186,71 | 123,73 | 151,46 | 152,81 | 154,85 |
| Trockensubstanz " | 38,58 | 55,54 | 59,70 | 52,68 | 50,63 | 32,95 | 37,96 | 36,77 | 37,80 |
| Trockensubstanzgehalt in % | 25,18 | 24,98 | 22,37 | 24,84 | 27,12 | 26,63 | 25,06 | 24,06 | 24,41 |
| Wassergehalt in % | 74,82 | 75,02 | 77,63 | 75,16 | 72,88 | 73,37 | 74,94 | 75,94 | 75,59 |
| Bei der Einlagerung: | | | | | | | | | |
| Gesamtmenge dz/ha | 80,85 | 57,96 | 109,83 | 81,09 | 62,42 | 32,63 | 42,12 | 41,58 | 44,19 |
| Trockensubstanz " | 36,22 | 42,59 | 54,59 | 45,69 | 46,10 | 27,96 | 33,63 | 32,60 | 34,36 |
| Trockensubstanzgehalt in % | 44,95 | 73,48 | 49,70 | 56,34 | 73,85 | 85,69 | 79,84 | 78,40 | 77,76 |
| Wassergehalt in % | 55,05 | 26,52 | 50,30 | 43,66 | 26,15 | 14,31 | 20,16 | 21,60 | 22,24 |
| Feldverluste an Trockensubstanz % | 6,1 | 23,2 | 8,6 | 13,2 | 8,9 | 15,1 | 11,4 | 11,3 | 9,1 |
| Bei der Auslagerung: | | | | | | | | | |
| Heu oder Silage dz/ha | - | 46,09 | 51,15 | 48,21 | 53,77 | 31,80 | 36,49 | 35,13 | 37,11 |
| Trockensubstanz " | - | 39,03 | 45,50 | 41,44 | 44,71 | 27,13 | 32,37 | 30,69 | 32,50 |
| Trockensubstanzgehalt in % | - | 84,68 | 88,95 | 85,96 | 82,03 | 85,31 | 88,71 | 87,36 | 87,58 |
| Wassergehalt in % | - | 15,32 | 11,05 | 14,04 | 17,97 | 14,69 | 11,29 | 12,64 | 12,42 |
| Lagerungsverluste an Trockensubstanz % | - | 8,4 | 16,7 | 9,3 | 4,3 | 3,0 | 3,7 | 5,9 | 5,4 |
| Gesamtverluste an Trockensubstanz % | - | 29,6 | 23,8 | 21,3 | 12,9 | 17,7 | 14,7 | 16,5 | 14,0 |

Trockensubstanzverluste beim 1. Schnitt 1959 zu Grassilage sowie belüfteten und bodengetrockneten Heu

| | Grassilage | Bodentrückung | Heuturn | Heubelüftung | | | | Durchschnitt | |
|----------------------------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | | Aulendorf | | Braunschweig | | | |
| | | | | a | b | a | b | | |
| <u>Bei Schnitt:</u> | | | | | | | | | |
| Grünmasse insg. dz/ha | 186,60 | 170,40 | 198,47 | 246,97 | 223,69 | 233,67 | 238,71 | 274,54 | 253,05 |
| Trockensubstanz " | 47,66 | 42,91 | 48,43 | 55,95 | 57,43 | 56,80 | 59,85 | 69,62 | 63,76 |
| Trockensubstanzgehalt in % | 25,54 | 25,18 | 24,40 | 22,65 | 25,67 | 24,31 | 25,07 | 25,36 | 25,20 |
| Wassergehalt in % | 74,46 | 74,82 | 75,60 | 77,35 | 74,33 | 75,69 | 74,93 | 74,64 | 74,80 |
| <u>Bei der Einlagerung:</u> | | | | | | | | | |
| Gesamtmenge dz/ha | 108,84 | 35,20 | 55,79 | 67,17 | 76,70 | 73,34 | 79,96 | 95,78 | 87,82 |
| Trockensubstanz dz/ha | 44,60 | 29,92 | 42,23 | 45,09 | 53,09 | 50,27 | 57,69 | 64,05 | 55,82 |
| Trockensubstanzgehalt in % | 40,98 | 85,00 | 75,69 | 67,13 | 69,22 | 68,54 | 59,65 | 66,87 | 63,56 |
| Wassergehalt in % | 59,02 | 15,00 | 24,31 | 32,87 | 30,78 | 31,46 | 40,35 | 33,13 | 36,44 |
| Feldverluste an Trockensubstanz % | <u>6,4</u> | <u>30,2</u> | <u>12,8</u> | <u>19,4</u> | <u>7,6</u> | <u>11,2</u> | <u>20,2</u> | <u>8,0</u> | <u>12,5</u> |
| <u>Bei der Auslagerung:</u> | | | | | | | | | |
| Heu oder Silage dz/ha | 97,94 | 33,49 | 44,08 | | | 52,83 | | | 55,64 |
| Trockensubstanz " | 39,32 | 28,66 | 39,50 | | | 46,21 | | | 49,51 |
| Trockensubstanzgehalt in % | 40,15 | 85,58 | 89,59 | | | 87,49 | | | 88,98 |
| Wassergehalt in % | 59,85 | 14,42 | 10,41 | | | 12,51 | | | 11,02 |
| Lagerungsverluste an Trockensubstanz % | <u>11,8</u> | <u>4,2</u> | <u>6,5</u> | | | <u>8,1</u> | | | <u>31,3</u> |
| Gesamtverluste an Trockensubstanz % | <u>17,5</u> | <u>33,2</u> | <u>18,4</u> | | | <u>18,6</u> | | | <u>22,3</u> |

Trockensubstanzverluste beim 2. Schnitt 1959 in belüfteten und bedengetrockneten Heu

| | Heubelüftung | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|----------------|---------|--------------|---------|---------|--------------|-----------|---------|--------------|--------------|---------|--------------|
| | Bodentrocknung | | | Heuturn | | | Aulendorf | | | Braunschweig | | |
| | Parz. a | Parz. b | Durchschnitt | Parz. a | Parz. b | Durchschnitt | Parz. a | Parz. b | Durchschnitt | Parz. a | Parz. b | Durchschnitt |
| Beim Schnitt: | | | | | | | | | | | | |
| Grümmasse insg. dz/ha | 20,50 | 71,99 | 108,05 | 105,59 | 141,52 | 107,21 | 113,33 | 158,89 | 116,42 | 135,54 | | |
| Trockensubstanz | 30,81 | 20,72 | 28,22 | 29,64 | 34,80 | 31,79 | 29,13 | 39,08 | 31,57 | 33,98 | | |
| Trockensubstanzgehalt in % | 25,57 | 28,78 | 26,12 | 28,07 | 24,59 | 29,65 | 25,70 | 24,60 | 27,12 | 25,07 | | |
| Wassergehalt in % | 74,43 | 71,22 | 73,88 | 71,93 | 75,41 | 70,35 | 74,30 | 75,40 | 72,88 | 74,93 | | |
| Bei der Einlagerung: | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtmenge dz/ha | 37,31 | 22,15 | 33,80 | 36,51 | 43,66 | 42,87 | 34,70 | 49,52 | 39,78 | 42,15 | | |
| Trockensubstanz dz/ha | 27,27 | 17,87 | 25,10 | 26,32 | 31,98 | 29,04 | 25,57 | 36,40 | 28,46 | 31,01 | | |
| Trockensubstanzgehalt in % | 73,09 | 80,68 | 74,26 | 72,09 | 73,25 | 67,74 | 73,69 | 73,51 | 71,54 | 73,57 | | |
| Wassergehalt in % | 26,91 | 19,32 | 25,74 | 27,91 | 26,75 | 32,26 | 26,31 | 26,49 | 28,46 | 26,43 | | |
| Feldverluste an Trockensubstanz % | 11,5 | 13,8 | 11,1 | 11,2 | 8,1 | 8,7 | 12,2 | 6,9 | 9,9 | 8,7 | | |
| Bei der Auslagerung: | | | | | | | | | | | | |
| Menge insg. dz/ha | 25,51 | | 27,05 | | | | | | 32,01 | 33,94 | | |
| Trockensubstanz | 22,25 | | 24,01 | | | | | | 28,02 | 30,04 | | |
| Trockensubstanzgehalt in % | 87,22 | | 88,76 | | | | | | 87,54 | 88,51 | | |
| Wassergehalt in % | 12,78 | | 11,24 | | | | | | 12,46 | 11,49 | | |
| Lagerungsverluste an Trockensubstanz % | 2,6 | | 4,2 | | | | | | 1,5 | 2,1 | | |
| Gesamtverluste an Trockensubstanz % | 21,7 | | 14,9 | | | | | | 11,2 | 11,6 | | |

Nährstoffveränderungen bei belüfteten und bodentrockneten Futtermitteln (1. und 2. Schnitt 1958)

| Nährstoff und Futterzustand | 1. Schnitt | | | | | | 2. Schnitt | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------|---------|-----------|---------|--------------|---------|----------------|---------|---------|---------|-----------|---------|--------------|---------|----------------|---------|--|--|
| | Heuturm | | Aulendorf | | Braunschweig | | Bodentrocknung | | Heuturm | | Aulendorf | | Braunschweig | | Bodentrocknung | | | |
| | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | | |
| Rohweiß | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a - grün | 6,16 | 100 | 5,19 | 100 | 4,93 | 100 | 5,87 | 100 | 4,61 | 100 | 4,86 | 100 | 4,72 | 100 | 4,32 | 100 | | |
| b - Einlagerung | 5,64 | 92 | 4,36 | 84 | 4,31 | 87 | 3,85 | 66 | 4,04 | 88 | 3,93 | 81 | 3,93 | 83 | 3,23 | 75 | | |
| c - Auslagerung | 4,97 | 81 | 3,94 | 76 | 4,15 | 84 | 3,66 | 62 | 3,85 | 84 | 3,65 | 75 | 3,81 | 81 | 3,12 | 72 | | |
| Rohfett | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 1,87 | 100 | 1,65 | 100 | 1,53 | 100 | 1,92 | 100 | 1,24 | 100 | 1,21 | 100 | 1,26 | 100 | 1,07 | 100 | | |
| b | 1,75 | 94 | 1,29 | 78 | 1,12 | 73 | 0,91 | 47 | 1,06 | 85 | 1,02 | 84 | 1,08 | 86 | 0,80 | 75 | | |
| c | 1,31 | 70 | 1,28 | 78 | 1,18 | 77 | 0,82 | 43 | 0,94 | 76 | 0,91 | 75 | 1,10 | 87 | 0,78 | 73 | | |
| N-freie Extraktstoffe | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 27,58 | 100 | 24,71 | 100 | 24,84 | 100 | 26,56 | 100 | 17,81 | 100 | 17,30 | 100 | 17,46 | 100 | 14,80 | 100 | | |
| b | 25,44 | 92 | 21,57 | 87 | 22,82 | 92 | 19,71 | 74 | 15,72 | 88 | 15,57 | 90 | 16,59 | 95 | 13,19 | 89 | | |
| c | 19,74 | 72 | 18,82 | 76 | 21,01 | 85 | 17,63 | 66 | 14,93 | 84 | 14,39 | 83 | 15,51 | 89 | 12,82 | 87 | | |
| Rohfaser | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 19,97 | 100 | 17,55 | 100 | 16,08 | 100 | 17,34 | 100 | 10,08 | 100 | 9,71 | 100 | 10,58 | 100 | 9,48 | 100 | | |
| b | 17,69 | 89 | 15,22 | 87 | 14,86 | 92 | 15,39 | 89 | 9,44 | 94 | 9,07 | 93 | 9,67 | 91 | 8,17 | 86 | | |
| c | 16,02 | 80 | 14,43 | 82 | 14,83 | 92 | 14,34 | 83 | 9,56 | 95 | 8,94 | 92 | 9,27 | 86 | 7,91 | 83 | | |
| Rohasche | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 4,12 | 100 | 3,58 | 100 | 3,25 | 100 | 3,85 | 100 | 4,22 | 100 | 3,49 | 100 | 3,78 | 100 | 3,28 | 100 | | |
| b | 4,07 | 99 | 3,25 | 91 | 2,99 | 92 | 2,73 | 71 | 3,37 | 80 | 3,01 | 82 | 3,09 | 82 | 2,57 | 78 | | |
| c | 3,46 | 84 | 2,97 | 83 | 2,94 | 90 | 2,58 | 67 | 3,09 | 73 | 2,80 | 76 | 2,81 | 74 | 2,50 | 76 | | |
| Verd., Rohweiß | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 4,19 | 100 | 3,53 | 100 | 3,35 | 100 | 3,99 | 100 | 3,00 | 100 | 3,16 | 100 | 3,07 | 100 | 2,80 | 100 | | |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| c | 3,23 | 77 | 2,56 | 73 | 2,70 | 81 | 2,38 | 60 | 2,50 | 83 | 2,37 | 75 | 2,48 | 81 | 2,03 | 73 | | |
| Stärkeinhalten | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 31,49 | 100 | 27,17 | 100 | 26,20 | 100 | 29,92 | 100 | 17,79 | 100 | 17,53 | 100 | 17,68 | 100 | 15,28 | 100 | | |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| c | 19,01 | 60 | 17,55 | 65 | 19,06 | 73 | 16,18 | 54 | 12,98 | 73 | 12,43 | 71 | 13,38 | 76 | 10,96 | 72 | | |

Mährstofftransferkoeffizienten bei belüfteten und bedeckten Frackmästen (1. Schnitt 1999)

| Nährstoff und Futterzustand | Grassilage | | Bodentrückung | | Heutere | | Heubelüftung | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|--------|---------------|---------|---------|---------|--------------|-----|---------|-------------|---------|-----|--------------|---------|-------|---------|-------|-----|
| | Grassilage | | Bodentrückung | | Heutere | | Aulanderf | | | Brauchswieg | | | Durchschnitt | | | | | |
| | dz/ha | relat. | dz/ha | relativ | dz/ha | relativ | a | b | relativ | dz/ha | relativ | a | b | relativ | dz/ha | relativ | | |
| Robheub: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a = Grün | 6,01 | 100 | 5,31 | 100 | 5,01 | 100 | 6,97 | 100 | 5,69 | 100 | 6,24 | 100 | 6,71 | 100 | 7,03 | 100 | 6,84 | 100 |
| b = Einlagerung | 4,96 | 83 | 2,81 | 53 | 3,84 | 77 | 4,68 | 67 | 4,61 | 81 | 4,63 | 74 | 4,67 | 70 | 5,00 | 71 | 4,83 | 71 |
| c = Auslagerung | 4,85 | 81 | 2,89 | 54 | 3,74 | 75 | - | - | - | - | 4,22 | 68 | - | - | - | - | 4,58 | 67 |
| Robfett: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 1,97 | 100 | 1,53 | 100 | 1,61 | 100 | 2,26 | 100 | 1,59 | 100 | 1,88 | 100 | 2,05 | 100 | 1,92 | 100 | 2,00 | 100 |
| b | 1,52 | 77 | 0,75 | 49 | 1,13 | 70 | 1,29 | 57 | 1,50 | 94 | 1,43 | 76 | 1,12 | 55 | 1,54 | 80 | 1,33 | 67 |
| c | 1,24 | 63 | 0,76 | 50 | 0,91 | 57 | - | - | - | - | 1,25 | 66 | - | - | - | - | 1,19 | 60 |
| Maifreie Extraktstoffe: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 21,71 | 100 | 20,36 | 100 | 23,12 | 100 | 25,79 | 100 | 27,46 | 100 | 26,74 | 100 | 28,14 | 100 | 32,47 | 100 | 29,87 | 100 |
| b | 19,88 | 88 | 14,61 | 72 | 20,74 | 90 | 20,68 | 80 | 26,43 | 96 | 24,41 | 91 | 22,42 | 80 | 32,11 | 99 | 27,24 | 91 |
| c | 17,95 | 79 | 14,27 | 70 | 19,41 | 84 | - | - | - | - | 22,03 | 82 | - | - | - | - | 23,46 | 79 |
| Robfaser: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 13,44 | 100 | 12,19 | 100 | 14,56 | 100 | 16,85 | 100 | 18,27 | 100 | 17,66 | 100 | 18,09 | 100 | 23,01 | 100 | 20,06 | 100 |
| b | 12,68 | 94 | 9,45 | 78 | 13,67 | 94 | 15,87 | 94 | 17,57 | 96 | 16,97 | 96 | 16,78 | 93 | 21,36 | 93 | 19,05 | 95 |
| d | 11,61 | 87 | 8,82 | 72 | 12,94 | 89 | - | - | - | - | 5,97 | 90 | - | - | - | - | 17,33 | 86 |
| Robasche: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 3,53 | 100 | 3,52 | 100 | 4,13 | 100 | 4,08 | 100 | 4,42 | 100 | 4,28 | 100 | 4,86 | 100 | 5,19 | 100 | 4,99 | 100 |
| b | 3,89 | 110 | 2,30 | 65 | 2,85 | 69 | 2,57 | 63 | 2,98 | 67 | 2,83 | 66 | 2,70 | 66 | 4,04 | 78 | 3,37 | 68 |
| c | 3,59 | 102 | 1,92 | 55 | 2,50 | 61 | - | - | - | - | 2,74 | 64 | - | - | - | - | 2,95 | 59 |
| Verd. Rohprotein: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 4,08 | 100 | 3,61 | 100 | 3,41 | 100 | 4,74 | 100 | 3,87 | 100 | 4,24 | 100 | 4,56 | 100 | 4,78 | 100 | 4,65 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 2,76 | 68 | 1,87 | 52 | 2,43 | 71 | - | - | - | - | 2,74 | 65 | - | - | - | - | 2,98 | 64 |
| Stärkeinhalten: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 26,30 | 100 | 23,30 | 100 | 25,71 | 100 | 30,40 | 100 | 29,57 | 100 | 30,34 | 100 | 31,98 | 100 | 34,54 | 100 | 33,79 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 19,43 | 74 | 14,85 | 55 | 17,33 | 67 | - | - | - | - | 19,99 | 66 | - | - | - | - | 21,24 | 63 |

Nährstoffveränderungen bei belüfteten und bedampften Futtern (1. und 2. Schnitt 1956)

Nährstoffgehalt in % der Trockensubstanz

| Nährstoff und Futterzustand | 1. Schnitt | | | | | | 2. Schnitt | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|---------|-----------|---------|--------------|---------|----------------|---------|---------|---------|-----------|---------|--------------|---------|----------------|---------|--|
| | Heuturn | | Aulendorf | | Braunschweig | | Bodentrocknung | | Heuturn | | Aulendorf | | Braunschweig | | Bodentrocknung | | |
| | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | absolut | relativ | |
| <u>Roheisweiß</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a - grün | 10,33 | 100 | 9,86 | 100 | 9,73 | 100 | 10,57 | 100 | 12,13 | 100 | 13,22 | 100 | 12,49 | 100 | 13,11 | 100 | |
| b - Einlagerung | 10,34 | 100 | 9,55 | 97 | 9,36 | 96 | 9,04 | 86 | 12,01 | 99 | 12,05 | 91 | 11,43 | 92 | 11,55 | 88 | |
| c - Auslagerung | 10,93 | 106 | 9,50 | 96 | 9,41 | 97 | 9,38 | 89 | 11,89 | 98 | 11,89 | 90 | 11,73 | 94 | 11,50 | 88 | |
| <u>Rohfett</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 3,13 | 100 | 3,14 | 100 | 3,02 | 100 | 3,44 | 100 | 3,27 | 100 | 3,28 | 100 | 3,32 | 100 | 3,23 | 100 | |
| b | 3,20 | 102 | 2,82 | 91 | 2,42 | 80 | 2,14 | 62 | 3,16 | 97 | 3,13 | 95 | 3,14 | 95 | 2,86 | 89 | |
| c | 2,88 | 92 | 3,09 | 98 | 2,67 | 88 | 2,10 | 61 | 2,91 | 89 | 2,96 | 90 | 3,38 | 102 | 2,87 | 89 | |
| <u>N-freie Extraktstoffe</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 46,18 | 100 | 46,90 | 100 | 49,04 | 100 | 47,84 | 100 | 46,93 | 100 | 47,05 | 100 | 46,21 | 100 | 44,91 | 100 | |
| b | 46,60 | 101 | 47,22 | 101 | 49,51 | 101 | 46,27 | 97 | 46,75 | 100 | 47,77 | 102 | 48,28 | 104 | 47,17 | 105 | |
| c | 43,39 | 94 | 45,42 | 97 | 47,63 | 97 | 45,17 | 94 | 46,13 | 98 | 46,89 | 100 | 47,72 | 103 | 47,26 | 105 | |
| <u>Rohfaser</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 33,44 | 100 | 33,33 | 100 | 31,75 | 100 | 31,23 | 100 | 26,58 | 100 | 26,39 | 100 | 27,98 | 100 | 28,76 | 100 | |
| b | 32,41 | 97 | 33,32 | 100 | 32,24 | 102 | 36,13 | 116 | 28,07 | 106 | 27,82 | 105 | 28,14 | 101 | 29,22 | 102 | |
| c | 35,21 | 105 | 34,82 | 104 | 33,62 | 106 | 36,74 | 118 | 29,54 | 111 | 29,13 | 110 | 28,52 | 110 | 28,52 | 101 | |
| <u>Rohasche</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 6,92 | 100 | 6,77 | 100 | 6,46 | 100 | 6,92 | 100 | 11,09 | 100 | 10,06 | 100 | 10,00 | 100 | 9,99 | 100 | |
| b | 7,45 | 108 | 7,09 | 105 | 6,47 | 100 | 6,42 | 93 | 10,01 | 90 | 9,23 | 92 | 9,01 | 90 | 9,20 | 92 | |
| c | 7,59 | 110 | 7,17 | 106 | 6,67 | 103 | 6,61 | 96 | 9,53 | 86 | 9,13 | 91 | 8,65 | 87 | 9,22 | 92 | |
| <u>verd. Roheisweiß</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 7,02 | 100 | 6,72 | 100 | 6,64 | 100 | 7,21 | 100 | 7,90 | 100 | 8,60 | 100 | 8,11 | 100 | 8,52 | 100 | |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| c | 7,10 | 101 | 6,18 | 92 | 6,12 | 92 | 6,10 | 85 | 7,73 | 98 | 7,73 | 90 | 7,63 | 94 | 7,48 | 88 | |
| <u>Stärkeinhalten</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 52,75 | 100 | 51,61 | 100 | 52,63 | 100 | 53,88 | 100 | 46,93 | 100 | 47,63 | 100 | 46,83 | 100 | 46,41 | 100 | |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| c | 41,78 | 79 | 42,35 | 82 | 43,27 | 82 | 41,43 | 77 | 40,06 | 85 | 40,52 | 85 | 41,15 | 88 | 40,43 | 87 | |

Nährstoffveränderungen in belüfteten und bedengetrockneten Mheu sowie Grassilom (1. Schnitt 1959)

Nährstoffgehalt in % der Trockensubstanz

| Nährstoff und Futterzustand | Heubelüftung | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------|--------------|--------|------------------|--------|--------------|--------|-----------|--------|--------------|--------|
| | Grassilage | | | | Bedengetrocknung | | | | Heutern | | | |
| | Aulendorf | | Braunschweig | | Aulendorf | | Braunschweig | | Aulendorf | | Braunschweig | |
| | absol. | relat. | absol. | relat. | absol. | relat. | absol. | relat. | absol. | relat. | absol. | relat. |
| Roheiwieiß: | | | | | | | | | | | | |
| a = Grün | 12,61 | 100 | 12,37 | 100 | 10,34 | 100 | 12,46 | 100 | 9,91 | 100 | 11,21 | 100 |
| b = Einlagerung | 11,55 | 92 | 9,39 | 76 | 9,09 | 88 | 10,38 | 84 | 8,68 | 86 | 9,79 | 87 |
| c = Auslagerung | 12,33 | 98 | 10,07 | 81 | 9,47 | 92 | - | 83 | - | - | - | - |
| Rohefett: | | | | | | | | | | | | |
| a | 4,13 | 100 | 3,57 | 100 | 3,32 | 100 | 4,04 | 100 | 2,77 | 100 | 3,43 | 100 |
| b | 3,54 | 86 | 2,51 | 70 | 2,68 | 81 | 2,86 | 86 | 2,83 | 102 | 2,35 | 69 |
| c | 3,15 | 76 | 2,65 | 74 | 2,30 | 69 | - | 82 | - | - | - | - |
| N-freie Extraktstoffe: | | | | | | | | | | | | |
| a | 47,64 | 100 | 47,45 | 100 | 47,74 | 100 | 46,09 | 100 | 47,81 | 100 | 47,02 | 100 |
| b | 46,31 | 97 | 48,83 | 103 | 49,11 | 103 | 45,86 | 103 | 49,78 | 104 | 47,01 | 100 |
| c | 45,65 | 96 | 49,80 | 105 | 49,14 | 103 | - | 101 | - | - | - | - |
| Rohefaser: | | | | | | | | | | | | |
| a | 28,21 | 100 | 28,41 | 100 | 30,06 | 100 | 30,12 | 100 | 31,81 | 100 | 30,22 | 100 |
| b | 29,54 | 105 | 31,58 | 111 | 32,37 | 108 | 35,20 | 109 | 33,09 | 104 | 35,19 | 116 |
| c | 29,73 | 105 | 30,79 | 108 | 32,76 | 109 | - | 111 | - | - | - | - |
| Roheasche: | | | | | | | | | | | | |
| a | 7,47 | 100 | 8,20 | 100 | 8,54 | 100 | 7,29 | 100 | 7,70 | 100 | 8,12 | 100 |
| b | 9,06 | 122 | 7,69 | 94 | 6,75 | 79 | 5,70 | 78 | 5,62 | 73 | 5,66 | 70 |
| c | 9,14 | 123 | 6,69 | 82 | 6,33 | 74 | - | - | - | - | - | - |
| Verd.Roheiwieiß: | | | | | | | | | | | | |
| a | 8,56 | 100 | 8,41 | 100 | 7,04 | 100 | 8,47 | 100 | 6,74 | 100 | 7,62 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 7,03 | 82 | 6,54 | 78 | 6,15 | 87 | - | 79 | - | - | - | - |
| Stärkeinhalten: | | | | | | | | | | | | |
| a | 55,18 | 100 | 54,30 | 100 | 53,08 | 100 | 54,33 | 100 | 51,49 | 100 | 53,43 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 49,42 | 90 | 44,82 | 83 | 43,87 | 83 | - | 81 | - | - | - | - |

Nährstoffveränderungen in belüfteten und bodengeetrockneten Heu (2. Schnitt 1959)

Nährstoffgehalt in % der Trockenmasse

| Nährstoff und Fetzterzustand | Heubelüftung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------|--------------|---------|-------|-----|-----------|-----|-------|--------------|-------|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|-----|
| | Bezirchnung | | | Heuturn | | | Aulendorf | | | Braunschweig | | | | | | | | |
| | absol. | relat. | Durchschnitt | a | b | c | a | b | c | a | b | Durchschnitt | absol. | relat. | Durchschnitt | absol. | relat. | |
| Robheis: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a - Grün | 14,26 | 100 | 13,25 | 100 | 13,51 | 100 | 12,75 | 100 | 13,27 | 100 | 13,11 | 100 | 12,67 | 100 | 13,84 | 100 | 13,33 | 100 |
| b - Einlagerung | 12,05 | 85 | 12,75 | 96 | 12,76 | 94 | 12,04 | 94 | 12,02 | 91 | 12,26 | 94 | 11,73 | 93 | 12,09 | 87 | 11,93 | 89 |
| c - Auslagerung | 12,31 | 86 | 12,49 | 94 | - | - | - | - | - | - | 11,78 | 90 | - | - | - | - | 12,08 | 91 |
| Robfett: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 4,01 | 100 | 3,83 | 100 | 3,76 | 100 | 3,78 | 100 | 3,99 | 100 | 3,83 | 100 | 3,84 | 100 | 3,85 | 100 | 3,71 | 100 |
| b | 2,69 | 67 | 3,03 | 79 | 2,97 | 79 | 3,00 | 79 | 2,96 | 74 | 2,99 | 78 | 2,89 | 75 | 2,94 | 82 | 2,93 | 79 |
| c | 2,79 | 70 | 2,54 | 66 | - | - | - | - | - | - | 2,64 | 69 | - | - | - | - | 2,56 | 69 |
| W-freie Extraktstoffe: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 44,50 | 100 | 45,32 | 100 | 44,97 | 100 | 49,29 | 100 | 48,51 | 100 | 47,74 | 100 | 47,99 | 100 | 45,70 | 100 | 46,70 | 100 |
| b | 45,15 | 102 | 45,42 | 100 | 46,56 | 104 | 49,92 | 101 | 49,52 | 102 | 48,77 | 102 | 51,39 | 107 | 48,96 | 107 | 49,95 | 107 |
| c | 45,93 | 104 | 46,77 | 103 | - | - | - | - | - | - | 49,54 | 104 | - | - | - | - | 49,77 | 107 |
| Robfaser: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 27,78 | 100 | 29,09 | 100 | 28,79 | 100 | 25,54 | 100 | 25,54 | 100 | 26,61 | 100 | 26,16 | 100 | 27,74 | 100 | 27,05 | 100 |
| b | 31,54 | 114 | 29,48 | 101 | 29,17 | 101 | 27,32 | 107 | 27,20 | 106 | 27,90 | 105 | 26,52 | 101 | 27,83 | 100 | 27,28 | 100 |
| c | 30,74 | 111 | 30,20 | 104 | - | - | - | - | - | - | 27,91 | 105 | - | - | - | - | 27,56 | 102 |
| Robasche: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 9,80 | 100 | 8,51 | 100 | 8,97 | 100 | 8,64 | 100 | 8,69 | 100 | 8,71 | 100 | 9,34 | 100 | 9,14 | 100 | 9,21 | 100 |
| b | 8,57 | 87 | 9,32 | 110 | 8,54 | 95 | 7,72 | 89 | 8,30 | 96 | 8,08 | 93 | 7,47 | 80 | 8,18 | 89 | 7,91 | 86 |
| c | 8,23 | 84 | 8,00 | 94 | - | - | - | - | - | - | 8,14 | 93 | - | - | - | - | 8,03 | 87 |
| Werd. Eiweiß: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 9,26 | 100 | 8,61 | 100 | - | - | - | - | - | - | 8,52 | 100 | - | - | - | - | 8,65 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 8,00 | 86 | 8,12 | 94 | - | - | - | - | - | - | 7,67 | 90 | - | - | - | - | 7,86 | 91 |
| Stärkeinhalten: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | 47,11 | 100 | 47,38 | 100 | - | - | - | - | - | - | 48,56 | 100 | - | - | - | - | 47,94 | 100 |
| b | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| c | 40,18 | 85 | 40,65 | 86 | - | - | - | - | - | - | 41,76 | 86 | - | - | - | - | 41,98 | 88 |

| Laden Einlagern Wagenart | Arbeits- kosten | Zug- kraft- kost. | Masch. Kost. | S t r o m | | Gebäude- kosten | Kosten der Be- lüftungs- anlage | Silo- zu- satz | Kosten d.Han- dels- dünger | Frucht- spezi- fische Kosten insg. | Gesamt- verluste | Nettoer- trag dz/ha Trock.Masse (2 Schnitte) | Fruchtspe- zifische Kosten DM/dz Trock.Masse |
|----------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------|--------------------|------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| | | | | Masch. Antrieb | Belüf- tung | | | | | | | | |
| | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | DM/ha | % | | |
| <u>G r a s s i l i e r u n g</u> | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Trommelfeldhäcksler | 70 | 47 | 94 | 5 | - | 107 | - | 48 | 130 | 501 | 10 | 61,92 | 8,09 |
| Wurfgebläse | 70 | 47 | 94 | 5 | - | 107 | - | 48 | 130 | 501 | 15 | 58,48 | 8,57 |
| Abziehwagen | 70 | 47 | 94 | 5 | - | 107 | - | 48 | 130 | 501 | 20 | 55,04 | 9,10 |
| | 70 | 47 | 94 | 5 | - | 107 | - | 48 | 130 | 501 | 25 | 51,60 | 9,71 |
| 2. Scheibenradfeldhäcksler | 63 | 42 | 99 | 4 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 10 | 61,92 | 7,85 |
| Wurfgebläse | 63 | 42 | 99 | 4 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 15 | 58,48 | 8,31 |
| Abziehwagen | 63 | 42 | 99 | 4 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 20 | 55,04 | 8,83 |
| | 63 | 42 | 99 | 4 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 25 | 51,60 | 9,42 |
| 3. Scheibenradfeldhäcksler | 58 | 48 | 91 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 477 | 10 | 61,92 | 7,70 |
| Wurfgebläse | 58 | 48 | 91 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 477 | 15 | 58,48 | 8,16 |
| Selbstentladewagen | 58 | 48 | 91 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 477 | 20 | 55,04 | 8,67 |
| | 58 | 48 | 91 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 477 | 25 | 51,60 | 9,24 |
| 4. Scheibenradfeldhäcksler | 64 | 42 | 100 | 3 | - | 100 | - | 48 | 130 | 487 | 10 | 61,92 | 7,86 |
| Schneidgebläse ohne Messer | 64 | 42 | 100 | 3 | - | 100 | - | 48 | 130 | 487 | 15 | 58,48 | 8,33 |
| Abziehwagen | 64 | 42 | 100 | 3 | - | 100 | - | 48 | 130 | 487 | 20 | 55,04 | 8,85 |
| | | 42 | 100 | 3 | - | 100 | - | 48 | 130 | 487 | 25 | 51,60 | 9,44 |
| 5. Scheibenradfeldhäcksler | 61 | 50 | 95 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 10 | 61,92 | 7,85 |
| Schneidgebläse ohne Messer | 61 | 50 | 95 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 15 | 58,48 | 8,31 |
| Selbstentladewagen | 61 | 50 | 95 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 20 | 55,04 | 8,83 |
| | 61 | 50 | 95 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 25 | 51,60 | 9,42 |

Teil 2

| | 61 | 50 | 95 | 2 | - | 100 | - | 48 | 130 | 486 | 25 | 51,60 | 9,42 |
|------------------------------|----|----|-----|---|----|-----|----|----|-----|-----|----|-------|-------|
| <u>Heubelüftung</u> | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Trommelfeldhäcksler | 64 | 55 | 99 | 5 | 42 | 134 | 38 | - | 130 | 567 | 14 | 59,17 | 9,58 |
| Wurfgebläse | 64 | 55 | 99 | 5 | 47 | 134 | 38 | - | 130 | 572 | 19 | 55,73 | 10,26 |
| Abziehwagen | 64 | 55 | 99 | 5 | 52 | 134 | 38 | - | 130 | 577 | 24 | 52,29 | 11,03 |
| | 64 | 55 | 99 | 5 | 57 | 134 | 38 | - | 130 | 582 | 29 | 48,85 | 11,91 |
| 2. Scheibenradfeldhäcksler | 57 | 47 | 103 | 3 | 42 | 126 | 35 | - | 130 | 543 | 14 | 59,17 | 9,18 |
| Wurfgebläse | 57 | 47 | 103 | 3 | 47 | 126 | 35 | - | 130 | 548 | 19 | 55,73 | 9,83 |
| Abziehwagen | 57 | 47 | 103 | 3 | 52 | 126 | 35 | - | 130 | 553 | 24 | 52,29 | 10,58 |
| | 57 | 47 | 103 | 3 | 57 | 126 | 35 | - | 130 | 558 | 29 | 48,85 | 11,42 |
| 3. Scheibenradfeldhäcksler | 55 | 57 | 99 | 2 | 42 | 126 | 35 | - | 130 | 548 | 14 | 59,17 | 9,26 |
| Wurfgebläse | 57 | 57 | 99 | 2 | 47 | 126 | 35 | - | 130 | 553 | 19 | 55,73 | 9,92 |
| Selbstentladewagen | 57 | 57 | 99 | 2 | 52 | 126 | 35 | - | 130 | 558 | 24 | 52,29 | 10,67 |
| | 57 | 57 | 99 | 2 | 57 | 126 | 35 | - | 130 | 563 | 29 | 48,85 | 11,53 |
| 4. Scheibenradfeldhäcksler | 58 | 47 | 101 | 1 | 42 | 126 | 35 | - | 130 | 540 | 14 | 59,17 | 9,13 |
| Heuerteiler | 58 | 47 | 101 | 1 | 47 | 126 | 35 | - | 130 | 545 | 19 | 55,73 | 9,78 |
| Abziehwagen | 58 | 47 | 101 | 1 | 52 | 126 | 35 | - | 130 | 550 | 24 | 52,29 | 10,52 |
| | 58 | 47 | 101 | 1 | 57 | 126 | 35 | - | 130 | 555 | 29 | 48,85 | 11,36 |
| 5. Trommelfeldhäcksler | 70 | 55 | 98 | 3 | 42 | 134 | 38 | - | 130 | 570 | 14 | 59,17 | 9,63 |
| Schneidgebläse ohne Messer | 70 | 55 | 98 | 3 | 47 | 134 | 38 | - | 130 | 575 | 19 | 55,73 | 10,32 |
| Abziehwagen | 70 | 55 | 98 | 3 | 52 | 134 | 38 | - | 130 | 580 | 24 | 52,29 | 11,09 |
| | 70 | 55 | 98 | 3 | 57 | 134 | 38 | - | 130 | 585 | 29 | 48,85 | 11,98 |
| 6. Frontlader | 67 | 43 | 66 | 3 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 544 | 10 | 61,92 | 8,79 |
| Schneidgebläse mit Messer | 67 | 43 | 66 | 3 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 549 | 15 | 58,48 | 9,39 |
| Wagen mit Stangenaufbau | 67 | 43 | 66 | 3 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 554 | 20 | 55,04 | 10,01 |
| | 67 | 43 | 66 | 3 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 560 | 25 | 51,60 | 10,86 |
| 7. Seitenfuderlader | 65 | 35 | 70 | 3 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 538 | 10 | 61,92 | 8,69 |
| Schneidgebläse mit Messer | 65 | 35 | 70 | 3 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 543 | 15 | 58,48 | 9,29 |
| Wagen mit Rundumladegatter | 65 | 35 | 70 | 3 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 548 | 20 | 55,04 | 9,96 |
| | 65 | 35 | 70 | 3 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 554 | 25 | 51,60 | 10,74 |
| 8. Seitenfuderlader | 75 | 35 | 69 | 3 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 547 | 10 | 61,92 | 8,83 |
| Schneidgebläse mit Messer | 75 | 35 | 69 | 3 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 552 | 15 | 58,48 | 9,44 |
| Wagen mit Rundumladegatter | 75 | 35 | 69 | 3 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 557 | 20 | 55,04 | 10,12 |
| | 75 | 35 | 69 | 3 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 563 | 25 | 51,60 | 10,91 |
| 9. Kopffuderlader | 76 | 38 | 69 | 3 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 551 | 10 | 61,92 | 8,90 |
| Schneidgebläse mit Messer | 76 | 38 | 69 | 3 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 556 | 15 | 58,48 | 9,51 |
| Normaler Erntewagen | 76 | 38 | 69 | 3 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 561 | 20 | 55,04 | 10,19 |
| | 76 | 38 | 69 | 3 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 567 | 25 | 51,60 | 10,99 |
| 10. Frontlader | 58 | 43 | 56 | 1 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 523 | 10 | 61,92 | 8,45 |
| Heuzange | 58 | 43 | 56 | 1 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 528 | 15 | 58,48 | 9,03 |
| Wagen mit Stangenaufbau | 58 | 43 | 56 | 1 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 533 | 20 | 55,04 | 9,68 |
| | 58 | 43 | 56 | 1 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 539 | 25 | 51,60 | 10,45 |
| 11. Seitenfuderlader | 56 | 35 | 61 | 1 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 518 | 10 | 61,92 | 8,37 |
| Heuzange | 56 | 35 | 61 | 1 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 523 | 15 | 58,48 | 8,94 |
| Wagen mit Rundumladegatter | 56 | 35 | 61 | 1 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 528 | 20 | 55,04 | 9,59 |
| | 56 | 35 | 61 | 1 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 534 | 25 | 51,60 | 10,35 |
| 12. Seitenfuderlader | 67 | 35 | 60 | 1 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 528 | 10 | 61,92 | 8,53 |
| Heuzange | 67 | 35 | 60 | 1 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 533 | 15 | 58,48 | 9,11 |
| Wagen ohne Rundumladegatter | 67 | 35 | 60 | 1 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 538 | 20 | 55,04 | 9,77 |
| | 67 | 35 | 60 | 1 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 544 | 25 | 51,60 | 10,54 |
| 13. Kopffuderlader | 68 | 38 | 60 | 1 | 44 | 149 | 42 | - | 130 | 532 | 10 | 61,92 | 8,59 |
| Heuzange | 68 | 38 | 60 | 1 | 49 | 149 | 42 | - | 130 | 537 | 15 | 58,48 | 9,18 |
| Normaler Erntewagen | 68 | 38 | 60 | 1 | 54 | 149 | 42 | - | 130 | 542 | 20 | 55,04 | 9,85 |
| | 68 | 38 | 60 | 1 | 60 | 149 | 42 | - | 130 | 548 | 25 | 51,60 | 10,62 |
| 14. Hochdruckpresse | 67 | 37 | 82 | 1 | 44 | 126 | 35 | - | 130 | 522 | 10 | 61,92 | 8,43 |
| Heuzange | 67 | 37 | 82 | 1 | 49 | 126 | 35 | - | 130 | 527 | 15 | 58,48 | 9,01 |
| Normaler Erntewagen | 67 | 37 | 82 | 1 | 54 | 126 | 35 | - | 130 | 532 | 20 | 55,04 | 9,67 |
| | 67 | 37 | 82 | 1 | 60 | 126 | 35 | - | 130 | 538 | 25 | 51,60 | 10,43 |
| 15. Hochdruckpresse | 59 | 37 | 86 | 1 | 44 | 126 | 35 | - | 130 | 518 | 10 | 61,92 | 8,37 |
| Höhenförderer | 59 | 37 | 86 | 1 | 49 | 126 | 35 | - | 130 | 523 | 15 | 58,48 | 8,94 |
| Normaler Erntewagen | 59 | 37 | 86 | 1 | 54 | 126 | 35 | - | 130 | 528 | 20 | 55,04 | 9,59 |
| | 59 | 37 | 86 | 1 | 60 | 126 | 35 | - | 130 | 534 | 25 | 51,60 | 10,35 |
| 16. Hochdruckpresse | 55 | 36 | 88 | 1 | 44 | 126 | 35 | - | 130 | 515 | 10 | 61,92 | 8,32 |
| Flurförderer-Höhenförderer | 55 | 36 | 88 | 1 | 49 | 126 | 35 | - | 130 | 520 | 15 | 58,48 | 8,89 |
| Normaler Erntewagen | 55 | 36 | 88 | 1 | 54 | 126 | 35 | - | 130 | 525 | 20 | 55,04 | 9,54 |
| | 55 | 36 | 88 | 1 | 60 | 126 | 35 | - | 130 | 531 | 25 | 51,60 | 10,29 |
| 17. Hochdruckpresse | 61 | 38 | 94 | 1 | 44 | 126 | 35 | - | 130 | 529 | 10 | 61,92 | 8,54 |
| Flurförderer - Höhenförderer | 61 | 38 | 94 | 1 | 49 | 126 | 35 | - | 130 | 534 | 15 | 58,48 | 9,13 |
| Abziehwagen mit Aufbau | 61 | 38 | 94 | 1 | 54 | 126 | 35 | - | 130 | 539 | 20 | 55,04 | 9,79 |
| | 61 | 38 | 94 | 1 | 60 | 126 | 35 | - | 130 | 545 | 25 | 51,60 | 10,56 |
| 18. Hochdruckpresse | 56 | 36 | 91 | 1 | 44 | 126 | 35 | - | 130 | 519 | 10 | 61,92 | 8,38 |
| Flurförderer - Höhenförderer | 56 | 36 | 91 | 1 | 49 | 126 | 35 | - | 130 | 524 | 15 | 58,48 | 8,96 |
| Abziehwagen ohne Aufbau | 56 | 36 | 91 | 1 | 54 | 126 | 35 | - | 130 | 529 | 20 | 55,04 | 9,61 |
| | 56 | 36 | 91 | 1 | 60 | 126 | 35 | - | 130 | 535 | 25 | 51,60 | 10,37 |

Bodentrocknung

Teil 3

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|----|-----|---|---|-----|---|---|-----|-----|----|-------|-------|
| 1. Von Hand | 92 | 40 | 51 | - | - | 147 | - | - | 130 | 460 | 20 | 55,04 | 8,36 |
| Von Hand (erdlastig) | 92 | 43 | 54 | - | - | 147 | - | - | 130 | 466 | 25 | 51,60 | 9,03 |
| Normaler Erntewagen | 101 | 52 | 68 | - | - | 147 | - | - | 130 | 498 | 30 | 48,16 | 10,34 |
| | 101 | 55 | 72 | - | - | 147 | - | - | 130 | 505 | 35 | 44,72 | 11,29 |
| | 110 | 65 | 86 | - | - | 147 | - | - | 130 | 533 | 40 | 41,28 | 13,03 |
| 2. Heckfuderlader | 86 | 45 | 61 | - | - | 147 | - | - | 130 | 439 | 20 | 55,04 | 8,52 |
| Von Hand (erdlastig) | 87 | 47 | 67 | - | - | 147 | - | - | 130 | 433 | 25 | 51,60 | 9,26 |
| Normaler Erntewagen | 95 | 56 | 78 | - | - | 147 | - | - | 130 | 505 | 30 | 48,16 | 10,51 |
| | 96 | 58 | 82 | - | - | 147 | - | - | 130 | 533 | 35 | 44,72 | 11,47 |
| | 105 | 68 | 96 | - | - | 147 | - | - | 130 | 561 | 40 | 41,28 | 13,23 |
| 3. Kopffuderlader | 72 | 45 | 80 | 1 | - | 147 | - | - | 130 | 475 | 20 | 55,04 | 8,63 |
| Höhenförderer | 74 | 47 | 83 | 1 | - | 147 | - | - | 130 | 482 | 25 | 51,60 | 9,34 |
| Normaler Erntewagen | 83 | 56 | 96 | 1 | - | 147 | - | - | 130 | 513 | 30 | 48,16 | 10,65 |
| | 85 | 58 | 99 | 1 | - | 147 | - | - | 130 | 522 | 35 | 44,72 | 11,67 |
| | 95 | 68 | 113 | 1 | - | 147 | - | - | 130 | 554 | 40 | 41,28 | 13,42 |
| 4. Hochdruckpresse | 63 | 44 | 86 | - | - | 130 | - | - | 130 | 426 | 20 | 55,04 | 7,74 |
| Von Hand (erdlastig) | 65 | 46 | 90 | - | - | 130 | - | - | 130 | 461 | 25 | 51,60 | 8,93 |
| Normaler Erntewagen | 75 | 55 | 104 | - | - | 130 | - | - | 130 | 494 | 30 | 48,16 | 10,26 |
| | 77 | 58 | 107 | - | - | 130 | - | - | 130 | 502 | 35 | 44,72 | 11,23 |
| | 88 | 67 | 122 | - | - | 130 | - | - | 130 | 537 | 40 | 41,28 | 13,01 |