ALB SCHRIFTENREIHE
HEFT 26 /1965

TECHNIK – GEBÄUDE ARBEITSWIRTSCHAFT

BEI DER PLANUNG VON MILCHVIEHSTÄLLEN

ARBEITS IRTSCHAFT TECHNIK UND GEBÄUDE BEI DER PLANUNG NEUER STALLFORMEN FÜR MILCHVIEH

DARGESTELLT AM BEISPIEL STROHSPARENDER BOXENLAUFSTÄLLE

VON PRIVATD0ZENT DR. AGR. H. EieHH0RN
INSTITUT FüR LANDTECHNIK DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE MüNCHEN IN FREISING-WEIHENSTEPHAN 0BB.

ALB-SCHRIFTENREIHE HEFT 26/1965

Herausgegeben von der
ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDWIRTSCHAFTLICHES BAUWESEN E.V.
ALB - Frankfurt-Main - Rüsterstraße 13

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise
nur mit Genehmigung der ALB - Frankfurt-Main.

Zu beziehen durch die ALB - Frankfurt-Main

Grafische Gestaltung und Layout H. Weidemann - Neu-Isenburg
Druck und Klischees: Carl Schünemann Bremen

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung 11

Tell I

Verfahrensabhängige Kosten der Milchviehhaltung als ökonomisches Kriterium zur **Stallplanung** . . . 17

1. Begriffsbestimmung und Methode . 17
   a) Unmittelbare Kosten . 18
   b) Vor- und/oder Folgekosten . 18
   c) Gebäudekosten . 19
      c1) Ermittlung der cbm-Preise und cbm-Kosten . 19
      c2) Ermittlung der verfahrensabhängigen Gebäudekosten . 20
2. Kosten des Arbeitsganges Melken . 21
3. Kosten des Arbeitsganges Entmisten . 27
4. Kosten des Arbeitsganges Einstreuen . 31
5. Kosten des Arbeitsganges Füttern . 38
6. Kombination der Kostenelemente zur Feststellung zweckmäßiger Stallhaltungsformen für Milchvieh 45

Teil 11

Entwicklung und Erprobung strohsparender Boxenlaufställe . 51

A. Übersicht über die bisherige Entwicklung im In- und Ausland . 51

B. Konstruktionselemente und Arbeitsverfahren in Boxenlaufställen mit planbefestigtem Freßplatz . 57
   1. Anordnungen und Abmessungen von Liegeboxen . 57
   2. Dungbeseitigung . 60
   3. Melken . 60
   4. Stallanlage 60

C. Boxenlaufställe mit Spaltenbodenlauffläche und Unterflurentmistung . 62
   1. Ruheboxe . 63
   2. Spaltenbodenlauffläche . 72
   3. Freßplatz . 74
   4. Dungbeseitigung unter dem Spaltenboden . 74
      a) Halb- und vollmechanische Geräte . 75
      b) Flüssigmistbereitung . 81
   5. Melkverfahren und Melkstände . 84
      a) Melken im geschlossenen Stallraum . 85
         a1) Freßgitter und Absaugleitung . 85
         a2) Melkstand am Ende der Futterachse . 87
      b) Melkstände für einreihige Aufstallungen . 90
      c) Melkstände in Melkräumen . 92
      d) Melken im Laufstall mit getrennten Funktionsbereichen . 93
      e) Kennwerte von Melkständen für Boxenlaufställe . 96

6. Verhalten der Tiere . 97
7. Arbeitszeitbedarf 100
8. Wandlungsfähigkeit 101

D. Einbau von Boxenlaufställen in alte und neue Wirtschaftsgebäude . 107
1. Altgebäude . 107
a) Bestehende Ställe . 107
a1) Queraufstallung . 108
a2) Längsaufstallung . 108
a3) Gewölbeställe . 109
2. Einfügung von Boxenlaufställen in typisierte Siedlungsgehöfte . 109
a) Einreihige Aufstallung . 109
b) Zweireihige Aufstallung . 111
3. Typenunabhängige Boxenlaufstallformen . 114
a) Geschlossener zweireihiger Boxenlaufstall . 114
b) Ställe mit getrennten Funktionsbereichen . 116

Schlußbetrachtung und Ausblick . 119

Zusammenfassung 121

Literaturverzeichnis 123

VORWORT

Nachdem die Mechanisierung der Außenwirtschaft eine weitgehende Abrundung erhalten hat, stehen heute Bemühungen im Vordergrund, die modernen landtechnischen Arbeitsverfahren der Fe!dwirtschaft bis in die Hofgebäude und damit in den Bereich der Innenwirtschaft weiterzuführen. Ein solches Vorhaben ist folgerichtig, aber nicht immer einfach. Durch Austausch von Maschinen kann ein landtechnisches Arbeitsverfahren auf dem Feld leicht geändert werden, dagegen wirken neue Verfahren der Innenwirtschaft stets mehr oder weniger stark auf die Funktion der landwirtschaftlichen Gebäude oder werden von ihnen beeinflußt. Sie legen den Arbeitsablauf oft für viele Jahre in einer bestimmten Richtung fest. Landtechnische Überlegungen müssen sich daher sehr sorgfältig mit den Fragen der baulichen Gestaltung befassen.

Die Arbeiten des Instituts und der Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan konzentrieren sich seit Jahren auf die Mechanisierung der Futterernte und der Fütterung. Durch die enge Verbindung mit der Viehhaltung ergeben sich daraus zwangsläufig einschneidende Wechselbeziehungen zwischen der neuen Feldtechnik und den landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden. Besonders zu beachten ist dieses gegenseitige Abhängigkeitsverhältnis bei der Ermittlung kostengünstiger Stallösungen in den bäuerlichen Veredelungsbetrieben, die eine betriebliche Schwerpunktbildung durch Erweiterung ihres Viehbestandes erreichen wollen.

Mit vorliegender Schrift wird ein erstes Ergebnis über diese Zusammenhänge vorgelegt. In den angestellten Untersuchungen wird versucht, funktionsgerechte, aus dem Betriebsablauf sich ergebende Aufstallungsformen für Milchvieh zu finden und damit für den mehr betriebswirtschaftlieh orientierten Planer - neben den wichtigsten bautechnischen Gesichtspunkten - vor allem die Einordnung des Gebäudes in arbeitswirtschaftliche und kostenmäßige Beziehungen in den Vordergrund zu stellen. Darüber hinaus wird über praxisnahe Vorschläge berichtet, die sich durch laufende Beschäftigung in Einzelfällen herausgebildet haben.

Die Ausführungen bringen aber auch zum Ausdruck, welche Bedeutung die Entwicklung der funktionellen Seite des landwirtschaftlichen Bauwesens zum akademisch-wissenschaftlichen Fachgebiet besitzt. Bei den hohen Ausgaben für das landwirtschaftliche Bauen in der Bundesrepublik Deutschland von rund 2 Milliarden DM jährlich scheint die Erarbeitung einer solchen Funktionslehre des landwirtschaftlichen Bauwesens besonders aktuell.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. W. G. Brenner

EINLEITUNG

In der Landwirtschaft der Bundesrepublik, aber auch in strukturell vergleichbaren Ländern Europas, verlagert sich der Schwerpunkt der landwirtschaftlich-technischen Bemühungen in zunehmendem Maße von der Außen- auf die Innenwirtschaft. Durch die fortgeschrittene Mechanisierung findet heute in der Außenwirtschaft von Mittel- und Großbetrieben kaum noch ein Verfahren für die Arbeitserledigung wie vor 20 Jahren Verwendung. Das Getreide wird überwiegend mit Mähdreschern geerntet, Zuckerrüben und Kartoffeln mit Vollerntern. In der Futterernte führen sich Feldhäcksler ein, gefolgt vom Ladewagen und Frontlader. Die Veredelungsproduktion wird dagegen meist noch unter arbeitswirtschaftlich und bautechnisch überholten Bedingungen betrieben. Wendet man sich nun verstärkt der Innenwirtschaft zu, so bedeutet das häufig nichts anderes, als neue bewährte Feldarbeitsketten bis auf den Hof weiterzuführen. Das ist folgerichtig und wünschenswert, aber auch folgenschwer, denn damit beginnen einschneidende Wechselwirkungen zwischen der neuen Feldtechnik und den Betriebsgebäuden.

Landwirtschaftliche Gebäude dienen hauptsächlich der Unterbringung von Vieh sowie als Konservierungs- und Lagerräume von Futter und Einstreu. In ihnen werden außerdem die Maschinen hintersteilt und gepflegt. Gebäude sind langlebige Wirtschaftsgüter. In der überlieferten Bauweise können Umstellungen auf neue Produktionsverfahren nicht so rasch wie bei der Feldtechnik erfolgen und nehmen lange Zeiträume in Anspruch. Für die moderne Baugestaltung sind daher veränderungsfähige Betriebsgebäude notwendig. Rückwirkungen der Feldtechnik auf die landwirtschaftlichen Bauten können unterschiedlicher Art sein. Ob das Getreide mit dem Mähdrescher oder einem anderen Arbeitsverfahren geerntet wird, ist für die Form eines Wirtschaftsgebäudes zunächst von untergeordneter Bedeutung. Das Mähdruschgetreide als Korn beeinflußt - von einigen Trocknungseinrichtungen und Zwischenlagerstätten abgesehen - die Hofanlage nicht grundsätzlich. Auch die Zuckerrübe umgeht den Hof. Für die Einlagerung der Kartoffeln hat man gelernt, Kartoffellagerhäuser zu bauen. Aber schon bei der Strohbergung wirkt sich die Feldtechnik auf Gebäudeform und innerwirtschaftlichen Verkehr aus. Es ist entscheidend für Volumen und Gestalt der Bergeräume, ob das Stroh z. B. in Ballen oder als Häcksel auf den Hof kommt, ob vorhandene Aufstallungen viel oder wenig Stroh verbrauchen.

Am meisten aber beeinflussen die landtechnischen Verfahren der Futterernte und der Fütterung Innenwirtschaft und Gebäude. Eine starke Heufütterung wird ein größeres und eine ausgedehnte Silagebereitung ein kleineres Wirtschaftsgebäude mit größeren Silos verlangen. Durch die moderne Siliertechnik werden zum Teil die Lagerräume über den Ställen frei, da sich das Gärfutter in Behältern außerhalb des Gebäudes befindet. Wechselwirkungen entstehen auch durch die Aufbereitungsform, ob Futter als Häckselgut mit dem Feldhäcksler oder als Langgut mit Ladewagen bzw. Frontlader geerntet wird. Beispielsweise ist für Langgut der Greifer besonders geeignet, er verlangt aber spitzgiebelige Dächer mit guter Balkenkonstruktion (13). Dagegen kann Häckselgut mit Gebläsen fast in jeder Gebäudeform untergebracht werden. Wieder anders sind die Forderungen für die Frontlader-Futterernte, wo aus technischen Gründen flache, ebenerdige Gebäude wünschenswert sind (84). So ist die Außenwirtschaft gerade bei der Futterernte mit den Gebäudeformen aufs engste verzahnt und beeinflußt nachhaltig die Planung von Stall- und Lagerräumen. Da aber die modernen Futterernteverfahren noch nicht im gleichen Maße technisch ausgereift sind wie andere Feldverfahren, läßt sich ganz allgemein eine gewisse Unsicherheit in der zweckmäßigen Gestaltung der Innenwirtschaft feststellen. Es ist deshalb verständlich, wenn sehr viel experimentiert wird und oft gegensätzliche Lösungen vorgeschlagen werden.

Historisch gesehen, hat die Arbeitstechnik schon immer einen bestimmenden Einfluß auf die Stallbauformen ausgeübt. Der gegenwärtig noch vorherrschende Anbindestall mit

darüberliegenden Lagerräumen ist arbeitsaufwendig. Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität ist bei dieser Stallform vor allem bei der Milchviehhaltung nur in geringem Umfang möglich. Im Laufe der letzten 15 Jahre wurde er daher in einer Reihe größerer Betriebe durch den Laufstall mit Melkstand ersetzt. Damit konnte das tägliche Entmisten entfallen und die Produktivität des Melkers durch Erleichterung aller Stalltransporte, einschließlich der Zentralisierung des Melkens, verbessert werden. Bisherige Laufställe verbrauchen aber 10-15 kg Stroh je Kuh und Tag und verursachen zusammen mit der Reinigung von Laufflächen schließlich wieder einen hohen Arbeitsbedarf.

Daher steht neuerdings der strohsparende Boxenlaufstall im Vordergrund des Interesses. Man will damit die Vorteile des Anbindestalles - gute Raumnutzung, weniger Einstreu - mit den Vorzügen des Laufstalles - geringerer Zeitbedarf für Melken, Füttern und Entmisten - vereinen. Arbeitswirtschaftlich liegt dabei der größte Vorteil in der einstreuarmen Aufstallung, die eine bedeutende Verkürzung der Stroh-Stallmist-Kette ermöglicht. Das erfordert ein Umdenken und völlig neue Auffassungen in mancherlei Richtungen. Vor wenigen Jahren hätte ein strohsparender oder strohloser Stall noch nicht empfohlen werden können, denn abgesehen von den noch fehlenden baulichen Lösungen galt der Stallmist als die wichtigste Grundlage für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Erst mit den Erkenntnissen der Humusforschung und der Bodenchemie gelang es, Wege aufzuzeigen, wie sich das Stroh ohne Umweg über den Stall auf dem Acker verwerten läßt. Die rasche Verbreitung des Mähdreschers brachte die Anwendung des Stroheinschnittes auf breiter Basis. Dieses Ernteverfahren schließt die Möglichkeit einer mechanisierten Strohernte ein, das Stroh kann aber ebensogut in geschnittener Form gleichmäßig über das Feld verteilt werden. So haben Änderungen in der Feldwirtschaft grundsätzlich neue Voraussetzungen für stroh- und damit arbeitsparende Aufstallungsformen in der Innenwirtschaft geschaffen.

An diesen wenigen Beispielen ist zu erkennen, daß die Gebäude und die Technik in der Innenwirtschaft die ihnen zugedachten Aufgaben nur erfüllen können, wenn die verschiedenen bautechnischen und maschinentechnischen Lösungen gemeinsam betrachtet werden. Es wird sich daher die Auffassung durchsetzen müssen, daß neue und von der Kostenseite her vertretbare Produktionsstätten für die tierische Veredelung nur entstehen können, wenn eine klare betriebswirtschaftliche, in den landtechnischen Verfahren wurzelnde Grundkonzeption vorliegt. Davon ausgehend muß versucht werden, alle Fragen der Betriebstechnik und der Raumgestaltung zusammen mit dem Betriebs- und Arbeitswirtschaftler, dem Landtechniker und dem Architekten zu klären.

Die vorliegende Arbeit greift aus dem außerordentlich umfangreichen Gebiet einen wesentlichen, aber auch besonders schwierigen Teil heraus: "Arbeitsparende AUfstallungsformen für Milchvieh". Diesen Ausführungen ist eine kostenanalytische Betrachtung der Milchviehhaltung als theoretische Grundlage vorangestellt.

Gegenstand der Untersuchung ist der Vergleich einzelner verfahrensabhängiger Arbeitsgänge. Sie bestehen aus Melken, Entmisten, Einstreuen und Füttern. Bezogen auf unterschiedliche Bestandsgrößen und Aufstallungsarten werden die besten Verfahren eines Arbeitsganges ermittelt. Mit den daraus abgeleiteten Werten wird versucht, durch vernünftige Kombinationen für die wichtigsten Stallformen vorteilhafte Gesamtverfahren zu entwickeln. Sie stellen Voraussetzungen und Hilfsmittel dar, um erweiterte Erkenntnisse über arbeitsparende Milchviehställe zu gewinnen. Die daran anschließenden Darlegungen beschränken sich darauf, von der Kostenseite her brauchbare Grundlagen für günstige Arbeitsverfahren in Laufställen mit Liegeboxen zu liefern.

Davon ausgehend, beschäftigt sich der zweite Teil mit der Entwicklung und Erprobung von Boxenlaufställen. Der Behandlung dieser neuartigen Ställe ist ein entsprechender Raum gewidmet. In diesem Zusammenhang wird über eigene experimentelle Versuche berichtet.

TEIL I VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN DER MILCHVIEHHALTUNG ALS ÖKONOMISCHES KRITERIUM ZUR STALLPLANUNG

Die Rentabilität der Nutzviehhaltung wird heute entscheidend von den jeweiligen Verfahren der Arbeitserledigung in den betriebsgegebenen Raumbereichen beeinflußt. Voraussetzung für optimale Produktionsstätten bildet die ökonomisch sinnvolle Anlage des Gebäudekapitals, das in der baulichen Lösung gute Arbeitsplatzgestaltung einschließen kann, ohne dafür erhöhte Aufwendungen zu verursachen (SCHUERHOLZ 76, S. 82). Das gilt hauptsächlich für die arbeitsintensive Milcherzeugung, die in Zukunft nur bei entsprechend geringen Arbeits- und Gebäudekosten interessant sein wird.
Bisherige Stall-Haltungsformen des Milchviehs weisen sowohl Vorzüge als Nachteile auf. Funktionell schlecht angelegte Anbindeställe verursachen einen hohen Arbeitsaufwand, der nicht durch Kapitaleinsatz im vertretbaren Bereich verringert werden kann und somit das Arbeitseinkommen, insbesondere von Spezialarbeitskräften, beschränkt (RIEBE, 62). Der Anbindestall ist beispielsweise für die Mechanisierung der Entmistung gut geeignet, nicht so der Laufstall, dessen übliche Form keine Mistachsen zuläßt. Um das tägliche Säubern zu umgehen, wird dieser Mangel mit höheren Einstreumengen ausgeglichen. Dagegen ermöglicht das freie Laufenlassen größerer Herden, die arbeitswirtschaftlichen Vorteile des zentralen Melkens im Melkstand zu nutzen. Es besitzt gleichzeitig den Vorzug, daß die Tiere zum Futter gehen. .
Der gewählte Arbeitsablauf und die technischen Hilfsmittel können verschieden zusammengesetzt sein und verursachen somit auch unterschiedliche Kosten. Es fehlte bisher nicht an Versuchen, haltungsbeeinflussende Faktoren bei Kühen einer vergleichenden Bewertung zu unterziehen. Diese Arbeiten beschränken sich zumeist auf die Klärung des unterschiedlichen Arbeitszeitbedarfes wie sie vornehmlich von KREHER und Mitarbeiter (40) durchgeführt wurden - und getrennt davon auf die Feststellung technischer oder baulicher Einflüsse (79) (33) (3) (30) (47) (75). Eine Gesamtbeurteilung aller mit der Rindviehhaltung verbundenen Arbeiten und Einrichtungen war daher bisher nur unzureichend möglich. Gegenstand der folgenden Untersuchung ist eine Behandlung sämtlicher die Arbeitswirtschaft und Kosten beeinflussender Faktoren.

1. BEGRIFFSBESTIMMUNG UND METHODE

Da sich alle Arbeitsvorgänge in Kosten ausdrücken lassen, bilden diese für eine Bewertung die gegebene Bezugseinheit. Die vergleichenden Betrachtungen beziehen sich somit einheitlich auf Kostenelemente. Untersucht werden die Kosten der verschiedenen Arbeitsgänge für

MELKEN
ENTMISTEN
EINSTREUEN
FüTTERN

Diese Arbeitsgänge stellen die Hauptgruppen der Arbeitserledigung im Stall dar.
Unterteilt in Herdengrößen von 10, 20, 40 und 60 Kühen werden die Berechnungen auf die bekanntesten Stallformen bezogen. Diese sind für den Anbindestall:

MITTELLANGSTAND
KURZSTAND

und für den Laufstall:

EINRAUMLAUFSTALL
MEHRRAUMLAUFSTALL.

Die Kosten setzen sich aus Arbeits-, Maschinen- und aus Gebäudekosten zusammen, die einen großen Einfluß auf alle Verfahren in der Rindviehhaltung haben.
Aus diesen Erwägungen heraus wurde für die gesamten Kosten der Begriff "verfahrensabhängige Kosten" und nicht die Bezeichnung "Kosten der Arbeitserledigung" gewählt. Der Begriff "abhängig" wurde eingeführt, da zum objektiven Vergleich alle Kosten herangezogen werden müssen, die durch ein Verfahren entstehen können und auch mit dem einzelnen Verfahren im Zusammenhang stehen. Infolgedessen werden bei den verschiedenen Arbeitsgängen die für ein gewähltes Verfahren anfallenden Kosten sowohl der Arbeitserledigung als auch der Gebäudebenutzung und Gebäudeabnutzung erfaßt.
Als Beispiele von Stall-Arbeitsverfahren mögen hier nur genannt werden:

MELKEN MIT ABSAUGLEITUNG
MELKEN IM FISCHGRÄTENSTAND
oder: SELBSTFÜTTERUNG IM FAHRSILO
FUTTERENTNAHME MIT HAND - FÜTTERN IM GABELWURF
MECHANISCHE SILOENTLEERUNG -
MECHANISCHE FUTTERZUBRINGUNG usw.

Es zeigt sich, daß die einzelnen Arbeitsverfahren regelmäßig auch Rückwirkungen auf die Arbeitsvorgänge außerhalb des Stalles haben bzw. von diesen beeinflußt werden. Mechanisierungs- und Gebäudeaufwand für alle Haltungsarten werden dadurch nachhaltig bestimmt. Es wird daher eine weitere Unterteilung der obengenannten Kostenbereiche erforderlich. Das führt zu getrennten Begriffen der direkten oder unmittelbaren Kosten und zu den mittelbaren Vor- und/oder Folgekosten.
Sie werden wie folgt definiert:

a) UNMITTELBARE KOSTEN

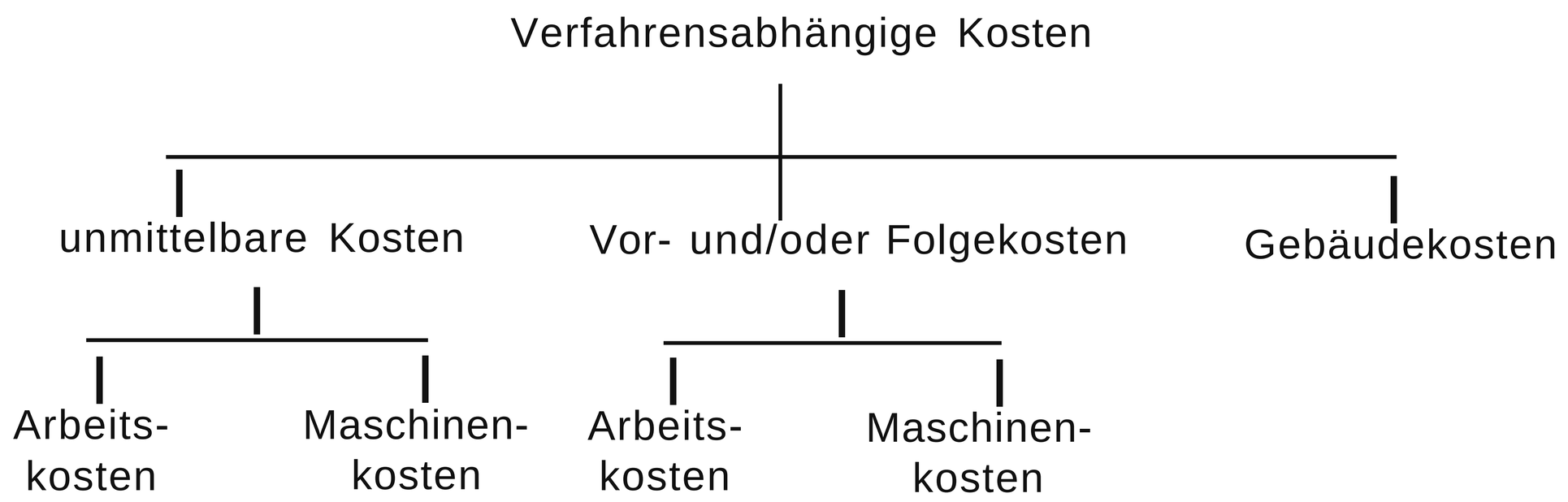
Unter diesem Begriff sind die Kosten der Arbeitserledigung beim Melken, Entmisten, Einstreuen und Füttern bei einem bestimmten Verfahren zu verstehen. Es werden damit nur die Kosten im Stall erfaßt.

b) VOR- UND/
ODER FOLGEKOSTEN

Die Arbeitsverfahren im Stall (z. B. Einstreuen und Einstreumenge) beeinflussen auch die Arbeitskosten auf dem Feld sowie die folgenden Arbeitsaufwendungen zur Einlagerung am Hof oder zur Entfernung des Dunges aus dem Stallraum. Diese Kosten sollen als Vor- und/oder Folgekosten bezeichnet werden und umfassen bei den vier Hauptarbeitsgängen folgende Verfahrensabläufe:

Melken:	keine
Entmisten:	Dungaufladen, Ausfahren, Streuen, Jaucheausbringen
Einstreuen:	Strohladen, Transportieren und Einlagern
Füttern:	Futterbergen, Transportieren, Einlagern

Damit ergibt sich eine Aufteilung der verfahrensabhängigen Kosten nach folgendem Schema:



Die Arbeitskosten wurden hauptsächlich nach den Arbeitszeitbedarfszahlen der KTL-Kalkulationsunterlagen (40) bewertet. Die Berechnungsmethode nach SCHAEFERT-KEHNERT (70) diente als Grundlage für die Ermittlung der Maschinen- und Gerätekosten (70). Soweit erforderlich, werden abweichende Unterstellungen bei der Besprechung der mit unterschiedlichen Arbeitshilfsmitteln ausgestatteten Verfahren angegeben. Entscheidend für die Auswahl der Verfahren war die Austauschbarkeit zwischen Anbinde- und Laufstall. Es versteht sich, daß neben der Handarbeitsstufe hierfür nur Beispiele moderner, bereits bewährter Verfahrenskombinationen benutzt werden.

c) GEBÄUDEKOSTEN

Während zur Ermittlung der Arbeits- und Maschinenkosten überwiegend auf vorhandene Daten und Aggregationen zurückgegriffen werden kann, erscheint es notwendig, für die Bestimmung der Gebäudebereiche eine verbesserte Berechnungsmethode in Anlehnung an die bekannten cbm- und qm-Methoden aufzustellen. Die übliche Einteilung der Gebäudekosten in die Kosten für Hüll- und Schutzfunktion und in die Kosten der Arbeitsfunktion kann wegen der schwierigen Abgrenzung nicht beibehalten werden. Deshalb wird versucht, die Gebäudekosten insgesamt zu erfassen und den einzelnen Arbeitsgängen, wie Melken, Einstreuen usw., "verfahrensabhängig" mit dem entsprechenden Raum- und Flächenbedarf zuzuteilen. Es werden daher zunächst die Kostenelemente für vier Stallhaltungsformen, denen ein bestimmtes Arbeitsverfahren als Ausgangsstufe zugeordnet ist, ermittert.
Zur Gebäudekostenberechnung standen bisher folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

Die cbm-Methode (BALTZER, 3); sie beruht auf der Annahme durchschnittlicher Kosten je cbm, die nach Art des Wirtschaftsgebäudes eine unterschiedliche Grundbewertung erhalten. Zum Beispiel werden Bergeräume geringer, Stallräume höher angesetzt. Dieses Verfahren ist nur für grobe Berechnungen brauchbar und eignet sich nicht für eine genaue Erfassung von Teilbereichen eines Funktionsraumes.

Die qm-Methode; Berechnung nach HIRSCH (30). Sie enthält erstmalig genaue Preise und Kosten aller raumumschließenden Bauteile, wobei kleinste Raumeinheiten mittels der qm-Berechnung erfaßt werden können. Mit diesem exakten Verfahren lassen sich Preisänderungen und -verschiebungen laufend korrigieren, wozu allerdings für Planungsübersichten umfangreiche Rechengänge erforderlich werden. Damit wird aber ein solches Rechenschema für allgemeine Kalkulationen zu ausführlich und erschwert den Vorgang, variable Einheiten für verfahrensbedingte Raumbereiche zu schaffen.
Deshalb wird für die folgenden Berechnungen eine Kombination dieser beiden bisher angewandten Verfahren entwickelt und eingesetzt. Soweit es sich um Raumeinheiten handelt, wird nach cbm-Preisen und -kosten gearbeitet.

c1) ERMITTLUNG DER cbm-PREISE UND cbm-KOSTEN

Die Gebäudeberechnung von Modellställen bei 10, 20, 40 und 60 Kühen mit unterschiedlicher Aufstallung erfolgt zunächst nach der qm-Methode. Eine weitere Aufgabe stellt die Umrechnung auf cbm-Preise bei verschiedenen Bestandsgrößen und AUfstallungen dar. Mit Hilfe der gewonnenen Daten wird schließlich die Bewertung der Gebäudeänderungen nach den differenzierten Kosten je cbm durchgeführt.
Für die genannten Aufstallungsarten werden im Detail sämtliche Preise und Kosten mit der verbesserten cbm-Methode festgestellt. Zugrunde gelegt wird der Preisstand von 1962, 3 % Zinsanspruch vom Neuwert und 30 Jahre Abschreibung. Vergleichende Berechnungen derverfahrensbedingten maximalen Gebäudeänderungen ergeben eine Schwankungsbreite von nur 2 %, so daß dieser Wert unberücksichtigt bleiben kann. Als Nutzungsdauer der Gebäude werden für Anbinde- und Laufstall einheitlich 30 Jahre unterstellt. Bei einem Leichtbau kann im Durchschnitt ohnedies nur mit einer dreißigjährigen Lebens-

dauer gerechnet werden. Ein Anbindestall, in Massivbauweise ausgeführt, erreicht zwar eine längere Lebensdauer, doch erfolgt innerhalb dieses Zeitraumes - durch die geringe Wandlungsfähigkeit bedingt - eine technische Überalterung.

Die gewählte Stallhöhe beträgt 2,50 m in Anbindeställen und 2,75-3,30 m im Laufstall. Alle anderen Abmessungen richten sich nach den üblichen Daten von Rinderanbinde- und Laufställen. (41, S. 15 und 66, S. 339.)

Die Leichtgutbergeräume werden in Anlehnung an HIRSCH (30) mit einem durchschnittlichen cbm-Preis von DM 13,20 veranschlagt. Die jährlichen Kosten für Abschreibung, Verzinsung und Reparatur belaufen sich bei einer Nutzung von 30 Jahren auf 7,3 % des Neuwertes, das entspricht einem cbm-Preis von DM 1,-.

Oie unterstellten Neubauwerte betragen für Hochsilos DM 60,-, für Flachsilos DM 45,- je cbm. Abschreibung, Verzinsung und Reparatur werden mit insgesamt 8 % angesetzt (63) (4). Daraus errechnen sich jährliche Kosten je cbm von DM 4,80 für den Hochsilo und DM 3,60 für den Flachsilo. Eine Kostenuntersc:leidung, hervorgerufen durch höhere Nährstoffverluste im Flachsilo, kann auf Grund verschiedener Literaturangaben (83, S. 35, und 2, S. 4) nicht exakt nachgewiesen werden und wird deshalb vernachlässigt.

Am Beispiel eines 120 qm großen Stapelplatzes erfolgt die Berechnung der qm-Kosten für die Düngerstätte. Für Jauche- und Güllegruben werden die cbm-Kosten an Hand einer 120 cbm großen Grube festgestellt.

Sonderräume, wie Melkhaus und Milchkammer, werden dem Vorgang Melken direkt zugeschlagen und nicht in die spezifischen Stallraumunterteilungen einbezogen. Der Laufstall erhält für jede Bestandsgröße eine gesonderte Gebäudeberechnung des zugeordneten Melkstandes mit umschließenden Bauteilen.

c2) ERMITTLUNG DER VERFAHRENSABHÄNGIGEN GEBÄUDEKOSTEN

Für die einzelnen Arbeitsgänge (Entmisten, Einstreuen usw.) werden anfallende Raum- und Flächeneinheiten in cbm bzw. qm ermittelt. Daraus erfolgt die Aufteilung in Raumabschnitte, in denen sich der jeweilige Arbeitsvorgang abspielt. Jede Aufstallung läßt sich in bestimmte Funktionsbereiche unterteilen unter Vernachlässigung gewisser Überschneidungen. Beispielsweise ist der Anbindestall in Kotgang, Kotplatte, Stand- und Liegeplatz, in Barren und Futtergang sowie Milchkammer zu gliedern. Beim Laufstall sind es Liegefläche, Freß- und Laufplatz zuzüglich Melkstand und Milchkammer. Somit lassen sich folgende Raum- und Flächenbereiche für die Arbeitsgänge einsetzen:

Melken	Anbindestall:	Milchkammer
	Laufstall:	Melkhaus mit Melkstand und Milchkammer
Entmisten	Anbindestall:	Kotgang, Kotplatte, Miststätte und Jauchegrube
	Laufstall:	½ Liegehalle (= Dungstätte) und Auslauf
Einstreuen	Anbindestall:	Liegeplatz und Strohlagerraum
	Laufstall:	½ Liegefläche und Strohlagerraum
Füttern		Barren, Futtergang, Futterlagerraum (Silobehälter).

Die Gebäudekosten werden bei dem jeweils niedrigsten Mechanisierungsgrad nach den bereits angegebenen cbm- bzw. qm-Kosten errechnet. Von dieser festgelegten Ausgangs-

stufe erfolgt dann bei den einzelnen Arbeitsverfahren der entsprechende Gebäudezu- oder -abschlag. Damit wird es möglich, jedem Verfahrensablauf die entsprechenden Gebäudeanteile zuzuteilen, so daß sämtliche Kosten als Gesamtwert eines sich im gegebenen Raum abspielenden Arbeitsvorganges erscheinen. Das erleichtert die Auswahl günstiger Stallarbeitsverfahren in der angestrebten optimalen Kostenkombination. Nicht einbezogen ist die Stallbedachung, da sie nicht ohne weiteres in die einzelnen Funktionsbereiche eingeordnet werden kann, andererseits auch nicht zur Bewertung benötigt wird. Erst bei einer Gesamtgebäudeberechnung sind neben den Kosten der einzelnen Stallabschnitte noch Zuschläge für ein Dach vorzusehen.
Zusammen mit dem haltungsbedingten Raumbedarf sind die nach der erläuterten Methode ermittelten Gebäudekosten für vier Aufstallungsarten in den Tabellen 1-4 angegeben.

2. VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN DES ARBEITSGANGES "MELKEN"

Mit etwa 50—60 % stellt das Melken den Hauptanteil am Arbeitsbedarf für die Milchviehhaltung (29, S. 7).
Die Melkarbeit kann auf verschiedene Weise mechanisiert werden. Sie ist abhängig von Haltungsform und GröBe einer Kuhherde und verursacht unterschiedliche Kosten. Für die Berechnung werden neben dem Handmelken einige mit bewährten Geräten ausgerüstete Verfahren in Betracht gezogen und die anfallenden Kosten der Handarbeit, der Maschinenbenutzung und der anteiligen Gebäude getrennt ermittelt. Vor- oder Folgekosten treten beim Melken nicht auf, da es sich um einen Arbeitsvorgang handelt, der ausschließlich die Milchgewinnung mit Nebenarbeiten umfaßt. Die einzelnen Elemente sind in Tabelle 5 zusammengestellt.
Verschiedene Studien und Untersuchungen haben sich bereits mit der Ermittlung der Arbeitskosten beim Melken beschäftigt. Soweit eigene Arbeitszeitmessungen nicht ausreichen, werden die Arbeiten von HESSELBACH (29, S. 28) und RÜHMANN (68, S. 3) benutzt, deren Ergebnisse teilweise in den KTL-Kalkulationsunterlagen (40, S. 25) enthalten sind. Daraus werden insbesondere Daten für das Melken im Anbindestall und die Nebenarbeiten nach den Zeitstudien von HESSELBACH (29) verwendet.
Für den aufgestellten Arbeitskostenvergleich wird als Melkgeschwindigkeit sowohl bei der Handarbeitsstufe als auch bei der mechanisierten Stufe 6 Minuten je Kuh im Anbindestall zugrunde gelegt. Für den Laufstall hingegen stehen die von RÜHMANN (67) festgestellten Werte zur Verfügung. Sie beziehen sich auf eine Milchleistung von 12 bis 15 Liter je Kuh und Tag bei einem Milchfluß von 1,5 Ilmin. Ferner werden 300 Melktage sowie DM 2,- und DM 4,- Melkerlohn/Stunde angenommen.
Die Berechnung der Maschinenkosten erfolgt nach SCHAEFER-KEHNERT (70). Anfallende Stromkosten sind mit DM 0,11 je kWh bewertet worden.
Bei allen Arbeitsverfahren des Melkens entstehen auch Kosten der Gebäudebenutzung, die sich im Anbindestall auf die Milchkammer beschränken. Der Laufstall ist durch die Kosten des in der Regel abgesonderten Raumes für den Melkstand zusätzlich belastet. Die Berechnung erfolgt nach den Methoden von GARBEN (19) und HIRSCH (30) für Milchkammer und Melkhaus, wobei das Melkhaus als geschlossene Raumeinheit getrennt für jede Bestandsgröße kalkuliert wird (Tabelle 6).
Den verschiedenen Haltungsformen in Anbinde- und Laufstall werden folgende Arbeitsverfahren zugeordnet und in die Kostenrechnung eingesetzt:

a) Handmelken
b) zwei Melkzeuge je AK, Eimermelkanlage
c) zwei Melkzeuge je AK, Rohrmelkanlage mit Kannenbatterie
d) Längsmelkstand (2 X 2 Buchten) und Absaugleitung mit Tank
e) Fischgrätenmelkstand (2X3 Buchten) und Absaugleitung mit Tank

Tabelle 1 MIttellangstand: Raumbedarf und Kosten

	Raumbedarf je Kuh			Jährliche Kosten in DM je Kuh bei .....•											
	Ent-misten	Ein-streuen 2,50 m	Füttern	10 Kühen				20 Kühen				40 Kühen			
				je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern
Stallraum	2,00 × 5,50 m³	2,10 × 5,78 m³	1,65 × 4,54 m³	4,95	27,23	28,61	22,47	4,56	25,08	26,36	20,70	4,09	22,50	23,64	18,57
Dungstätte	3,00 m'	-	-	2,52*	7,56	-	-	2,52*	7,56	-	-	2,52'	7,56	-	-
Güllegrube	3,00 m³	-	-	4,81	14,43	-	-	4.81	14,43	-	-	4,81	14,43	-	-
Leichtgut-lagerraum	-	20,00 m³	9,60 m³	1,00	-	20,00	9,60	1,00	-	20,00	9,60	1,00	-	20,00	9,60
Hochsilo	-	-	10,00 m³	4,80	-	-	48,00	4,80	-	-	48,00	4,80	-	-	48,00
				-	49,22	48,61	80,07	-	47,07	46,36	78,30	-	44,49	43,64	76,17

Erläuterung: • je m'.

1. Standbreite je Kuh = 1,10 m, Stallhöhe 2,50 m.
2. a) Strohlagerraum: 7 kg/Tagx200 Tage = 1400 kg : 70 kg/m³ = 20 m³.
   b) Heulagerraum: 360 Tagex2 kg Heu tägl. = 720 kg : 75 kg/m³ = 9,60 m³.
3. Zweireihige Aufstallung mit gemeinsamem Futtertisch.

Tabelle 2 Kurzstand: Raumbedarf und Kosten

	Raumbedarf je Kuh			Jährliche Kosten in DM je Kuh bei --------											
	Ent-misten	Ein-streuen 2,50 m	Füttern	10 Kühen				20 Kühen				40 Kühen			
				je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern
Stallraum	2,00 × 5,50 m³	1,65 × 4,54 m³	1,65 × 4,54 m³	4,95	27,23	22,47	22,47	4,56	25,08	20,70	20,70	4,09	22,50	18,57	18,57
Dungstätte	2,00 m'	-	-	2,52*	5,04	-	-	2,52*	5,04	-	-	2,52*	5,04	-	-
Güllegrube	3,00 m³	-	-	4,81	14,43	-	-	4,81	14,43	-	-	4,81	14,43	-	-
Leichtgut-lagerraum	-	8,60 m³	9,60 m³	1,00	-	8,60	9,60	1,00	-	8,60	9,60	1,00	-	8,60	9,60
Hochsilo	-	-	10,00 m³	4,80	-	-	48,00	4,80	-	-	48,00	4,80	-	-	48,00
				-	46,70	31,07	80,07	-	44,55	29,30	78,30	-	41,97	27,17	76,17

Erläuterung: * je m'.

1. Standbreite je Kuh = 1,10 m, Stallhöhe 2,50 m.
2. a) Strohlagerraum: 3 kglTag x 200 Tage = 600 kg : 70 kg/m³ = 8,60 m³.
   b) Heulagerraum: 360 Tage X 2 kg Heu tägl. = 720 kg : 75 kg/m³ = 9,60 m³.
3. Zweireihige Aufstallung mit gemeinsamem Futtertisch.

Tabelle 3 Einraumlaufstall: Raumbedarf und Kosten

	Raumbedarf je Kuh			Jährliche Kosten in DM je Kuh bei											
	Ent-misten	Ein-streuen	Füttern	20 Kühen				40 Kühen				60 Kühen			
	8,75 m	3,30 m	1,65	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern	je m³	Entm.	Einstr.	Füttern
Stallraum	11.60 m)	11,60 m'	3,83 m³	1,42	16,47	16,47	5,44	1,36	15,78	15,78	5,21	1,33	15,43	15,43	5,09
Leichtgut-lagerraum	-	28,60 m³	9,60 m³	1,00	—	28,60	9,60	1,00	—	28,60	9,60	1,00	—	28,60	9,60
Hochsilo	-	-	10,00 m³	4,80	-	—	48,00	4,80	-	—	48,00	4,80	—	-	48,00
				-	16,47	45,07	63,04	-	15,78	44,38	62,81	-	15,43	44,03	62,69

Erläuterung:

1. a) Strohlagerraum: 10 kg/Tag x 2oo Tage = 2000 kg : 70 kg/m' = 28,60 m'.
   b) Heulagerraum: 360 Tage X 2 kg Heu tägl. = 720 kg : 75 kg/m³ = 9,60 m'.
2. Einreihige Aufstallung.
3. Liege- und Freßplatzfläche = 7 m²/Tier.

Tabelle 4 Mehrraumlaufstall: Raumbedarf und Kosten

	Raumbedarf je Kuh			Jährliche Kosten in DM *je* Kuh bel .											
	Ein-str.	Ent-misten	Füttern	20 Kühen				40 Kühen				60 Kühen			
	2,75	7,00	6,00 / 2,8	je m³	Einstr.	Entm.	Füllern	je m³	Einstr.	Entm.	Füttern	je m³	Einstr.	Entm.	Füllern
Liegehalle	5,60 m)	5,60 m)		1,44	8,00	8,00	—	1,23	6,88	6,88	-	1,20	6,72	6,72	—
Auslauf		6,00 m'		1,26"	—	7,56	—	1,26"	—	7,56	-	1,26"	—	7,56	—
Freßplatz			2,25 m²	4,50"	—	—	10,13	4,50"	-	—	10,13	4,50"	—	-	10,13
Güllegrube	-	3,00 m'		4,81	—	14,44	—	4,81	—	14,44	—	4,81	-	14,44	—
Leichtgut-lagerraum	14,30 m³	-	9,60 m³	1,00	14,30	—	9,60	1,00	14,30	-	9,60	1,00	14,30	-	9,60
Hochsilo	-	-	10,00 m'	4,80	—	—	48,00	4,80	—	—	48,00	4,80	-	—	48,00
				-	22,30	30,00	67,73	—	21,18	28,88	67,73	-	21,02	28,72	67,73

Erläuterung: " je m²

1. a) Strohlagerraum: 5 kg/Tag x 200 Tage = 1000 kg : 70 kg/m) = 14,30 m).
   b) Heulagerraum: 360 Tage X 2 kg Heu tägl. = 720 kg : 75 kg/m) = 9,60 m'.

In Tabelle 7 sind die Anschaffungspreise und Kosten der Geräte und Einrichtungen für die Melkverfahren aUfgeführt.

Die ermittelten Ergebnisse sind auf dem Schaubild 1 dargestellt. Im Anbindestall für 20 Tiere schneidet am besten noch das Eimermelken ab, dicht gefolgt von dem Verfahren mit Rohrmelken und Tank. Die Kosten für die Arbeitserledigung sind in beiden Fällen gleich. Aus Gründen der Milchhygiene ist die Rohrmelkanlage trotz etwas höherer Kostenwerte vorzuziehen, zumal sie schon in der größeren Herde arbeitswirtschaftlich vorteilhaft erscheint.

Weiterhin zeigt sich, daß mit dem Melkstand erst ab Beständen von etwa 20 Kühen geringere Arbeitskosten als im Anbindestall mit Absaugleitung zu erzielen sind. Darunter können Melkbuchten lediglich zur Arbeitserleichterung dienen. Sie sind von der Kostenseite her deshalb nur in einfachen Ausführungen ohno zusätzlichen Raumanspruch vertretbar. Daher kommen auch keine größeren Gruppenstände in Frage, da deren Kostenelemente erst von 35-40 Tieren an aufwärts eine abfallende Tendenz aufweisen.

Der einfache Reihen- oder Längsmelkstand in der 2x1 oder 2X2 Längsanordnung ist für die mittlere Kuhherde günstiger, da kein Zwang zur mechanischen Kraftfutterzuteilung besteht und somit die Gesamtanlage billiger erstellt werden kann (s. Tabelle 32, S 98).

Versucht man nun die ermittelten Wertzahlen miteinander zu kombinieren, so könnte beim Laufstall eine Kostensenkung für den Arbeitsbereich "Melken" bei folgender Zusammenstellung für 20, 40 und 60 Kühe erreicht werden:

Tabelle 5 Kostenelemente der MIlchgewinnung

Haltungsform	Arbeitskosten	Maschinenkosten	Gebäudekosten
Anbindestall bei 10 20 40 zu melkenden Kühen	Melken, einschließlich Nebenarbeiten	Melkmaschine, Reinigungsgeräte und Milchbehälter	Milchkammer
Laufstall bei 20 40 60 zu melkenden Kühen	Melken, einschließlich Nebenarbeiten	Melkstände, Melkmaschine, Reinigungsgeräte und Milchbehälter	Melkhaus, Milchkammer

Tabelle 6 Gebäudepreise und Kosten In DM Je Kuh für den Arbeitsgang "Melken"

Kuh-bestand	Milchkammer		Melkhaus			
			Längsmelkstand 2X2		Fischgrätenmelkstand 2X3	
	Preis	Kosten	Preis	Kosten	Preis	Kosten
10	158,	11,52				
20	92,	6,73	207,50	17,	246,	20,
40	83,	6,05	104,	9,	123,	10,
60	66,90	4,86			82,	6,70

SCHAUBILD 1 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FÜR DAS MELKEN

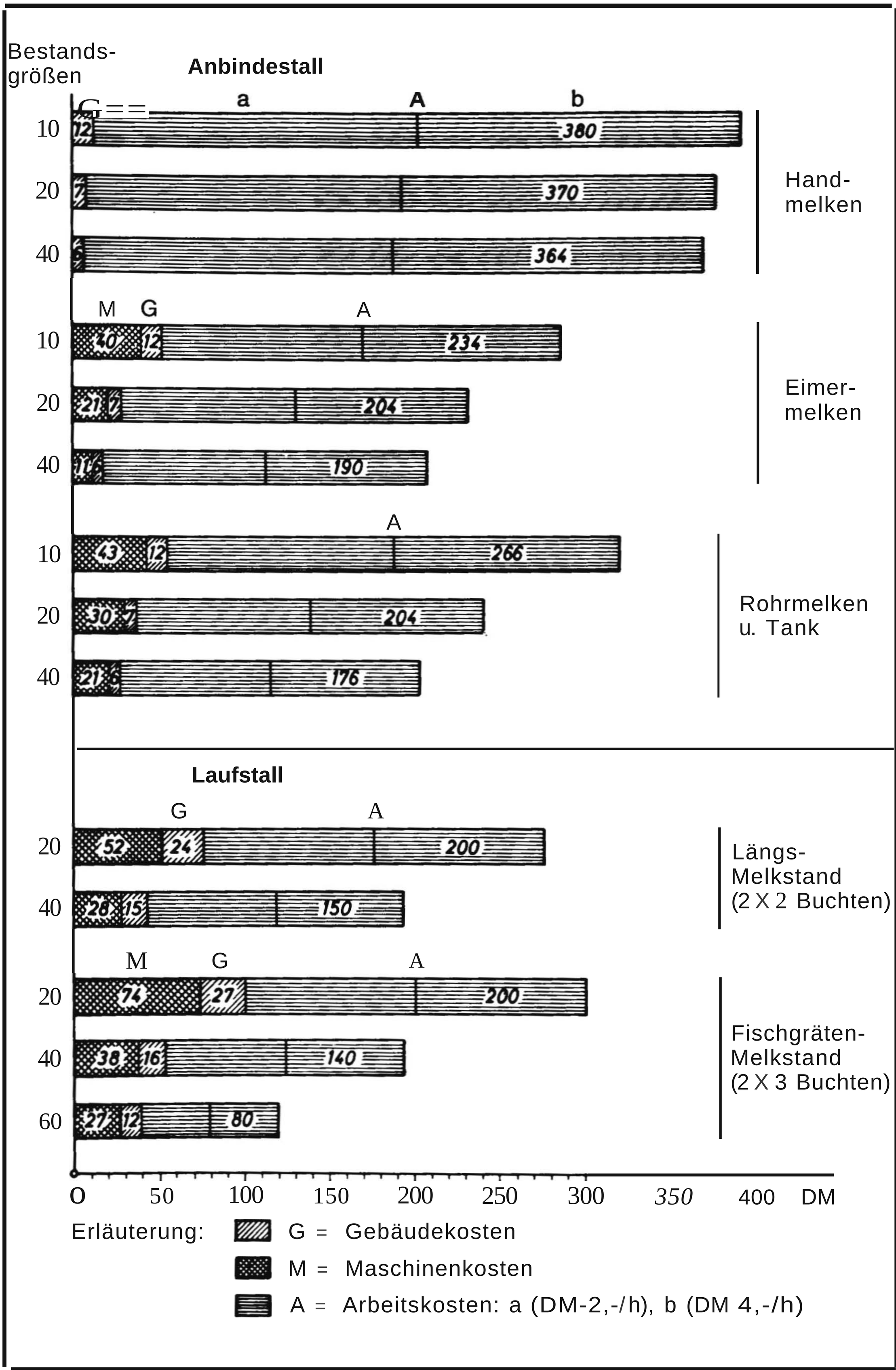


Tabelle 7 Bestandsabhängige Maschinenpreise und -kosten für den Arbeitsgang "Melken"

Melkeinrichtung	Ansch.-Preis DM bei ... Kühen				Ges.-Kosten DM bei ... Kühen			
	10	20	40	60	10	20	40	60
Anbindestall: Eimermelkanlage 2 Melkzeuge 2 Standeimer	2400,-			-	400,-	420,-	440,-	-
Rohrmelkanlage mit Kannenbatterie	3000,-	4250,-	5300,-	-	430,-	600,-	840,-	-
Laufstall: längsmelkstand (2 X 2 Buchten)	-	6935,-		-	-	1040,-	1105,-	-
Fischgräten-melkstand (2 X 3 Buchten)	-	9975,-			-	1470,-	1530,-	1590,-

Tabelle 8 Austausch verfahrensabhängiger Elemente zur Verringerung der Melkkosten im Laufstall in DM je Kuh und Jahr (DM 4,- Lohn/Std.)

Kuhbestand	Kostenart	Günstig. Verfahren Anbindestall	Günstig. Verfahren laufstall	Mögliche Verbess. laufstall
20	M	21	52	52
	G	7	24	7
	A	204	200	200
	Gesamt-kosten	232	276	259
40	M	21	38	38
	G	6	16	6
	A	176	140	140
	Gesamt-kosten	203	194	184
60	M		27	
	G		12	
	A		80	
	Gesamt-kosten		119	

Erläuterung:
A = Arbeitskosten, G = Gebäudekosten, M = MaSchinenkosten.

Die den Arbeitskosten (A) entsprechenden Elemente sind nicht austauschbar wegen unterschiedlicher Milchgewinnung am Standplatz des Anbindestalles und in den Melkbuchten des Laufstalles. Gleiches gilt für die Maschinenkosten (M). Dagegen ergeben sich Möglichkeiten im Bereich der Gebäudekosten (G). So würde ein Melkstand im Stall ohne raumumschließende Bauteile in Herden von 20-40 Kühen eine um 33 % bis 65 % geringere Gebäudebelastung für den Arbeitsgang Melken im Laufstall erbringen, was besonders eine Reduzierung der Baukosten kleinerer Laufställe zur Folge hätte.
Aus Schaubild 1 (Seite 25) ist auch ersichtlich, daß die Verbindung Anbindestall mit Melkstand stets zu ungünstigen Werten führen muß und arbeitswirtschaftlich gerade in mittleren Herden keinen Erfolg bringt. Leichter ist daher der Übergang zum Laufstall mit Melken auf vereinfachten Melkplätzen im Stallbereich zu verwirklichen. Über entsprechende Untersuchungen wird auf den Seiten 87 bis 90 berichtet.

3. VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN DES ARBEITSGANGES "ENTMISTEN"

Beim Arbeitsgang Entmisten ist eine differenziertere Aufteilung der verschiedenen Teilbereiche als beim Melken erforderlich. Neben den unmittelbaren Kosten treten hier auch Folgekosten auf. Die Berechnung des Ausbringens von Kot und Harn konzentriert sich zum Teil auf die baulichen Anlagen für das Stapeln und Zwischenlagern, so daß die mittelbaren Kosten hauptsächlich beim Dungladen, beim Ausfahren und Streuen anfallen. Abhängig davon sind die anteiligen Maschinenkosten zu berücksichtigen. Die Haltungsformen und Arbeitsverfahren bewirken auch einen unterschiedlichen Mistanfall mit verschiedenartiger Dungkonsistenz, wodurch die dazugehörigen Kostenbereiche beeinflußt werden.
Für den Anbindestall stehen eine Reihe von halb- und vollmechanischen Entmistungsanlagen zur Auswahl. Es werden solche Einrichtungen gewählt, die sich bewährt haben und gleichzeitig als typische Vertreter einer Bauartenreihe gelten können. Die Kostenanalyse bezieht sich neben dem Entmisten von Hand auf zwei mechanisierte Verfahren für die Festmistbereitung. Im Vergleich dazu steht die Schwemmentmistung im Kurzstand-Anbindestall mit Gitterrost. Auf die Einbeziehung der Schubstangenentmistung wird verzichtet. Sie läßt sich für breite Mistachsen nur mit erheblichem Mehraufwand verwenden, ist also für die Dungbeseitigung in Laufställen nicht geeignet. Als übliche Anlage einschließlich der Vorrichtungen für die Dungverteilung kann sie mit der Gitterrostaufstallung etwa kostengleich gesetzt werden (79, S. 59).
Die Mechanisierungsmodelle wiederholen sich für den Laufstall und werden ergänzt durch einen Vollspaltenboden mit Schwemmentmistung bzw. einen Spaltenbodenbelag am Freßplatz mit eingestreuter Liegefläche. Tabelle 9 gibt Aufschluß über die Elemente, die direkt und indirekt die Kosten der Stallentmistung beeinflussen.
Für die Arbeitserledigung in Herden von 10, 20 und 40 Kühen im Anbindestall und von 20, 40 und 60 Kühen im Laufstall werden 200 Stallfuttertage mit wechselndem Stundenlohn von DM 2,- und DM 4,- vorgesehen. Die Berechnung der Maschinenkosten erfolgt nach SCHAEFER-KEHNERT (70). Tabelle 9 enthält den für die Arbeitsverfahren eingesetzten Maschinen- und Geräteanteil, deren Preise und Kosten auf Tabelle 10 angegeben sind.
In die Berechnung der Folgearbeiten beim Entmisten werden außer den reinen Maschinenkosten auch die Schlepper- und Arbeitskosten für die Ausbringung von Mist und Jauche aus Lagerstätten und Gruben einbezogen. Nach den Richtlinien der Maschinenbanken in Bayern vom Februar 1963 (57) kostet die Schlepperstunde einschließlich Fahrer DM 7,50, der Stundenlohn beträgt für eine Arbeitskraft DM 3,-.

Tabelle 9 Kostenelemente für den Arbeitsgang "Entmisten"

	Arbeits-verfahren	Arbeitskosten		Maschinenkosten		Gebäudekosten
		unmittelbar	mittelbar		unmittelbar	verfahrensabhängig
Anbindestall	Hand, Karre 2x täglich	Mist aus Stall Stapeln	Mist laden, fahren, streuen. Jauche ausbr.	3/4 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß Jauchepumpe	-	normal
	Frontlader 1x täglich	Mist aus Stall Stapeln	Mist laden, fahren, streuen, Jauche ausbr.	1/2 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß, Pumpe	1/4 Frontlader	größere Kotptatte
	Seilzug 2x täglich	Mist aus Stall Stapeln	Mist laden, fahren, streuen, Jauche ausbr.	3/4 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß, Pumpe	Seilzuganlage	normal
	Schwemm-entmistung Gitterrost	Gitterrost und Stand reinigen	Gülle ausbr.	Vakuumfaß	-	+ Güllebehälter, Rost mit Kanal - Dungstätte und Jauchegrube
Louisiana	Hand,Karre	Freßplatz und Laufhof säubern	Mist laden, fahren, streuen, Jauche ausbr.	3/4 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß, Pumpe	-	normal
	Frontlader	Freßplatz und Laufhof säubern	Mist laden, fahren, streuen, Jauche ausbr.	1/2 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß, Pumpe	1/4 Frontlader	normal
	Seilzug	Freßplatz und Laufhof säubern	Mist laden, fahren, streuen, Jauche ausbr.	3/4 Frontlader 1/2 Miststreuer Jauchefaß, Pumpe	Seilzuganlage	normal
	Vollspalten-boden Schwemm-entmistung	Spaltenboden säubern (nach Bedarf)	Gülle ausbr.	Vakuumfaß	-	1/2 Liegefläche + 1/2 Spaltenboden + Güllegrube ohne Decke
	Spaltenboden am Freßplatz Festmist-verfahren	Spaltenboden säubern (nach Bedarf)	Mist laden, fahren, streuen, Strohmist u. Spaltenboden-Dung	1/2 Frontlader 1/2 Miststreuer	-	+ Spaltenboden Jauchegrube = Mistraum

Weiterhin beeinflußt die vom Viehbestand abhängige und zu verteilende Dungmenge die Reparaturkosten aller Streuaggregate. Einheitlich wird zum Abdüngen von 1 ha mit 200 dz Stallmist eine Feldentfernung von 1 km angenommen, so daß bei dem unterschiedlichen Mistanfall (63) für die einzelnen Aufstallungen und Bestandsgrößen auch abweichende Kosten je Kuh und Jahr für das Streuen entstehen. Ähnlich kann mit dem Jauche-ausbringen verfahren werden.

Es wird ferner unterstellt, daß im Anbindestall mit Schwemmentmistung sowie im Spalten-bodenlaufstall mit Flüssigmistbereitung innerhalb eines Jahres je Kuh 12 cbm Gülle an-fallen und 1 ha mit 100 cbm Gülle abgedüngt wird (33). Das Ausbringen erfolgt mit dem VakuumfaB, wofür noch keine speziellen Kostenberechnungen vorliegen. Deshalb werden die entsprechenden Abschreibesätze des Miststreuers herangezogen. Die inzwischen ermittelte gröBere Anfälligkeit des Gerätes läßt allerdings die Anwendung doppelter Reparatursätze richtig erscheinen.

Tabelle 10 Preise und Kosten der verwendeten Geräte für die Dungausbringung

Einheiten	Anschaffungs-Preis DM	jährliche Gesamtkosten [1]) DM
Frontlader	2 500,—	279,—
Miststreuer	4 800,—	665,—
Jauchefaß	500,—	38,—
Jauchepumpe	750,—	124,—
Vakuumfaß	7 000,—	950,—
Seilzuganlage	2 000,—	334,—

[1]) einschl. Reparaturkosten bei 16 ha Streufläche für 40 Kühe.

Für die Berechnung der verfahrensabhängigen Gebäudekosten gelten als Bezugseinheiten die bereits im Abschnitt 1, c 2 ermittelten Raumbereiche. Sie werden entsprechend dem jeweiligen Verfahren und den davon abhängigen Raumansprüchen mit Zu- oder Abschlägen versehen. So bleibt beim Entmisten mit Hand und Karre das Ausmaß des normalen Stalles unverändert, dagegen ergeben sich für das Frontladerverfahren im Anbindestall 0,83 cbm je Kuh mehr an umbautem Raum. Bei der Seilzugentmistung tritt keine Veränderung ein; damit ist das Gerät auch vorteilhaft in Altgebäude einzubauen.
Vom normalen Raumbedarf abweichende Kosten des Schwemmistgitterrost-Anbindestalles werden einerseits durch den Wegfall der Dungstätte, andererseits durch zusätzlich erforderlichen Gülleraum (5 m³/GV) einschließlich Gitterrost und Staugraben hervorgerufen.
Der Einraumlaufstall mit Vollspaltenboden ist gekennzeichnet durch die Baukosten für einen halben Warmstall ohne festen Fußboden, zuzüglich Spaltenbodenlauffläche mit darunterliegender Güllegrube ohne Decke. Bei dieser Anordnung wird die sonst übliche befahrbare Grubendecke außerhalb des Stalles durch den darüberliegenden Rostboden ersetzt.
Auch die Lösung, den Spaltenboden nur am Freßplatz eines Einraumlaufstalles einzubauen, kann bereits eine erhebliche Verbesserung darstellen. Gegenüber dem ursprünglichen Gebäudeumfang entstehen hier zusätzliche Kosten für den veränderten Bodenbelag und für die dazugehörige Grube zum Sammeln des während des Fressens anfallenden Kot-Harn-Gemisches.
Die ermittelten Werte für die verfahrensabhängigen Kosten des Entmistens in Anbinde- und Laufställen ermöglichen — in der vergleichenden Darstellung auf den Schaubildern 2 und 3 aufgetragen — eine Beurteilung der günstigsten Verfahren in bezug auf ihre Kosten.

Tabelle 11 Verfahrensabhängige Gebäudekosten für den Arbeitsgang „Entmisten" in DM je Kuh und Jahr

	10 Kühe				20 Kühe					40 Kühe					60 Kühe				
	N	Fr	Sg	Sch	N	Fr	Sg	Sch	Sf	N	Fr	Sg	Sch	Sf	N	Fr	Sg	Sch	Sf
Mittellangstand	49	53	49	—	47	51	47	—	—	44	48	44	—	—	—	—	—	—	—
Kurzstand	47	51	47	73	45	49	45	71	—	42	45	42	68		—	—	—	—	—
Einraumlaufstall	—	—	—	—	16	—	—	60	27	16	—	—	57	27	15	—	—	55	26
Mehrraumlaufstall	—	—	—	—	30	30	30	—	—	29	29	29	—	—	29	29	29	—	—

N = Normalverfahren (Handarbeitsstufe)
Fr = Frontladerentmistung
Sg = Seilzugentmistung
Sch = Schwemmentmistung mit Gitterrost (Anbindestall)
= oder Spaltenboden mit Dunggrube (Laufstall)
Sf = Spaltenboden am Freßplatz mit Festmistgrube

Tabelle 12 Kostenvergleich zweckmäßiger Entmistungsverfahren in Anbinde- und Laufställen zur Ermittlung optimaler Lösungen für die Laufstallbewirtschaftung in DM je Kuh/Jahr*) (DM 4,- Lohn/Std.)

Kuhbestand	Kostenart	Günstiges Verfahren Anbindestall (Schleppschaufel)	Günstiges Verfahren Mehrraumlaufstall (Frontlader)	Verf.-Kombination im Einraumlaufstall (Spaltenboden-lauffläche)
20	M	17	9	(17)
	F	63	62	49
	G	45	30	27
	A	16	5	1
	Gesamt-kosten	141	106	77 (94)
40	M	8	7	(8)
	F	41	42	36
	G	42	29	27
	A	16	5	1
	Gesamt-kosten	107	83	64 (72)
60	M		6	(6)
	F		36	32
	G		29	26
	A		5	1
	Gesamt-kosten		76	59 (65)

*) Unter Vernachlässigung des Handarbeitsverfahrens () = mechan. Entmistung unter Flur
M = Maschinenkosten, F = Folgekosten, G = Gebäudekosten, A = Arbeitskosten

Es ist bemerkenswert, daß die durch Folgeeinrichtungen hervorgerufenen Kosten in der Regel das stärkste Element bilden und nur durch Einschränken der Einstreumenge zu senken sind. Ähnlich verhalten sich die anteiligen Gebäudekosten, die sich bei Flüssigmistverfahren fast verdoppeln. Dafür entfallen die Maschinenkosten mechanischer Entmistungsverfahren. Auf der gut mechanisierbaren Mistachse des Anbindestalles zeigen sämtliche Verfahren einschließlich der Handarbeitsstufe untereinander keine wesentlichen Unterschiede. Danach lohnt sich zur Arbeitserleichterung eine Mechanisierung der Entmistung schon bei 10 Kühen, wenn ein Gerät aus den Folgearbeiten verwendet werden kann. Ein endgültiger Schluß kann jedoch erst nach Einbeziehung des Wertes für das Einstreuen gezogen werden.

Kostengünstiger als im Anbindestall schneidet das Entmisten im Laufstall ab. Hier zeigen sich auch Ansätze zu verbesserten Verfahren durch Austausch einzelner Elemente. Der Einsatz einer mechanischen Entmistung im Laufstall verursacht bei gleichzeitiger Beschränkung der Fläche je Tier die geringsten Kosten. Die Laufhofreinigung mit dem Frontlader und die vollmechanisch arbeitende Schleppschaufel unter Flur stehen hier gleichrangig nebeneinander. Der Vollspaltenbodenstall mit Flüssigmist ist durch höheres Gebäudekapital belastet. Im Kostenbereich zwischen DM 60,- und DM 80,- je Kuh ist für 20, 40 und 60 Tiere der Spaltenboden am Freßplatz günstig zu beurteilen. Der Handarbeitsaufwand wird in diesem Falle praktisch bedeutungslos. Da gleiche Maschinen und Geräte für die Ausfuhr des Festmistes den Berechnungen zugrunde liegen, entsteht im Vergleich zum Handverfahren (Stallentmistung mit Karre) kein Unterschied in den Folgekosten.

Kostengünstige Verfahren für die Entmistung von Anbinde- und Laufställen werden in Tabelle 12 Seite 30 gegenübergestellt. In modernen Laufställen können heute neben mechanischen Geräten wie Frontlader und Schleppschaufel ebenso Flüssigmistanlagen zur täglichen Reinigung eingesetzt werden. Kombiniert mit minimalen Gebäude- und Folgekosten verdient vorläufig noch das komplette, aber billigere mechanische Verfahren den Vorzug. Die hierfür gefundenen Werte sind in der rechten Spalte von Tabelle 12 aufgetragen. In Verbindung gebracht mit den Ergebnissen des Arbeitsganges Einstreuen aus dem nächsten Abschnitt liegt der Versuch nahe, bisher nicht bewältigte Probleme der Laufstallhaltung einer besseren arbeitswirtschaftlichen und kostenmäßigen Lösung zuzuführen.

Unter Einschränkung der Lauffläche je Kuh erhält der zweiteilige Einraumlaufstall wieder steigende Bedeutung, da die Reinigungsarbeiten auf dem Freßplatz mit Hilfe eines Rostbodens entfallen können. Der Liegeplatz ist eingestreut. Direkte Maschinenkosten (M) entstehen nur, wenn unter dem Spaltenboden ein Gerät zur täglichen Dungausfuhr eingesetzt werden muß. Sonst wird eine halbjährliche Lagerung unterhalb des Freßplatzes vorgezogen. Die Entleerung erfolgt mit Frontlader nach Hochklappen des Rostbodens. Der wesentlich geringere Raum- und Flächenanspruch führt zur Senkung von Folgekosten (F) und Gebäudekosten (G) im Vergleich zum Anbinde- und Mehrraumlaufstall. Direkte Arbeitskosten (A) fallen nicht mehr ins Gewicht. Es ist also möglich, Entmistung und Säuberung von Laufställen durch zweckmäßige Anordnung der Stallbereiche wesentlich zu verbessern.

4. VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN DES ARBEITSGANGES EINSTREUEN

Wie beim Entmisten sind die Arbeitsverfahren des Einstreuens abhängig von der Haltungsform und der verwendeten Strohmenge.

War bisher die strohlose Stallhaltung nicht denkbar, so bemüht man sich heute, aus Gründen der Arbeits- und Kostenersparnis auf Einstreu ganz zu verzichten (26) (31). Diese Frage ist zum Angelpunkt in der gesamten Rindviehhaltung geworden und stellt eine bedeutende Wende für den Stallbau dar. Noch sind jedoch die Probleme, die sich vor allem bei Kühen und strohloser Aufstallung ergeben, nicht völlig geklärt (21, Seite 469). Die folgende Untersuchung der verschiedenen Glieder des Arbeitsganges Einstreuen dient der Eliminierung der auftretenden verfahrens- und haltungsbedingten Kosten. Weiterhin wird versucht, durch Kombination haltungsbeeinflussender Elemente vertretbare Lösungen für einen strohsparenden Laufstall nachzuweisen. Der einstreulose Kurzstand dient dazu als Vorläufer und Vorbild für den mit Ruheboxen unterteilten Liegeplatz des Laufstalles. Das würde bei Neubauten vereinfachte StallgebäUde zulassen und durch Verzicht auf Stroh den Lagerraum für die Einstreu erübrigen.

SCHAUBILD 2 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FÜR DAS ENTMISTEN

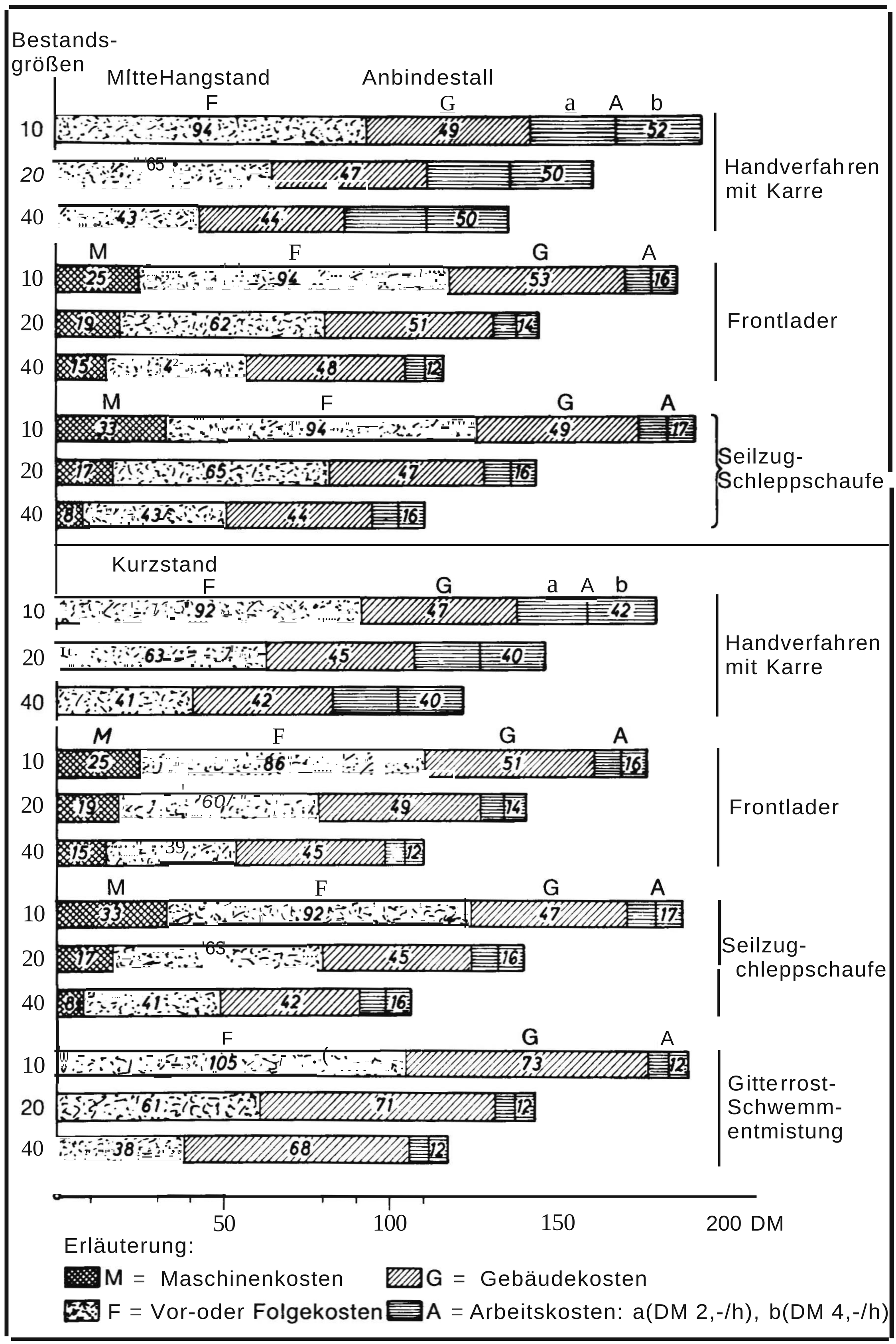


SCHAUBILD 3 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FOR DAS ENTMISTEN

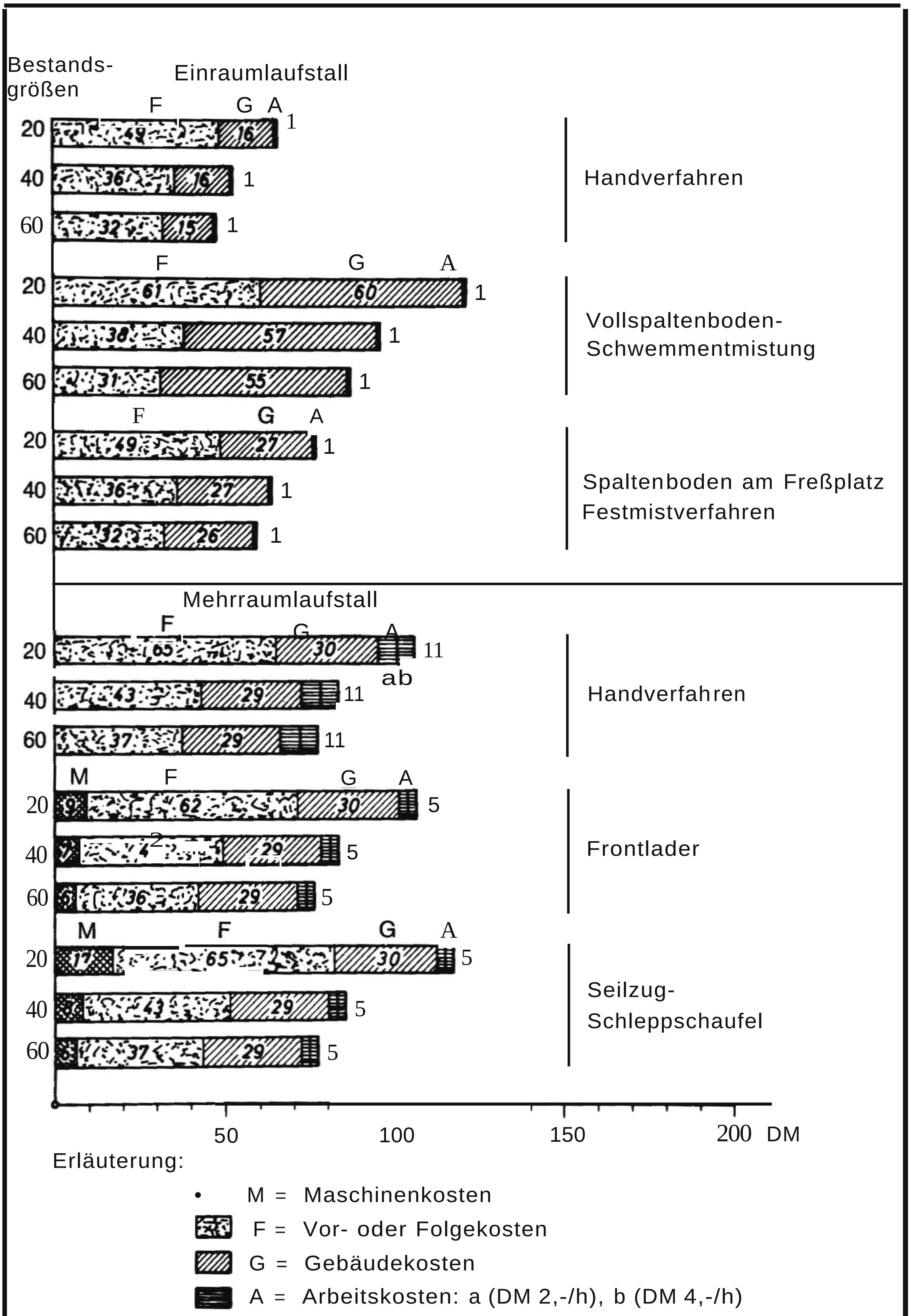


Tabelle 13 Kostenelemente für den Arbeitsgang "Einstreuen"

Arbeitsverfahren für Anbinde- und Laufstall	Arbeitskosten		Maschinenkosten		Gebäudekosten
	unmittelbar	mittelbar		unmittelbar	verfahrensabhängig
Feldhäcksler-Kette Häckselstroh Rollkorb	Häckselstroh entnehmen einstreuen	Schlepper- und Arbeitskosten	½ Feld-häcksler '/. Universal-wagen ½ Wurfgebläse	-	Liegefläche Strohlagerraum
Anbaupresse Handladen ND-Bunde Gabeltragen	Bunde entnehmen einstreuen	Schlepper- und Arbeitskosten	Anbaupresse Bindegarn ½ Greifer	-	Liegefläche Strohlagerraum
Hochdruckpresse HO-Ballen Gabeltragen	Ballen entnehmen einstreuen	Schlepper- und Arbeitskosten	3/4 HO-Presse Bindegarn 3/4 Höhen-förderer	-	Liegefläche Strohlagerraum
strohlos	-	-	-	-	keine Lagerräume; im Anbindestall: Liegefläche; im Laufstall: ½ Liegefläche und ½ Spaltenboden

Streumengen je Tier und Tag: Mittellangstand 6 kg; Kurzstand 2 kg; Einraumlaufstall 10 kg; Mehrraumlaufstall 5 kg

Tabelle 14 Preise und Kosten der verwendeten Maschinen und Geräte für die Strohbergung in DM

Einheiten	Anschaffungs-Preis DM	Jährliche Gesamtkosten *) DM			
		Mittel-langstand	Kurzstand	Einraum-laufstall	Mehrraum-laufstall
Feldhäcksler	5000,-	824,-	776,-	888,-	808,-
Universalwagen	6000,-	632,-	581,-	688,-	601,-
Wurfgebläse	6500,-	791,-	718,-	874,-	764,-
Anbaupresse *')	1500,-	202,-	196,-	210,-	200,-
Greifer **)	3000,-	278,-	257,-	316,-	281,-
HO-Presse	7600,-	972,-	944,-	1 020,-	960,-
Höhenförderer	4500,-	405,-	402,-	409,-	404,-

*) einschließlich Reparatur- und Betriebskosten bei 40 Kühen.
**) einschließlich Reparatur- und Betriebskosten bei 20 Kühen.

Auswahl und Zusammenstellung von Arbeitsketten für die Strohbergung sind von der einzulagernden Menge abhängig. Die Bergekosten können bei reduzierten Einstreumengen erheblich ansteigen, wenn nicht die überbetriebliche Maschinenbenutzung vorgezogen wird.

Für die Berechnung werden Aufbereitungsformen gewählt, die in der Praxis verbreitet sind. Neben dem Häckselgut sind es je nach Bestandsgrößen Bunde und Ballen als handliche Einheiten. Die Ergebnisse werden mit der strohlosen Haltung verglichen, die nur durch Gebäudekosten des Liegeplatzes belastet ist.

Die den Verfahren zugeordneten Kostenelemente sind in Tabelle 13 aufgeführt. Bei den Kosten der Arbeitserledigung treten wieder unmittelbare und mittelbare Kosten auf. Für den unmittelbaren Ablauf des Einstreuens entfällt der Einsatz mechanischer Hilfsmittel. Die mittelbaren Kosten beziehen sich hier auf die Strohernte vom Aufsammeln bis zum Einbringen in die Lagerräume. Damit wird der Bereich der verfahrensabhängigen Gebäudekosten festgelegt, wozu neben dem eingestreuten Liegeplatz vor allem der Strohlagerraum zählt.

Die direkten Arbeitskosten beim Einstreuen errechnen sich wiederum nach den KTL-Kalkulationsdaten (40, S. 25/6) bei Unterstellung von 200 Stallfütterungstagen und einem Lohn von DM 2,- und DM 4,- je Stunde. Das Entnehmen der Einstreu aus dem Lager mit anschließendem Verteilen im Stall ist in allen Aufstallungen Handarbeit. Das Streumaterial wird entweder als Häcksel- oder als Ballengut in der Kalkulation berücksichtigt. Indirekt anfallende Kosten für das Einstreuen werden beeinflußt von den eingesetzten Maschinen und von dem unterschiedlichen Einstreubedarf. Die verwendeten Daten sind aus der Tabelle 14 zu entnehmen.

Die damit zusammengestellten Arbeitsverfahren werden zerlegt in die entsprechenden Arbeitskosten und in die Kosten für Schlepper- sowie Maschinenbenutzung. Zusammengenommen ergeben sich aus diesen Arbeits- und Maschinenkosten die gesamten Kostenbeträge für das jeweilige Bergeverfahren.

Verfahrensabhängige Gebäudekosten für den Arbeitsgang Einstreuen beziehen sich auf das in Abschnitt 1, c 2 errechnete Normalverfahren mit Anbaupresse. Die Änderungen als Zu- und Abschläge für Aufstallungsart und Bestandsgröße sind in Tabelle 15 enthalten.

Zur Bemessung der Strohlagerräume dienen nachstehende cbm-Gewichte, die zum Teil bereits in früheren Untersuchungen ermittelt wurden.

Ballengut	=	100	kg/cbm
Häckselgut	=	70	kg/cbm
Bunde	=	70	kg/cbm

Weitere Daten sind aus Arbeiten über die Bergung von Mähdrescherstroh mit Sammelpressen und Feldhäckslern entnommen. (EICHHORN, 13, S. 15, und 15, S. 281-282).

Die Aufstellung der verfahrensbedingten Kosten des Einstreuens je Kuh und Jahr in DM auf Schaubild 4 zeigt deutlich die Überlegenheit der handlichen Bunde und Ballen für alle Anbindeställe gegenüber Häckselstroh. Nicht nur die direkten Arbeitskosten sind geringer, sondern auch die Kosten für Bergung und Einlagerung können beachtlich gesenkt werden. Für Laufställe kommen wegen der Schwierigkeit des Verteilens auf großen Flächen hauptsächlich nur Bunde, besser noch Ballen in Frage. Die strohlose Stallform, bisher praktisch in größerem Rahmen nur mit der Kurzstandaufstallung eingeführt, bringt durch den Einbau des Spaltenbodens auch für den Laufstall erhebliche Vorteile. Das ist aus der Zusammenstellung der jeweils besten Verfahren für das Einstreuen in der Kostenübersicht für Anbinde- und Laufställe zu ersehen.

Die Verwendung des Spaltenbodens ermöglicht nach Tabelle 16 die Übertragung der arbeits- und kostenwirtschaftlich vorteilhaften strohlosen Tierhaltung vom Kurzstand-Anbindestall auf den Laufstall. Die eingeschränkte Stallgrundfläche je Tier führt allgemein zur Gebäudekostenreduzierung (G), womit der teuere Spaltenbodenbelag mit Dunggrubenanteil gerechtfertigt werden kann. Trotz etwas gestiegener Bauaufwendungen verbessert sich hier das Ergebnis der Laufstallhaltung für mittlere und größere Kuhbestände um rund 50 %. Die haltungs-physiologischen Bedingungen für die neue Stallart werden im Verlauf der Ausführungen auf Seiten 70 und 97 noch näher behandelt. Es ist mehrfach erwiesen, daß die Unterbringung von begrenzten Einzelliegeplätzen im Laufstall die Strohbelastung bisheriger Laufställe beseitigt. Die Sauberhaltung der Tiere wird dadurch nicht beeinträchtigt (5, S. 317) (45, S. 3) (58, S. 1563). Laufflächen können für eine derartige Stallausführung entweder aus einem Spaltenboden bestehen oder planbefestigt sein. In der Bewertung des Arbeitsganges Einstreuen entfallen für einen

SCHAUBILD 4 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FÜR DAS EINSTREUEN

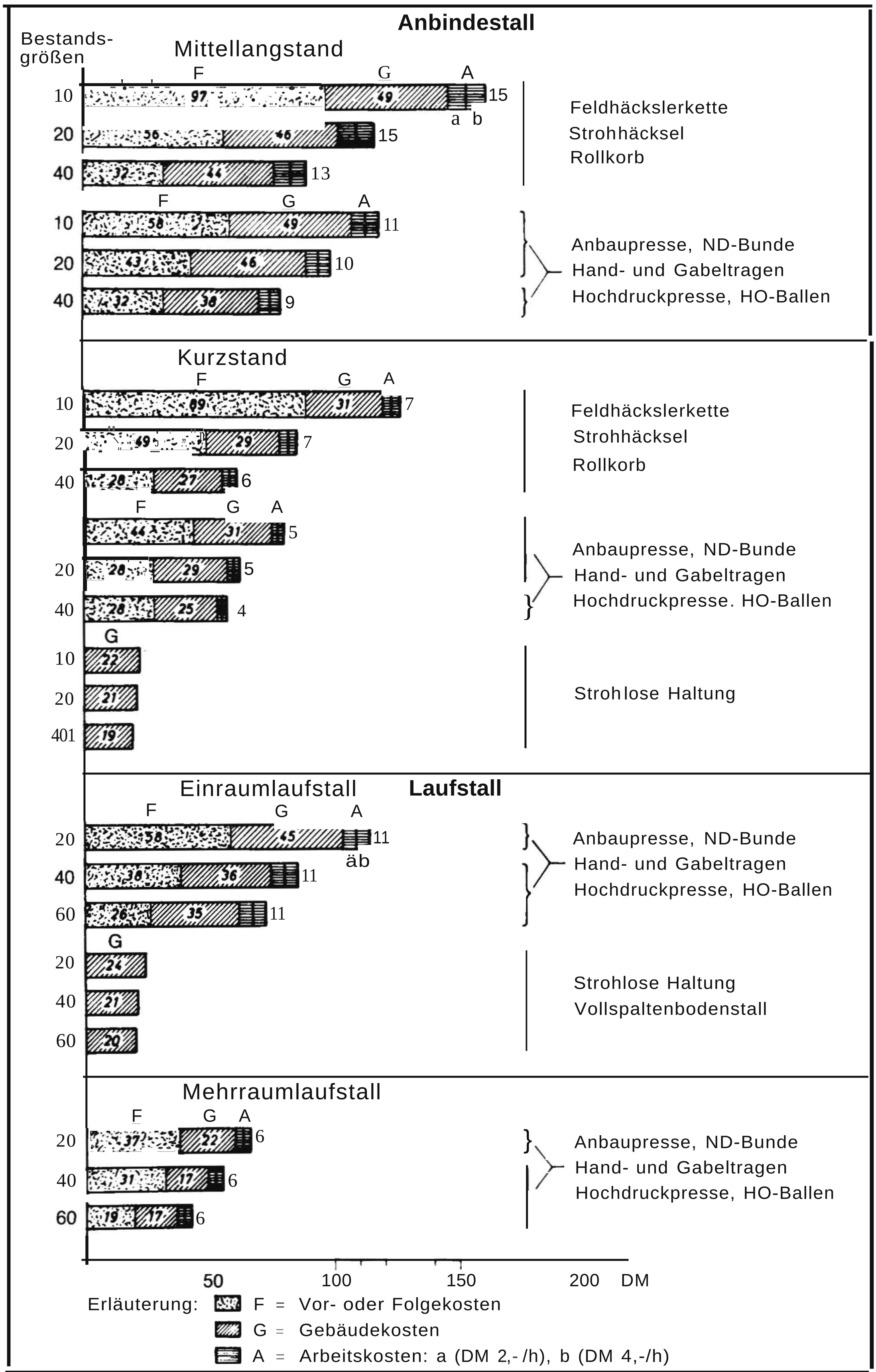


Tabelle 15 Verfahrensabhängige Gebäudekosten für den Arbeitsgang "Einstreuen" In DM je Kuh und Jahr

	10 Kühe				20 Kühe				40 Kühe				60 Kühe			
	N	H	B	I	N	H	B	I	N	H	B	I	N	H	B	I
Mittellangstand	49	49	-	-	46	46	-	-	44	-	38	-	-	-	-	-
Kurzstand	31	31	-	22	29	29	-	21	27	-	25	19	-	-	-	-
Einraumlaufstall	-	-	-	-	45	-	45	24	44	-	36	21	44	-	35	20
Mehrraumlaufstall	-	-	-	-	17	-	-	-	15	-	13	-	15	-	13	-

N = Bunde, H = Häcksel, B = Ballen, L = strohlos.

Tabelle 16 Kombination einstreusparender Haltungsformen zum Nachweis der wirtschaftlichen Vorzüglichkeit eines strohlosen Laufstalles mit LIegeboxen für Kühe in DM je Kuh/Jahr (DM 4,- Lohn/Std.)

Kuhbestand	Kostenart	Günstig. Verfahren Anbindestall (strohlos)	Günstig. Verfahren Mehrraum-laufstall (Ballen)	Verf.-Kombi-nation im Einraum-laufstall (strohlos)
20	F	21	37	24
	G		22	
	A		6	
	Gesamt-kosten	21	65	24
40	F	19	31	21
	G		17	
	A		6	
	Gesamt-kosten	19	54	21
60	F		19	20
	G		17	
	A		6	
	Gesamt-kosten		42	20

Erläuterung: F = mittelbare Kostenelemente, G = Gebäudekostenreduzierung,
A = unmittelbare Kostenelemente

solchen Boxenlaufstall, ebenso wie im einstreulosen Kurzstandstall, außer den Gebäudekosten alle mittelbaren (F) und unmittelbaren (A) Kostenelemente. Der Aufwand für Reinigung ist im Arbeitsgang Entmisten enthalten.

5. VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN DES ARBEITSGANGES FOTTERN

Der Zeitbedarf für die Fütterung des Milchviehs nimmt innerhalb des Gesamtarbeitsaufwandes für die notwendigen Stallvorgänge nach RÜPRICH (69, S. 436) etwa 15 bis 25 % ein.

Je GV und Tag sind bei verschiedenen Futterrationen 20 bis 60 kg zu bewegen, d. h. aus dem Lager zu entnehmen, aufzuladen, zu transportieren und zu verteilen (69, S. 437). Es gibt vielfältige Futterrationen für Rindvieh und in den meisten Betrieben ist es auch heute noch üblich, die Tiere vielseitig zu ernähren. Dies trifft vor allem für den Anbindestall zu, in dem rationierte Krippenfütterung durchgeführt wird. Das Futter wird dort vom Lager zum Tier gebracht. Erst die Beschränkung auf eine Grundfutterart je Mahlzeit führt zur Verfütterung von größeren einheitlichen Mengen und damit zur Verminderung des Arbeitszeitbedarfes. Die Verabreichung größerer Silagegaben ist eine Voraussetzung hierzu. Diese Entwicklung wird unterstützt durch die zunehmende Bevorzugung des Laufstalles, bei dem es möglich ist, die Organisation des Fütterns umzukehren und die Tiere zum Futter gehen zu lassen. Dadurch kann der Arbeitsaufwand für den Transport der Futtermittel entfallen. Vereinfachte Futterrationen sind auch Vorbedingungen für eine wirtschaftliche Mechanisierung der Fütterungsarbeiten, damit die Geräte eine möglichst große einheitliche Menge zu entnehmen, zu fördern und zu verteilen haben. Zur Lagerung verschiedener Futtermittel für eine vielseitige Fütterung muß dagegen ein größerer Raum vorhanden sein, der häufig nur schlecht ausgenutzt werden kann.

Das Transportieren von Futterstoffen entfällt bei der Selbstfütterung im Laufstall, läßt sich aber nur in Verbindung mit Flachsilos verwirklichen. (HANSEN, 27.) Die Futtervorlage aus Hochsilos erfordert regelmäßig Verteilerarbeit. In größeren Herden sollte sie deshalb mechanisiert werden. Wie RÜPRICH (69, S. 437) mitteilt, ist eine Verminderung des Arbeitszeitbedarfes der Rindviehfütterung bis zu 70 % im wesentlichen durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

1. EINSATZ VEREINFACHTER FUTTERRATIONEN,
2. GUTE BAUPLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG, Z. B. GÜNSTIGE ZUORDNUNG DER VORRATS- UND VERBRAUCHSRÄUME, EBENE VERKEHRSWEGE,
3. VERWENDUNG LEISTUNGSFÄHIGER TRANSPORTFAHRZEUGE,
4. MECHANISIERUNG DER FUTTERENTNAHME UND FUTTERVORLAGE.

Die Kosten für die Fütterung des Rindviehs werden von sehr verschiedenen Faktoren beeinflußt. Bei der Beurteilung des Gesamtverfahrens sind auch die Aufwendungen für die Futterbergung einzubeziehen. Es werden deshalb das Einbringen der Futterstoffe, ihre Ein- und Auslagerung am Hof, der Futtertransport und die Futtervorlage im Stall berücksichtigt. Weiterhin sind die anteiligen Maschinen- und Gebäudeansprüche wie in den anderen Arbeitsgängen zu berechnen. Der notwendige Raumbereich ist auch beim Füttern vom jeweiligen Arbeitsverfahren und von der Haltungsform der Tiere abhängig.

Die verwendeten Verfahren für die Arbeitserledigung und ihre Kostenelemente sind aus Tabelle 17 zu entnehmen. Aus den möglichen Lösungen mußte eine Auswahl getroffen werden. Es handelt sich um bewährte Futterernte-, Einlagerungs- und Entnahmeverfahren, die einen unterschiedlichen Mechanisierungsgrad aufweisen. Die Arbeitsketten haben für Anbinde- und Laufstall eine weitgehend gleiche Ausrüstung erhalten, im Mehrraum-Laufstall kommt als Variante die Selbstfütterung aus Flachsilos hinzu.

Zur Berechnung der Arbeitskosten (40) wird eine Futterration vorausgesetzt mit 30 kg Silage, 2 kg Kraftfutter und 2 kg Heu je Tier und Tag. Die Silagefütterung bezieht sich auf 200 Stallhaltungstage, für die übrigen 165 Tage ist Weidebetrieb vorgesehen mit etwas Beifütterung von Heu im Stall. Heu- und Kraftfuttergaben fallen also gleichmäßig für 365 Tage an. Die Heuvorlage erfolgt mit Gabelwurf im Anbindestall, im Laufstall ist

Tabelle 17 Kostenelemente für den Arbeitsgang "Füttern"

	Arbeitsverfahren	Arbeitskosten		Maschinenkosten		Gebäudekosten
		unmittelbar	mittelbar		unmittelbar	verfahrensabhg.
Abdeckung: all	Hochsilo (Langgut) Schubkarre, Heu im Gabelwurf	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuun	Heu u. Silage bergen	½ Fuderlader ½ Heuzange	-	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsi 10
	Hochsi 10 (Langgut) Selbstgreifer f. Silage, Futterwagen, Heu im Gabelwurf	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Fuderlader ½ Selbstgreifer	½ Selbstgreifer	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsilo
	Hochsilo (Häckselgut), Obenfräse, Schubstange, Heu im Gabelwurf	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Feldhäcksler ¼ Univ.-Wag. ½ Wurfgebl.	Obenfräse, Schubstange	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsilo
	Flachsilo (Häckselgut), Frontlader, befahrb. Futtertisch, Heu im Gabelwurf	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Feldhäcksler 1/4 Univ.-Wag.	¼ Frontlader	Stallbereich Füttern; Heulager. Flachsilo
Laufs: all	Hochsilo (Langgut) Schubkarre, Selbstf. f. Heu	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Fuderlader ½ Heuzange	-	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsi 10
	Hochsi 10 (Langgut) Selbstgreifer f. Silage, Futterwagen, Selbstf. f. Heu	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Fuderlader ½ Seibstgr.	½ Selbstgreifer	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsilo
	Hochsilo (Häckselgut) Obenfräse, Schubstange, Seibstfütterung f. Heu	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Feldhäcksler 1/4 Univ.-Wag. ½ Wurfgebl.	Obenfräse, Schubstange	Stallbereich Füttern; Heulager, Hochsilo
	Flachsilo (Häckselgut) Frontlader, befahrb. Futtert., Selbstf. f. Heu	entnehmen, transport., verteilen, Krippen säub., Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Feldhäcksler 1/4 Univ.-Wag.	¼ Frontlader	Stallbereich Füttern; Heulager, Flachsi 10
	Flachsilo (Häckselgut), Selbstfütterung f. Heu u. Silage	verteilen, Futterplatz säubern, Weidebetreuung	Heu u. Silage bergen	½ Feldhäcksler 1/. Univ.-Wag. (+ 15 % Luxuskonsum)	-	Stallbereich. Füttern; Heulager, Flachsi 10

Selbstfütterung aus Raufen vorgesehen. Neben dem Arbeitszeitbedarf für die Stallfütterung ergeben sich während des Austriebs auch Aufwendungen für die Weidebetreuung, die besonders auf die hier unterstellte Portionsweide zurückzuführen sind. Die zugrunde gelegten Kalkulationsdaten stützen sich auf Angaben von VOGEL (82).
Die in Tabelle 17 angegebenen Arbeitshilfsmittel werden für die verschiedenen Verfahren der Rindviehfütterung anteilig berechnet. Unmittelbare Maschinenkosten treten nur auf, wenn die FuUervorlage mechanisiert wird. Alle anderen Kosten der Maschinenbenutzung entstehen durch die Futterernte einschließlich Unterbringung der Futterstoffe. In Tabelle 18 sind Preise und Kosten für eine Herde von 20 Kühen aufgeführt. Die bei den Ma-

Tabelle 18 Preise und Kosten der verwendeten Maschinen und Geräte für die Bergung und Vorlage des Rindviehfutters

	Preise DM	Gesamtkosten bei 20 Kühen DM
Fuderlader	3600,,-	347,,-
Heuzange	3000,-	278,,-
Feldhäcksler	5000,,-	774,,-
Universalwagen	6000,,-	537,,-
Wurfgebläse	6500,,-	710,,-
Selbstgreifer	10000,.-	1 343,.-
Silo-Obenfräse	4500,,-	899,.-
Frontlader	2500,,-	279,,-
Schubstange *)	60. | 36,-	16,06 | 10,66

*) je Kuh: Anbindestall 50 cm; Laufstall 30 cm (einseitige Fütterung)

Tabelle 19 Verfahrensabhängige Gebäudekosten für den Arbeitsgang "Füttern" in DM je Kuh und Jahr

	10 Kühe				20 Kühe				40 Kühe				60 Kühe			
	N	SW	OS	FF	N	SW	OS	FF	N	SW	OS	FF	N	SW	OS	FF
Mittellangstand	80	80	77	71	78	78	75	69	76	76	73	67	-	—	-	-
Kurzstand	80	80	77	71	78	78	75	69	76	76	73	67	-	-	-	-
Einraumlaufstall	-	-	-	-	63	63	63	55	63	63	63	54	63	63	63	54
Mehrraumlaufstall	-	-	-	-	68	68	68	56	68	68	68	56	68	68	68	56

N = Normalverfahren (Hochsilo - Handarbeitsstufe)
SW = Hochsilo - Greifer - Futterwagen
OS = Hochsilo - Obenentnahmefräse - Schubstange
FF = Flachsilo - Frontlader - Futtertisch im Anbinde- und Einraumlaufstall bzw. Flachsilo - Selbstfütterung im Mehrraumlaufstall

schinenberechnungen zu berücksichtigenden fixen und variablen Kosten wirken sich unterschiedlich auf Bestandsgröße und Aufstallung aus und erfahren in der nachfolgenden Gesamtbewertung eine differenzierte Betrachtung. Als Anhaltspunkt enthält die Tabelle daher nur die Gesamtkosten für 20 Kühe. Für die mechanische Fütterung ist die vielseitige Schubstange als Beispiel vorgesehen. Sie ist aufstallungsabhängig. So muß im zweireihigen Anbindestall eine Förderlänge von 50 cm/Kuh, im Laufstall je nach Ausnutzung (ein- oder zweiseitige Fütterung) nur von 15 bis 35 cm/Kuh berücksichtigt werden. Die Futterernte ist bei allen Verfahren mechanisiert, so daß die Vorkosten stets Beträge für Lademaschinen enthalten.

Wegen schwieriger Einordnung in andere Bereiche wird den indirekten Vorkosten, die hauptsächlich durch die Futtergewinnung beeinflußt werden, beim Verfahren Selbstfütterung aus Flachsilos der in wiederholten Beobachtungen festgestellte Luxuskonsum der Tiere als Verlustwert hinzugerechnet. Die Unterstellungen stützen sich auf Untersuchungen von HANSEN (27). Der Verlust läßt sich wie folgt ermitteln:

200 Futtertage x 30 kg Silageverzehr = 6000 kg Silagefutter x 150 StE/kg = 900 KStE
1 KStE = DM 0,29, 15 % Verlust von 900 KStE = 135 KStE x DM 0,29 = **DM** 39,15 je Kuh.

Die Gebäudekosten werden beim Füttern ebenso wie in den vorangegangenen Arbeitsgängen verfahrensabhängig zugewiesen. Die Fütterungsverfahren der Handarbeitsstufe beziehen sich auf die von der speziellen Gebäudekostenberechnung (S. 22) übernommenen Normeinheiten. Entsprechende Zu- oder Abschläge werden bei den höher mechanisierten Verfahren berücksichtigt. Es ändert sich beispielsweise die Breite von Barren und Futtergang bei Übergang auf die Schubstangenfütterung von 165 cm auf 140 cm im Anbindestall und verringert damit die **Gebäudekosten** geringfügig gegenüber der Normalausführung. Ist der Silagetransport aus Flachsilos zum Anbindestall mit dem Frontlader vorgesehen, wird zwar der befahrbare Futtertisch wieder erforderlich, dagegen reduzieren sich die Baukosten der Silobehälter. Der oft angeführte Unterschied auftretender Silierverluste zwischen Hoch- und Flachsilo mußte vernachlässigt werden, da auf keine gesicherten Ergebnisse zurückgegriffen werden konnte. Wie bereits im speziellen Gebäudekostenteil angegeben, betragen die Kubikmeter-Preise für den Hochsilo DM 60,- und für den Flachsilo DM 45,-. In Tabelle 19 werden die Veränderungen der verfahrensabhängigen Gebäudekosten für den Arbeitsgang Füttern aufgezeigt.

Die Daten für die Beurteilung von Fütterungsverfahren sind auf den Schaubildern 5 und 6 zusammengestellt worden. Daraus geht hervor, daß die direkten Arbeitskosten im Verhältnis zu den Arbeitsgängen Einstreuen und Entmisten einen größeren Anteil innerhalb der verschiedenen Kostenarten einnehmen. Es muß auch als Tatsache hingenommen werden, daß durch eine Mechanisierung der Futterzuführung und -verteilung die Kosten tür die Handarbeit zwar einzuschränken sind, dieser Vorteil jedoch nur mit entsprechend hohen Maschinenkosten erkauft werden kann.

Die mechanisierte Entnahme des Futters aus den Lagerbehältern und eine Verteilertechnik vermag den Arbeitszeitbedarf bis zu 70 % zu senken. Von der Kostenseite betrachtet, sind hochmechanisierte Arbeitsverfahren aber nur in größeren Herden mit Laufstallbetrieb zu vertreten. Für kleinere Bestände ist hauptsächlich in Anbinde- und Einraum-Laufställen der mit dem Feldfahrzeug befahrbare Futtertisch überlegen. Die mechanische Fütterung kann allerdings für Altbauten vorteilhaft werden, wenn die Stallbreite für eine Durchfahrt mit Schlepper und Wagen nicht ausreicht.

Im Laufstall weisen rationierte Fütterungsverfahren bessere Ergebnisse als im Anbindestall auf (vgl. Schaubilder 5 und 6).

Bei Verwendung gleicher Verfahrenseinheiten für beide Stallformen sind deutliche Unterschiede erkennbar, die vor allem durch die Reduzierung von Maschinen- und Vorkosten sowie Gebäudekosten beim Laufstall entstehen.

Die Bergekosten nehmen 20 bis 30 % des Gesamtwertes ein und erreichen bei verschiedenen Verfahren in kleineren Herden DM 70,- bis DM 100,- je Kuh. Die anteilige Gebäudebelastung beeinflußt die Kosten beim Arbeitsgang Füttern durch Bergeräume und Silobehälter ebenfalls erheblich (DM 60,- bis DM 80,- je Kuh).

SCHAUBILD 5 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FÜR DAS FÜTTERN

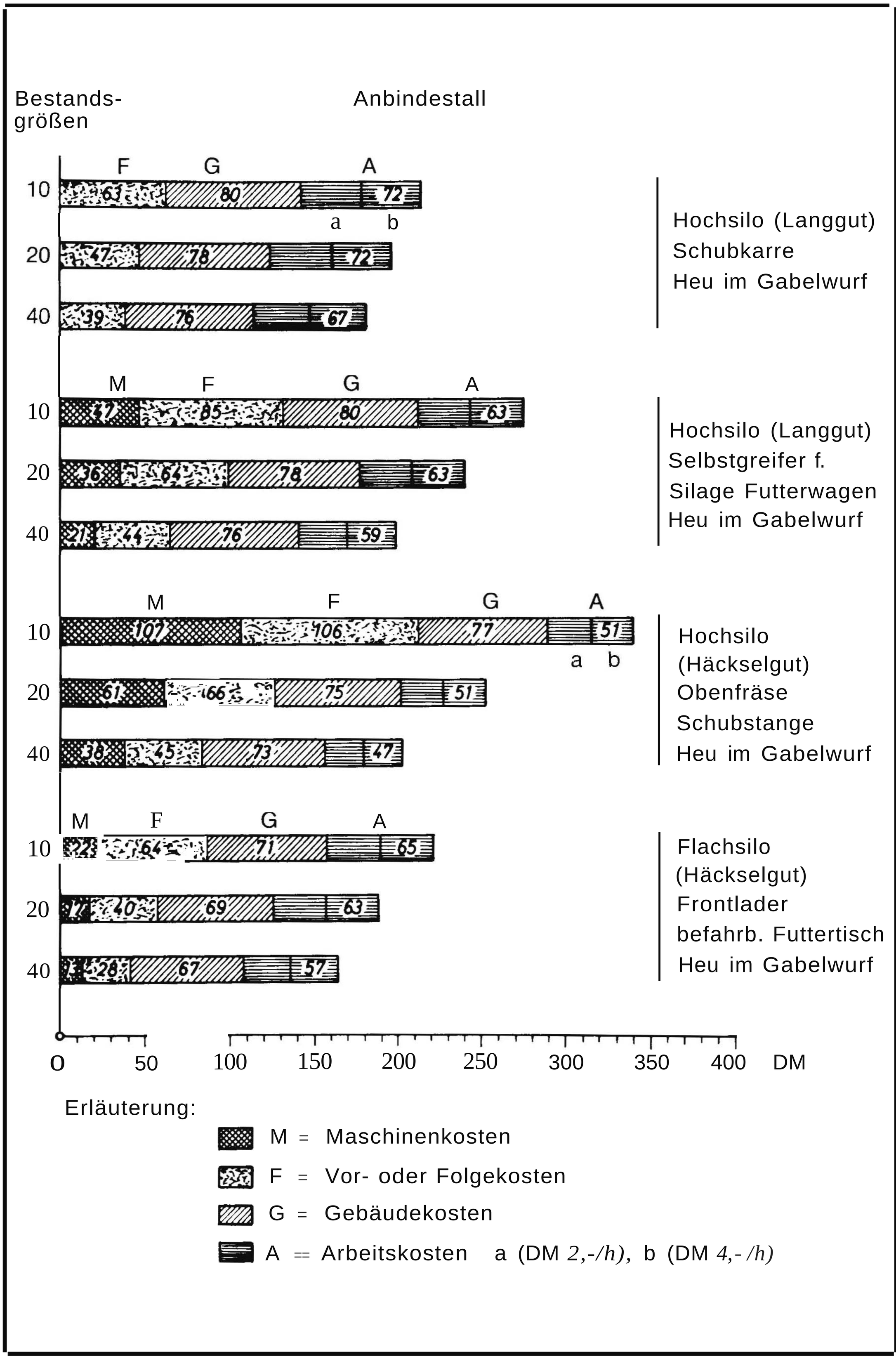
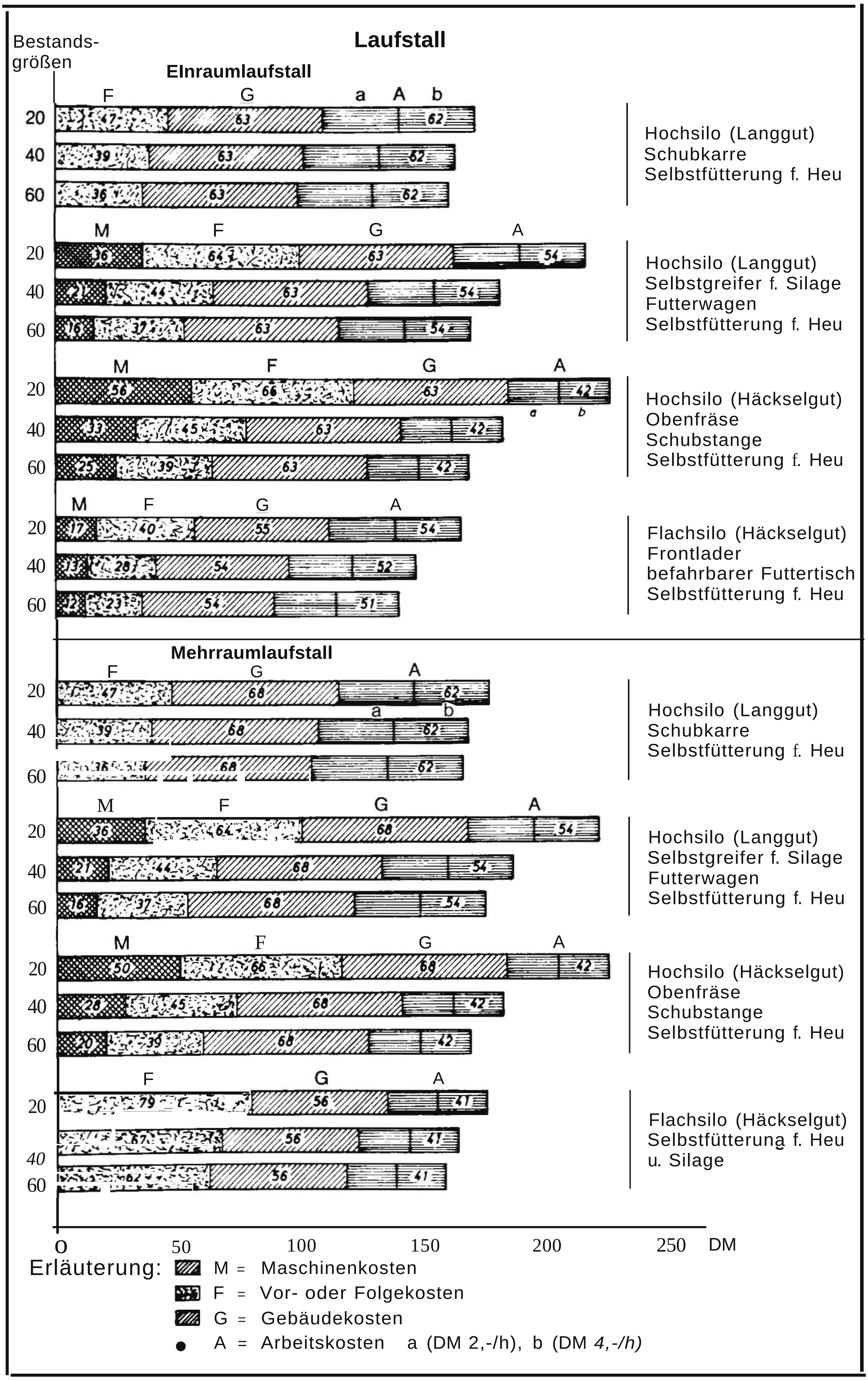


SCHAUBILD 6 VERFAHRENSABHÄNGIGE KOSTEN IN DM JE KUH UND JAHR FOR DAS FOTTERN



Die Laufstallhaltung ist für mittlere und größere Milchviehbestände besonders dann günstig zu beurteilen, wenn die Fütterung ganz oder teilweise zentralisiert und gegebenenfalls als Selbstfütterung durchgeführt werden kann.

Tabelle 20 Vergleich kostengünstiger Fütterungsverfahren für Anbinde- und Laufställe in DM je Kuh und Jahr (DM 4,- Lohn/Std.)

Kuhbestand	Kostenart	Günstiges Verfahren Anbindestall (Frontlader)	Günstiges Verfahren Mehrraumlaufstall (Selbstfütterung)	Günstiges Verfahren Einraumlaufstall (Frontlader) **)
20	M	17		17
	F	40	79*)	40
	G	69	56	55
	A	63	41	54
	Gesamt-kosten	189	176	166
40	M	13		13
	F	28	67*)	28
	G	67	56	54
	A	57	41	52
	Gesamt-kosten	165	164	147
60	M			12
	F		62*)	23
	G		56	54
	A		41	51
	Gesamt-kosten		159	140

Erläuterung:
*) F = erhöhte mittelbare Kosten durch Luxuskonsum (39,- DM/Kuh) **) Selbstfütterung für Heu
M = Maschinenkosten, F = Folgekosten, G = Gebäudekosten, A = Arbeitskosten

In Tabelle 20 werden kostengünstige Fütterungsverfahren für Anbinde- und Laufställe nebeneinander gestellt. Der Vergleich zeigt, daß bei zweckmäßiger Kombination das Füttern im Laufstall immer günstiger abschneidet als im Anbindestall mit den an die starre Futterachse gebundenen Arbeiten. Der Vorteil der rationierten Fütterung im Laufstall wird um so größer, je weniger einerseits Investitionen für die Futtervorlage ins Gewicht falJen und je mehr andererseits an teuren Gebäudekosten einzusparen ist.
Der befahrbare Futtertisch verursacht im verbesserten Einraumlaufstall geringere Kosten, sobald ein Freßplatz für mehrere Tiere oder zumindest schmalere Stände als in Anbindeställen vorgesehen sind. Unter gleichen Voraussetzungen beansprucht die mechanische

Fütterung bei ganzjähriger Stallhaltung den weitaus geringsten Arbeitszeitbedarf. Somit ist die Eingliederung günstiger Verfahren des Fütterns weniger an die jeweilige Haltungsform des Milchviehs gebunden, sondern hängt in erster Linie von der Bauausführung der Stallanlagen ab.
Wenn es gelingt, die arbeitskostensparende Selbstfütterung von Silage aus Flachsilos mit geringeren Futterverlusten als bisher zu betreiben, wird diese Fütterungsmethode von der Kostenseite her zweifellos am besten zu beurteilen sein.

6. KOMBINATION DER KOSTENELEMENTE ZUR FESTSTELLUNG ZWECKMÄSSIGER STALLHALTUNGSFORMEN FÜR MILCHVIEH

Die Betrachtung der bei den einzelnen Arbeitsgängen in Frage kommenden Lösungsmöglichkeiten geht davon aus, daß ein Betrieb auf Arbeitszeitersparnis und Erleichterung bedacht ist und dafür Verfahren sucht, die geringe Gebäude- und Arbeitshilfsmittelkosten verursachen. Die Arbeitskosten liegen auf der Handarbeitsstufe außerordentlich hoch (vgl. Schaubilder 1 bis 6). Erst mit dem Einsatz technischer Hilfsmittel können Zeiteinsparungen erzielt werden. Die Analyse von Kostenelementen, die durch die Tierhaltung entstehen, zeigt jedoch auch, daß nur die Mechanisierung mehrerer Arbeiten eine nennenswerte Senkung der unmittelbaren Kosten für die Arbeitserledigung bringt. Weiterhin haben Vor- und Folgekosten einen beachtlichen Einfluß auf die Gesamtkosten der Stallhaltung. Daher ist es angebracht, die Kosten für Futter- und Strohbergung sowie für die Dungausfuhr einzubeziehen. Ein solches Vorhaben kommt außerdem nicht ohne Berechnung der dazugehörigen Gebäudeteile aus. Damit werden alle haltungsbedingten Kostenelemente beim Milchvieh berücksichtigt, wodurch es möglich ist, den Gesamtwert jedes Arbeitsganges zu ermitteln.
Tabelle 21 enthält die Gesamtkosten aller untersuchten Verfahren, getrennt nach den vier Hauptarbeitsgängen - Melken, Entmisten, Einstreuen, Füttern - aufgetragen. So entsteht ein Schema, mit dessen Hilfe durch Addition nicht nur Kostenmodelle üblicher, sondern auch neuartiger Stallformen zusammengestellt werden können. Der Zweck der durchgeführten Untersuchung einzelner Arbeitsgänge auf ihre Verfahrenskosten ist darin zu sehen, Haltungselemente der Anbinde- und bisherigen Laufställe getrennt darzustellen. Bei der Anwendung des Schemas kam es insbesondere darauf an, kostengünstige Kombinationen für funktionsgerechte, strohsparende Laufställe zu finden. Die Experimente mit diesen Aufstallungen, über die im Teil 11 berichtet wird, sind davon wesentlich beeinflußt worden.
Besteht die Absicht, einen Verfahrensablauf zu ändern, muß das zunächst in dem jeweiligen Abschnitt für die speziellen Berechnungen eines Arbeitsganges vorgenommen und dieser neue Betrag in das Schema übertragen werden.
Um vergleichbare Aggregationen zu erhalten, sind für die unmittelbaren Arbeitskosten gleiche Stundenlöhne vorgesehen. Sie können wahlweise weggelassen werden, wenn ein anderer Vergleichsgang zur Anwendung kommen soll. Das gilt vornehmlich für die Behandlung kleinerer Herden von 10 bis 15 Kühen im Familienbetrieb. Bei einer Bewertung der aufgewendeten Arbeitszeit mit Löhnen, die für eine Fremdarbeitskraft aufgebracht werden müßten, ist daher zu berücksichtigen, daß der Anteil der Arbeitskosten an den Gesamtkosten in kleineren Beständen im Vergleich zu größeren Herden zu hoch liegt. Ein Beispiel möge dies verdeutlichen: In einem Anbindestall mit Kurzständen erhält man für die Entmistung unterschiedliche Daten, wenn Handarbeitsverfahren und mechanisierte Verfahren verglichen werden. In Verbindung mit dem Einstreuen gebracht, stellt sich heraus, daß der kleinere Bestand gegenüber der größeren Kuhherde ungünstiger abschneidet, wenn man für die Arbeitsstunde einen Betrag von DM 4,- einsetzt.

Dagegen wird die Entmistung von Hand vorteilhafter, wenn die Kosten für den direkten Arbeitszeitbedarf vernachlässigt werden. Andere Kostenelemente treten dann in den Vordergrund, und dabei zeigt sich, daß die Belastungen durch Folge- und Lagerraumkosten geringer sind als beim mechanischen Verfahren. Die verfügbare Zeit für diese Arbeiten ist in einem Betrieb mit 10 Kühen ohnedies schwer erfaßbar. Im Lohnarbeitsbetrieb ist der vorgenommene Ansatz mit festen Stundenlöhnen dagegen berechtigt, da in der Regel Spezialarbeitskräfte in einem Produktionszweig voll ausgelastet werden.

Die unterschiedlichen Ergebnisse für das Füttern auf dem Nomogramm der Tabelle 21 sind in ihrer Zusammensetzung aus den Schaubildern 5 und 6 hervorgegangen. Die Verfahren der Futterernte und Futtervorlage verursachen insbesondere in kleineren Beständen relativ hohe Kosten, wenn vollmechanische Arbeitsketten eingesetzt werden. So liegen die Kosten für die Kombination Hochsilo mit Fräse und Schubstange im Anbindestall höher als die mit Frontladerfütterung aus Flachsilos. Auf Grund des geringeren Kapitalbedarfes dürfte, unter Vernachlässigung der Verluste, die Selbstfütterung aus dem Flachsilo für kapitalschwache Betriebe in Verbindung mit Laufställen im einen oder anderen Fall interessant sein. Selbstgreifer und Hochsilo weisen weniger Maschinen- und Bergekosten auf als der Hochsilo, der mit Gebläse beschickt und mit Fräse entleert wird. Die Verwendung des Greifers ermöglicht dagegen keine vollautomatische Fütterung, da der Greifer von Hand gesteuert werden muß. Für den Anbindestall empfiehlt sich bis zu 40 Kühen nach wie vor der befahrbare Futtertisch. Die Mehrkosten mechanischer Futterverteilanlagen im Anbindestall entstehen hauptsächlich durch die größere Länge der Einrichtung je Kuh. Im Laufstall mit getrenntem Futterplatz wird eine wesentlich kürzere mechanische Förderstrecke benötigt.

Innerhalb der Arbeitsgänge ist eine direkte gegenseitige Beeinflussung nur zwischen Entmisten und Einstreuen festzustellen. Hier zeigen sich echte Ansätze zu besserer Gestaltung von Liegeplätzen und von Entmistungsverfahren. Mit Hilfe des Kombinationsschemas ist es möglich, verschiedene Elemente aus Anbinde- und Laufställen herauszulösen und logisch zusammenzubringen, wenn eine Auswahl für neuartige Methoden wie etwa für Flüssigmist-Bereitung, Rostboden und strohlosen Liegeplatz getroffen werden soll.

Verbindet man beispielsweise den Wert des Arbeitsganges "Entmisten" für einen Stall mit Spaltenboden auf dem Freßplatz einschließlich eingestreuter Liegefläche und den entsprechenden Wert des einstreulosen Kurzstandes, so verringern sich bei 20 Kühen die Kosten von DM 142,- (Entmisten DM 77,- + Einstreuen DM 65,- = DM 142,-) auf DM 98,- je Kuh (Entmisten DM 77,- + Einstreuen DM 21,- = DM 98,-), was bereits die verwirklichte Lösung mit Liegeboxen und Spaltenbodenlaufgang darstellt. Abhängig von der Bestandsgröße können die passenden Daten der Fütterung und des Melkens hinzugenommen werden. Die innerhalb der besprochenen Arbeitsgänge herausgestellten optimalen Lösungen für Laufställe wurden bei Aufstellung der Tabelle 21 berücksichtigt. Lediglich die Kosten für Melkstände ohne eigene Melkräume (s. Tabelle 8, S. 26) sind im Bedarfsfall gegen die Kostenbeträge anderer Melkverfahren auszutauschen. Mit dieser Kostenkombination kann nachgewiesen werden, daß flächensparende Laufställe nicht nur arbeitswirtschaftlich vorteilhaft sind, sondern auch hinsichtlich der auftretenden Kosten günstig beurteilt werden müssen. Der geringe Zeitbedarf für die Arbeitserledigung in einem Liegeboxenstall entsteht durch Anwendung der besten Verfahren in Anbinde- und Laufställen. Die Verbindung optimaler Lösungen aus zwei völlig verschiedenen Stallformen kann somit herausgestellt und nutzbar gemacht werden.

Ein weiteres Beispiel ist der herkömmliche Mehrraumlaufstall mit Einstreu. Die Erfahrungen der letzten Jahre bestätigen, daß die Vorteile eines mehrteiligen Laufstalles nur dann zur Geltung kommen, wenn sich die Stroh-Stalldung-Kette mit geringerer Belastung bewältigen läßt. Auch die Trennung des Freßplatzes vom Liegebereich führt nicht immer zu reduzierten Streustrohgaben, da bei ungünstigen Witterungsverhältnissen häufig Schmutz von freien Laufflächen zum Ruheplatz getragen wird und zum vermehrten Einstreuen zwingt. Dieser wechselnde Bedarf beeinflußt Arbeitsaufwand und Kosten der

Tabelle 21

Kombinationsschema

zur Ermittlung kostengünstiger Haltungsformen für Milchvieh in DM/Kuh/Jahr

Erläuterungen:

Kostenbereich **Anbindestall** = inneres Feld (10, 20, 40 Kühe)

Kostenbereich **Laufstall** = äußeres Feld (20, 40, 60 Kühe)

Bei Zusammenstellung der Daten für eine bestimmte Haltungsform kann aus jedem Arbeitsgang (z. B. Entmisten) nur ein Wert in die Addition eingesetzt werden. Das gilt auch für Kombinationen zwischen Laufstall und Anbindestall.

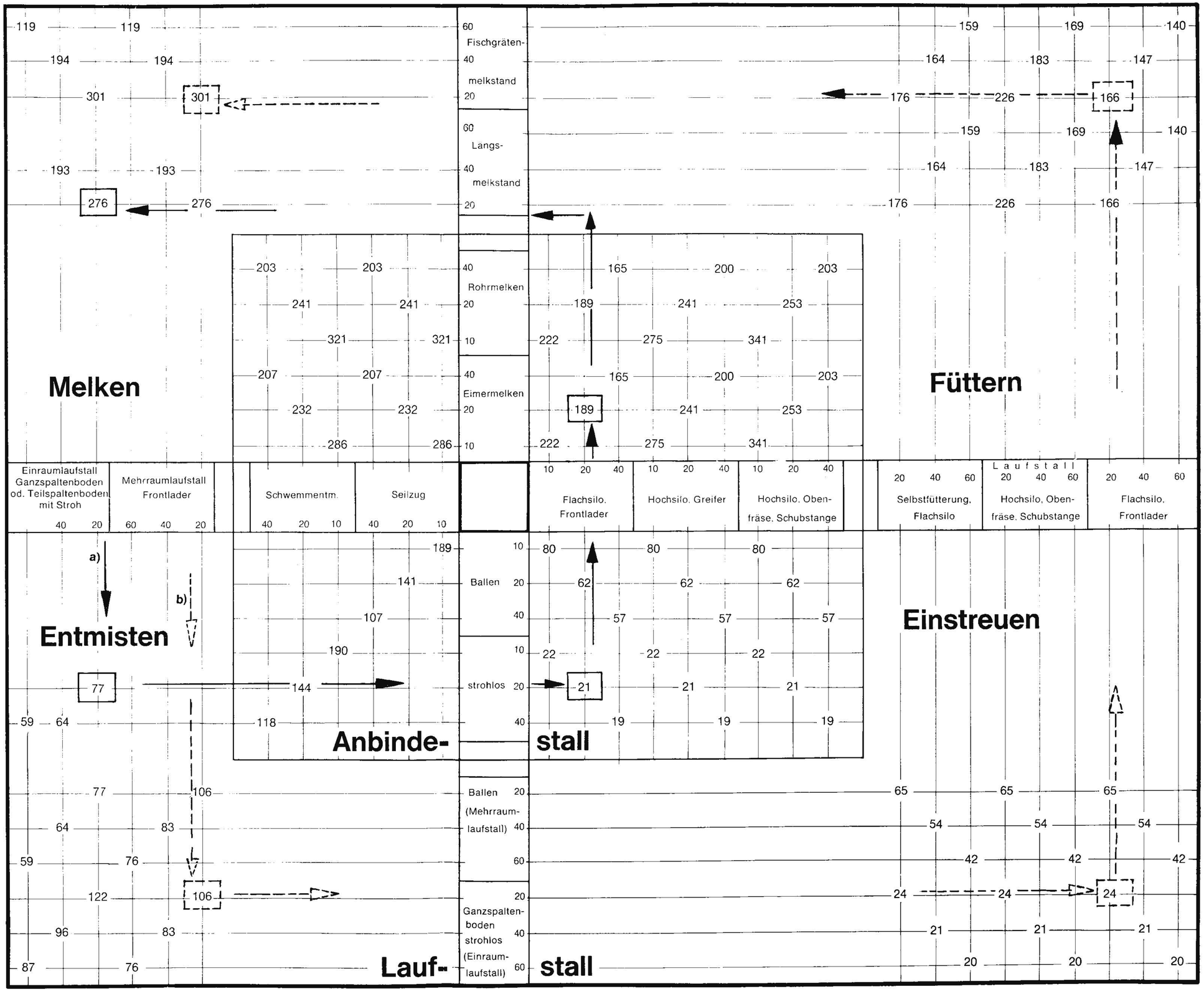
Beispiele:

a) geschlossener Laufstall mit Liegeboxen und Spaltenbodenlauffläche

$\boxed{77} + \boxed{21} + \boxed{189} + \boxed{276} =$
$= 563,—$ DM/Kuh/Jahr

b) Offenlaufstall mit Liegeboxen und planbefestigter Lauffläche

$\boxed{106} + \boxed{24} + \boxed{166} + \boxed{301} =$
$= 597,—$ DM/Kuh/Jahr



Strohernte, erfordert genügend große Bergeräume und belastet die mit dem Einstreuen bis zum Wiederausbringen des Stalldungs verbundenen Arbeitsvorgänge. Ferner benötigt die Säuberung umfangreicher Laufflächen in Regenperioden immer noch zu viel Zeit. Es gilt also, den bisher hohen Strohverbrauch in Mehrraumlaufställen zu beseitigen und gleichzeitig die Reinigung der begangenen Flächen zu erleichtern. In klimatisch milderen Lagen wäre daher die Unterteilung des bisher eingestreuten Liegeplatzes im Offenlaufstall mit Ruheboxen eine Maßnahme, die den Betrieb dieser Ställe vereinfachen könnte. Abgesehen davon, daß derartige Anlagen bereits auf einigen Betrieben vorhanden sind, weist auch ein Kombinationsversuch den Vorteil dieser Stallhaltungsänderung nach. Das kann unter Umständen schon bei 20 Kühen - mit einem kostengünstigen Fütterungsverfahren zusammengebracht ebensogut abschneiden wie ein richtig organisierter Kurzstand-Anbindestall mit Absaugleitung.

Beispiel für die Zusammensetzung der Positionen:

Mehrraumlaufstall mit
Liegeboxen: DM 106,- + DM 24,- + DM 166,- + DM 301,- = DM 597,-.
Kurzstand-Anbindestall mit
Schwemmentmistung: DM 144,- + DM 21,- + DM 189,- + DM 241,- = DM 595,-.

Mit Ausnahme des Vollspaltenbodenstalles, der durch die völlige Unterkellerung höhere Gebäudekosten aufweist, besitzen die aus den Kombinationen hervorgehenden strohsparenden Stallhaltungsformen mit Liegeboxen eine wirtschaftliche Vorzüglichkeit gegenüber traditionellen Aufstallungen. In erster Linie wird im Grünlandbetrieb und für futterbaustarke Betriebe mit Einstreumangel ein derart verbesserter Laufstall ab 25 Kühen eine echte Alternative sein. Die bisher guten Erfahrungen mit Liegeboxen entsprechen somit den theoretischen Betrachtungen. Diese Aufstallung wird nicht nur tierhalterischen Forderungen gerecht, sondern ist auch von der Kostenseite her vertretbar.
Zusammenfassend kann zum Teil I gesagt werden, daß die Methode der getrennten Bewertung sämtlicher verfahrensabhängiger Elemente der Milchviehhaltung geeignet sein kann, Planung und Einordnung von Aufstallungen zu erleichtern. Das gilt vor allem für die Ermittlung kostengünstiger Stallösungen in den bäuerlichen Veredelungsbetrieben, die vor einer Erweiterung ihres Viehbestandes stehen.

TEIL 11

ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG STROHSPARENDER BOXENLAUFSTÄLLE

In den folgenden Ausführungen werden die vielseitigen baulichen und technischen Aspekte untersucht, die mit dem Betrieb von Boxenlaufställen auftreten können. Zunächst wird ein kurzer Überblick über die Entwicklung und die Verbreitung einstreuloser Laufställe gegeben. Daran schließt sich eine Diskussion der bisherigen Arbeiten und Erfahrungen mit den neuartigen Boxenlaufställen im In- und Ausland an. In einem weiteren Abschnitt wird über Art und Umfang spezieller Versuche berichtet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse beeinflußten sowohl von der Grundkonzeption her als auch mit den grundsätzlichen Möglichkeiten ihrer Anwendung inzwischen in einer Reihe von Betrieben den Bau von Laufställen. Weitere Ställe sind in Planung bzw. stehen kurz vor der Vollendung.

A. ÜBERSICHT OBER DIE BISHERIGE ENTWICKLUNG IM IN- UND AUSLAND

Die Arbeiten von NORDB0 (52) ermöglichten in Norwegen etwa seit 1954 die Anwendung des Spaltenbodens in Betrieben mit starker Rindviehhaltung. Anzutreffen ist dieser Rostbodenbelag in Laufställen, deren gesamte Fläche damit ausgelegt ist. Die Tiere stehen und liegen auf dem Spaltenboden und werden dort auch gefüttert. Unter dem Spaltenboden befindet sich ein Dungkeller oder eine Grube, wohin der durchgetretene Kot fällt. Der Dungkeller wird mit dem Frontlader entmistet, die Grube im Flüssigmistverfahren entleert. Damit konnte erstmalig ein geschlossener Laufstall einstreulos betrieben werden. Inzwischen lehrten die Erfahrungen (21, S. 470), daß Vollspaltenbodenställe nur für Jungvieh und gegebenenfalls für Mastvieh zu empfehlen sind. Schwere Kühe dagegen liegen sich auf den schmierigen Balken leichter auf und sind in Gefahr, beim Aufstehen, Hinlegen und Gehen auszurutschen. Haltungsschäden (43) können auch entstehen, wenn die Tiere infolge der unbequemen Auflage nicht genügend ruhen.
Versuche, Kühe auf andere Art in Laufställen mit wenig Einstreu zu halten, wurden zunächst in den USA (51) und Großbritannien (44), dann in Irland (18) und zum Teil in den skandinavischen Ländern sowie auch in Mitteldeutschland (72) durchgeführt. In Westdeutschland werden etwa seit 1961 einstreusparende Laufställe für Kühe erprobt und genauer beobachtet (27). Auch in Holland (20) und Österreich (46) sind inzwischen Untersuchungen eingeleitet worden. Es handelt sich um Laufställe, in denen jede einzelne Kuh wieder einen eigenen Liegeplatz erhält. Gegenüber der nichtunterteilten Liegefläche mit 6 bis 15 kg täglicher Einstreumenge je Tier brauchen jetzt nur die Einzelliegeplätze eingestreut zu werden. Die große Liegefläche wird also durch frei begehbare Ruheboxen ersetzt, deren Flächenausmaß ähnlich wie im Mittellangstand den Tieren angepaßt ist. Es bleibt die unbeschränkte Beweglichkeit zum getrennten Freßplatz und zum Melkstand wie im mehrteiligen Laufstall erhalten.
Diese Stallform umgeht die noch nicht beseitigten Schwierigkeiten und Behinderungen für Milchkühe auf Vollspaltenböden, ermöglicht aber gleichzeitig eine weitgehend einstreuunabhängige Tierhaltung.

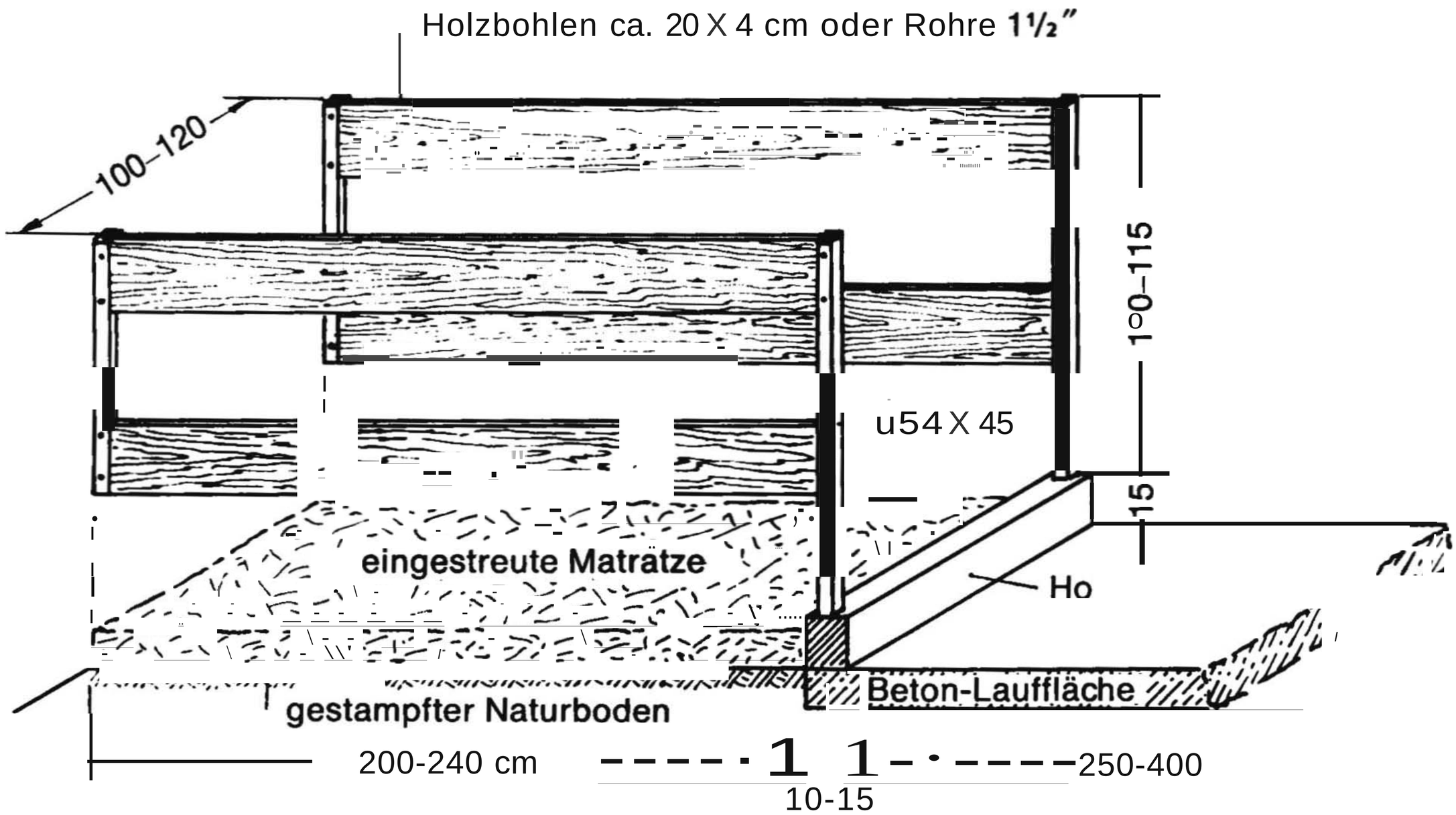


Abb. 1 Ansicht einer Liegeboxe mit eingestreuter Matratze auf Naturboden. Der Laufgang Ist planbefestigt

Die Entwicklungen in Süddeutschland (16) sind insbesondere von den ersten amerikanischen Erfahrungen mit Liegeboxen im offenen Laufstall beeinflußt worden. Sie werden in Abschnitt C und D dargelegt. Vorweg ist noch von den bisher bekannt gewordenen Arbeiten und Ergebnissen der Liegeboxhaltung des In- und Auslandes zu berichten.
Der erste Boxenlaufstall in Nordamerika (loose housing with cubicles) wurde von dem Farmer Adolph Oien im Staate Washington errichtet. Er baute seinen alten laufstall mit den Abmessungen von 30 X 8,4 m um und brachte im gleichen Raum zwei Reihen Einzelboxen an den Längswänden unter, mit den Maßen 1,20 X 2,30 m für schwarzbunte "Holsteins". Die Abteilungen erhielten eine leicht eingestreute Matratze, die nach MÖLLENBROCK (50) 60 bis 70 % von der üblichen Einstreumenge einsparte. Da die Boxen nur vorwärts zu betreten waren, gelangte der meiste Kot und Harn auf den befestigten Mittelgang, der mit dem Frontlader gereinigt werden konnte. Damit ließen sich zwei we-

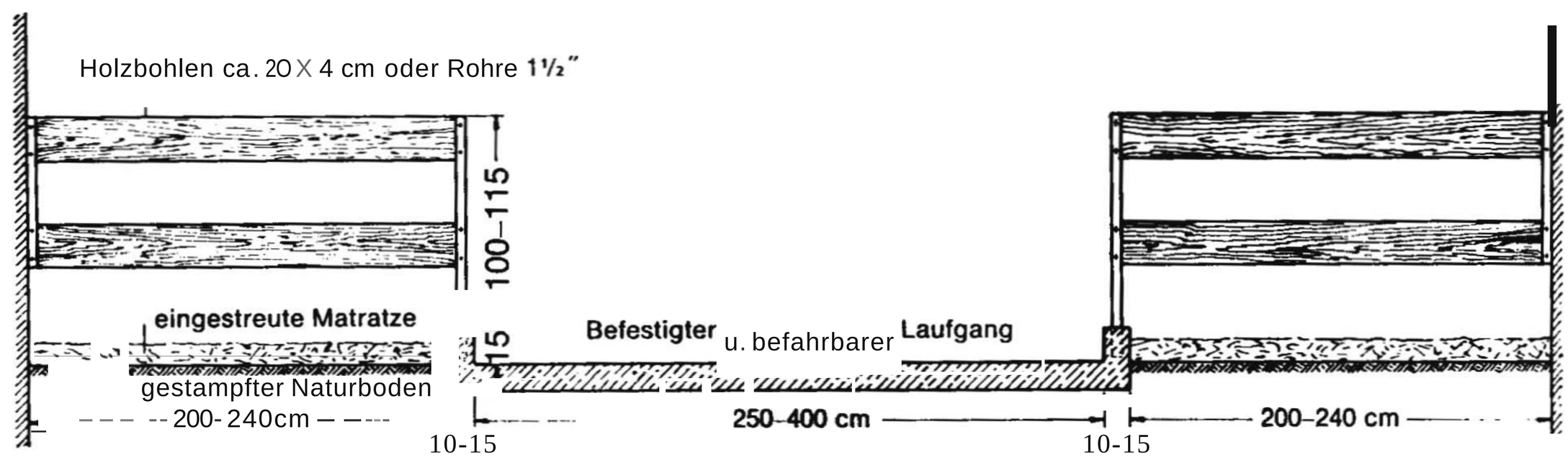


Abb. 2 Eingestreute Liegeboxen mit mittlerem, befestigtem Laufgang. Säuberung mit Schiebeschild oder Frontlader

Tabelle 22 Beobachtungen in 17 (A – Q) englischen Boxenlaufställen
(Auszug nach D. Long)

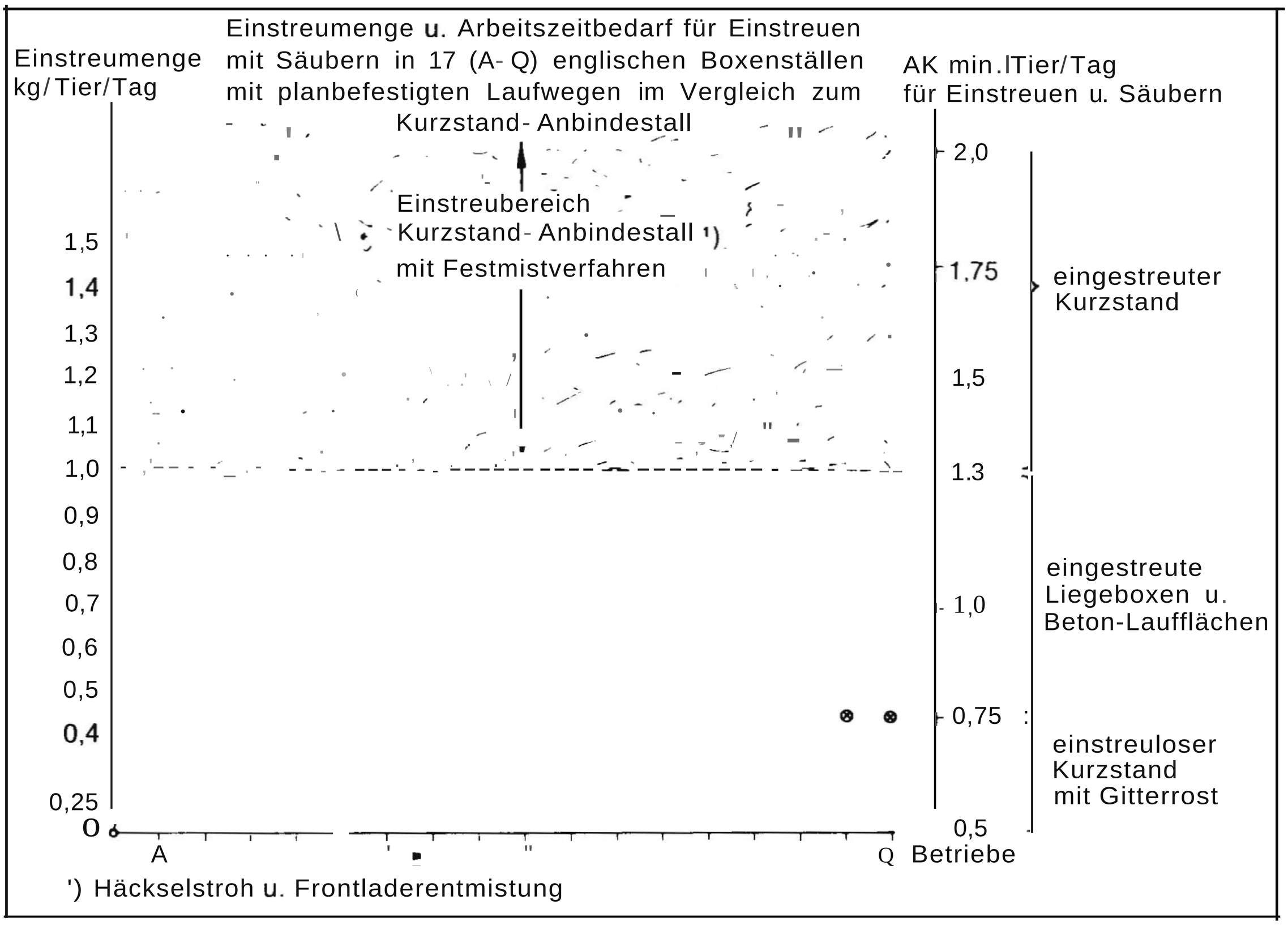
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Ø
Kuhzahl	21	28	21	100	32[1])	31	93	40	36	60	40	40	56	40	39	48	50	46
Boxenzahl	23	31	33	85	62	29	96	38	43	56[2])	44	54	55	40	40	18	50	47
Einstreu je Boxe und Woche in kg	6,5	3,6	3,2	2,7	1,4	3,2	3,9	9,0	5	3,9	3,2[3]) 1,6	4,1	9,0	6,0[4])	4,5	3,2	3,2	4
Sauberkeit der Liegefläche [5])	+	+°	/	+	+	I	I	+	I	I	I	+	/	I	—	I	—	I
Laufgangbreite in cm	304	395	304	395	395	245	183	304	304	304	366	460	230	335	275	488	167[6]) 304	329
Säuberung der Laufwege je Woche	7x	7x	3-4x	7x	7x	7x	7x	7x	7x	7x	7x	3x	6x	7x	2x	7x	7x	6x
Zeitdauer für Säuberung min/Tag	5-10	15	20-25	60	—	30	90	60	10	30	60	10	20	10-15	20	20	5	28
Anzahl der Kühe ohne Boxenbenutzung	2	0-1	0-1	3	3	—	3	3	—	0-1	0-1	—	1	—	—	—	1	1
Sauberkeit der Kühe [5])	+°	+°	+	I	+°	+	/	+°	+	+	+°	+°	I	+°	+	I	/	+

Erläuterungen:

[1]) mit Jungvieh
[2]) getrennte Haltung trockenstehender Tiere
[3]) 3,2 kg Strohäcksel oder 1,6 kg Sägemehl
[4]) geschätzt
[5]) +° = ausgezeichnet
+ = sehr gut
I = gut
/ = etwas verschmutzt, aber trocken
— = schlecht
[6]) bei Spaltenbodenlaufgang: 167 cm breit

sentliche Vorteile vom Anbindestall übernehmen: geringere Belastung durch die Einstreu und günstiger Einsatz eines Gerätes für die Dungbeseitigung auf der Mistachse zwischen den Liegereihen. Freßplatz und Melkstand sind wie im mehrteiligen Laufstall bei A. Oien getrennt, so daß die Tiere ihre Boxen nur zum Ruhen aufsuchten und überwiegend auf den Laufflächen abkoteten. Diese Stallanlage ist ein Kaltstall.
Wenig später wurden in den USA Versuche mit Warmställen in Gebieten mit ungünstigen Klimaverhältnissen angestellt (50). Liegeboxen, Lauffläche und Freßplatz mit Futtertisch befinden sich bei dieser Lösung in einem festen Gebäude.
Mit Hilfe vorgefertigter Teile für Stallwände und Inneneinrichtungen begann die Firma Golay „Chore – Boy" als erstes Unternehmen, Boxenlaufställe serienmäßig herzustellen. Die Professoren DUFFEE und BRUNS, Universität Madison, Wisconsin (9), unterstützten diese Entwicklung mit verschiedenen Testen und Untersuchungen. F. W. DUFFEE: „Es ist das faszinierendste auf dem Gebiet des Stallbaues, was wir seit Jahren gesehen haben." (12)
Etwa zur gleichen Zeit befaßten sich englische Farmer mit dem Problem der Liegeboxen im Laufstall. 1961 konnte ein Betrieb in England bereits eine einjährige Erfahrung aufweisen. Von D. LONG (44) im Jahre 1963 angestellte Beobachtungen in 17 englischen Farmen brachten aufschlußreiche Aussagen. Er notierte, neben den angetroffenen Abmessungen, einige wichtige mit dieser neuen Aufstallung verbundenen Vorgänge, wie Verschmutzung, Einstreubedarf, Boxenbenutzung usw.
Auszugsweise sind einige Ergebnisse in Tabelle 22 übernommen worden. Bemerkenswert an dieser Studie ist die Feststellung, daß sich die Tiere bei entsprechenden Abmes-

SCHAUBILD 7 EINSTREUMENGE UND ARBEITSZEITBEDARF FOR EINSTREUEN MIT SÄUBERN IN 17 (A-Q) ENGLISCHEN BOXENSTÄLLEN MIT PLANBEFESTIGTEN **LAUFWEGEN IM VERGLEICH ZUM** KURZSTAND-**ANBINDESTALL**



sungen ihrer Abteile im Boxenstall wesentlich sauberer halten können als früher im eingestreuten Laufstall.

Der keilförmig verlaufende Abschluß des Liegeplatzes scheint sich in England gut bewährt zu haben. Die Tiere erhalten in der sich bildenden Mulde ein bequemes Lager (Abb.5). Dagegen stehen sie auf der Schräge ungern und treten beim Abkoten aus der Boxe einen Schritt zurück auf den angrenzenden Laufgang.

LONG (44, S. 87) weist darauf hin, Füttern und Tränken nicht in den Boxen vorzunehmen. Derartige Anordnungen erbrachten nach seiner Aussage eine größere Verschmutzung des Liegebettes. Um die Herde an die veränderte Aufstallung zu gewöhnen, hängten verschiedene englische Betriebe einzelne schwierige oder ängstliche Tiere kurze Zeit, vor allem nachts, in den Liegeabteilungen fest oder sperrten sie darin ein. Für rindernde Kühe standen häufig in größeren Herden abgetrennte Buchten bereit.

Nach Schaubild 7 liegen die notwendigen Streumengen zur Sauber- und Trockenhaltung der Boxen in den englischen Ställen im Bereich zwischen eingestreutem Kurzstand-Anbindestall mit Festmistgewinnung und einstreulosem Schwemmentmistungsstall. Der Arbeitsaufwand für Einstreuen und Reinigen der Boxen einschließlich der Laufwege mit Freßplatz ist etwa um ein Drittel höher als in einstreulosen Aufstallungen mit gut funktionierender Gitterrost-Schwemmentmistung. Eine arbeitswirtschaftliche Verbesserung gegenüber einem modernen Anbindestall dürfte daher nur mit rationellen Fütterungsverfahren und dem Gruppenmelken im Melkstand, also etwa erst ab 25 Kühen, zu erzielen sein. Die Bestandsgrößen der zitierten englischen Beobachtungen liegen zwischen 21 und 100 Kühen.

Ebenfalls günstig erwiesen sich die Ergebnisse der Liegeboxenhaltung auf dem Versuchsgut des Instituts für Pflanzenzüchtung (71) in Großlüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschafts-Wissenschaften in Mitteldeutschland. Dort wurde ein Offenstall für Jungvieh mit Liegeboxen im Jahre 1959 eingerichtet und 1961 ebenfalls ein Offenstall für Milchvieh umgebaut. Man verwendete bei diesen Versuchen auch erstmalig den Spaltenboden auf den Laufwegen zwischen den Liegeboxenreihen. Die Beobachtungen wurden an 119 Jungrindern, zur Hälfte in einem Offentieflaufstall und zur Hälfte in einem Offenstall mit Liegeboxen gehalten, durchgeführt. Sie zeigten, daß es bei ein- bis zweitägiger Säuberung der betonierten Lauffläche mit dem Schiebeschild möglich ist, im Liegeboxenstall für 3/4 bis 1½ Jahre alte Jungtiere mit 0,2 kg Häckselstroh je Tier und Tag einen trockenen und sauberen Liegeplatz zu schaffen. Im Durchschnitt aller Beobachtungen wurden 99,6 % aller ruhenden Tiere in den Liegeboxen angetroffen. Die fortgesetzten Beobachtungen an 128 Milchkühen brachten ein gleich gutes Resultat. Durch die Einstreu von 30 cm Torf und 10 cm Sägemehl auf eine Kiesbettung in der Liegebox konnte den Tieren über mehrere Monate ohne Nachstreuen ein trockener und sauberer Liegeplatz zur Verfügung gestellt werden. Im Durchschnitt aller Beobachtungen befanden sich 99,8 % aller ruhenden Kühe in den Liegeboxen.

Abb.3 Liegeboxen im Offenstall

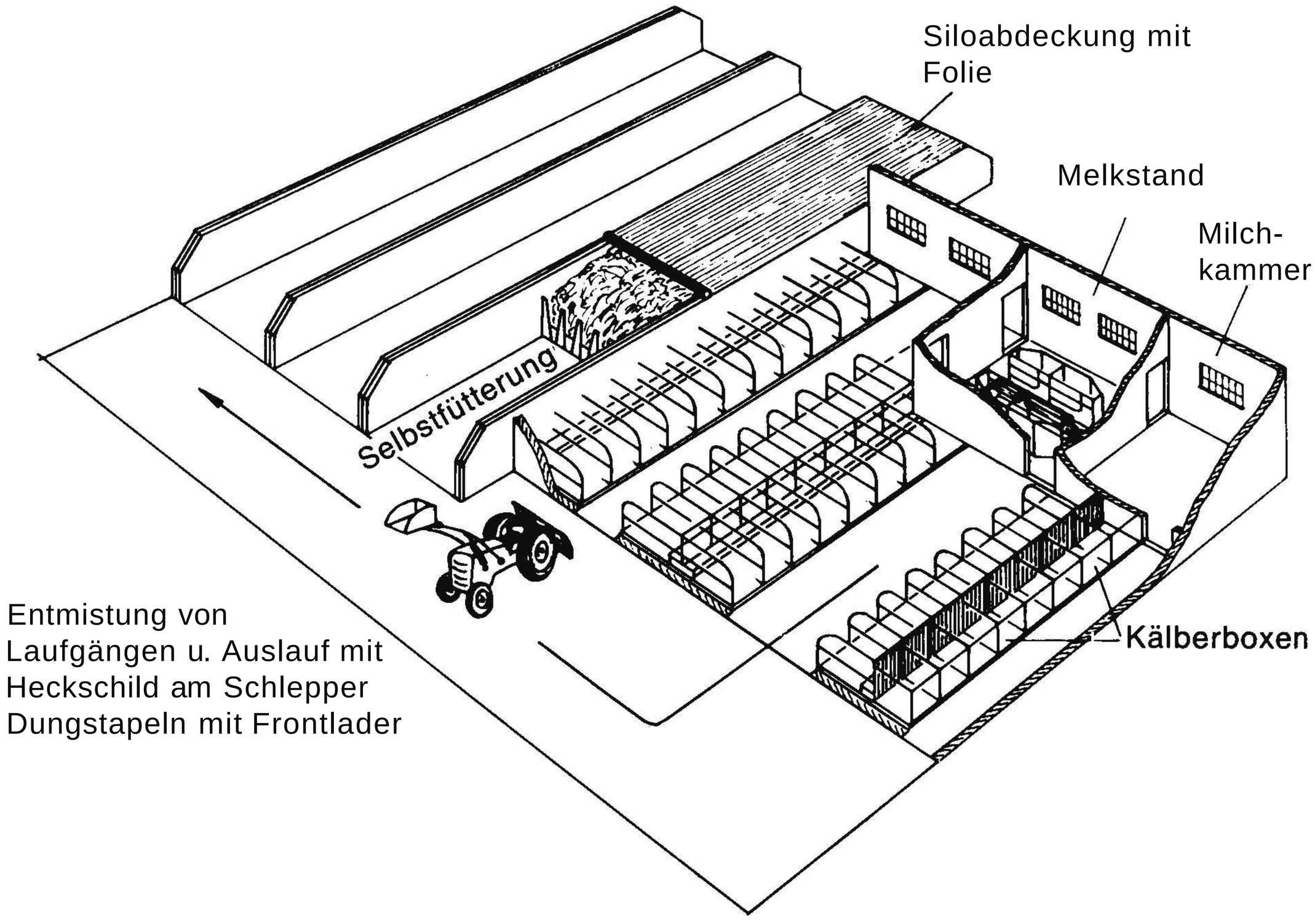


Abb. 4 Boxenlaufstall mit planbefestigter Lauffläche und Selbstfütterung in Flachsilos

Auch in Irland (18) hat man sich mit der Boxenaufstallung für Rindvieh eingehend befaßt. Dort besteht in vielen futterbaustarken Betrieben Strohmangel, so daß die Milchviehhaltung in einem "Losestall mit Einzelruheplätzen" als ein Weg zur Kostensenkung in einstreuarmen Betrieben angesehen wird.

Nach dem US-Vorbild entstand weiterhin auf dem Versuchsbetrieb Karlshof in Stuttgart-Hohenheim ein Versuchsstall zunächst für 10 Kühe (58). Es handelte sich um einen Offenstall mit eingefügten Liegeboxen. Während der kurzen Versuchsdauer konnten wichtige Einzelheiten für Boxenabmessungen, Verkleidungen und Zuordnung der Funktionsbereiche geklärt werden. Sie führten schließlich dazu, eine größere Anlage für 40 Kühe einzurichten (5). Das Ergebnis der Boxenbelegung ist nach anfänglich zögernder Benutzung, die auf anderweitige Ruhemöglichkeiten während der Weidezeit zurückgeführt wird, außerordentlich gut. Geblieben ist die tägliche Laufhofreinigung dieses im Ruhebereich verbesserten mehrteiligen Offenlaufstalles mit zum Teil nicht überdachten Laufflächen. Durch die Aufstellung der Liegeboxen konnte lediglich das Streustrohproblem gelöst werden. Die Stallanlage dient unter anderem zur Klärung der Frage, wie lange den Tieren in den wenig eingestreuten Boxen - also ohne wärmende Mistmatratze - die Offenstallhaltung im Winterhalbjahr zugemutet werden kann.

Einige Teste zur Ermittlung einer baukostensparenden Rinderhaltung mit versetzbaren und überdachten Liegeboxen führte der Landtechnische Verein in Bayern im Jahre 1962 durch. Wie in Hohenheim stellte sich auch hier heraus, daß Boxen als geschlossene Käfige von den Tieren ungern betreten werden und sie sich in diesem Falle lieber auf dem Laufgang zur Ruhe legen.

An Hand der aus verschiedenen Ländern stammenden Erfahrungen und Beurteilungen wird im folgenden versucht, einen zusammenfassenden Überblick über die Funktion und das Raumprogramm des nichttemperierten mehrteiligen Laufstalles mit Liegeboxen zu geben.

B. KONSTRUKTIONSELEMENTE UND ARBEITSVERFAHREN IN BOXENLAUFSTÄLLEN MIT PLANBEFESTIGTEM FRESSPLATZ

In der einfachsten Ausführung bestehen Boxenställe aus einer oder mehreren Reihen von Ruheboxen (32). Dazwischen verlaufen planbefestigte Lauf- und Kotgänge, mit Stufen oder Schwellen von den Liegeplätzen abgesetzt. Außer der andersartigen Gestaltung des liegebereiches sind in dieser Stallanlage Futter- und Liegeplatz und Lauffläche je nach Anordnung mehr oder weniger scharf getrennt. Im Ruhebereich befinden sich keine Fütterungs- und Tränkeinrichtungen. Die Kühe werden im Melkstand gemolken.

Ein Laufstall mit Liegeboxen bringt jedem Tier wieder eine eigene abgegrenzte Ruhefläche, ohne daß jedoch die Tiere angebunden sind. Soweit eine eingestreute Auflage verwendet wird, kann diese als Matratze längere Zeit im Stall verbleiben und benötigt wenig Material zum Nachstreuen (0,2 bis 1 kg/GV/Tag). Diese weitgehend einstreuunabhängige Tierhaltung ist besonders interessant für futterbaustarke Betriebe, wo bisher für die Stallhaltung im Winterhalbjahr häufig Streumaterial zugekauft werden mußte. Der Bergeraumbedarf für Stroh wird dadurch wesentlich geringer.

liegeboxenanordnungen im Laufstall nutzen Stallräume besser aus. An Stelle der früher geforderten 4 bis 6 qm Fläche je Tier werden bei Unterteilung nur noch 2 bis 2½ qm je Liegeplatz benötigt.

1. ANORDNUNGEN UND ABMESSUNGEN VON LIEGEBOXEN

Die wesentlichsten Bauvorschläge für Boxen sind auf dem Musterblatt in Abb. 5 zusammengestellt worden. Es handelt sich um bereits bewährte Ausführungen für Kaltställe sowie für leicht isolierte Liegehallen.

Folgende Abmessungen sind durch die verschiedenen Vorschläge und Beispiele bei Trennung von Ruhe- und Freßbereich unter Vernachlässigung der Primitivlösung (Freiluft-hütten) bekannt geworden:

a) 2 Boxenreihen längs der Stallwand à 2,20 bis 2,40 m lang mit einem Mittelgang zwischen 2,50 und 3,70 m breit. Das entspricht einer Stallbreite von rund 7 bis 8,50 m.
b) Mehrreihige Boxenanordnung mit Mittelgängen, z. B. 4 Reihen Ruheboxen und zwei Laufgänge. Die Stallbreite würde hier je nach gewählten Maßen 14 bis 17 m betragen.
e) Die Aufstellung der Boxen in Fischgrätenstellung erspart Platz, so daß auch schmalere Räume genutzt werden können; die Stallübersicht wird allerdings ungünstiger.

Die Maße für Liegeboxenställe mit planbefestigter Lauffläche sind zusammengefaßt in Tabelle 23 wiedergegeben.

Ober eine Stufe gelangen die Tiere zu ihrem mit Rohren oder Stangen abgegrenzten Liegeplatz von 1 bis 1,15 m Breite und 2,20 bis 2,40 m Länge. Mit der Stufenanordnung soll eine klare Trennung von Liegebereich und Lauffläche erreicht werden, da letztere gleichzeitig auch als Dungablage für die Tiere vorgesehen ist. Die Abmessungen und Standbegrenzungen verhüten weitgehend ein Verschmutzen durch Bewegen in der Längsrichtung und durch Wenden und Querstehen der Tiere.

Abb.5 Liegeboxenbauarten für Kaltställe (mit Einstreu)

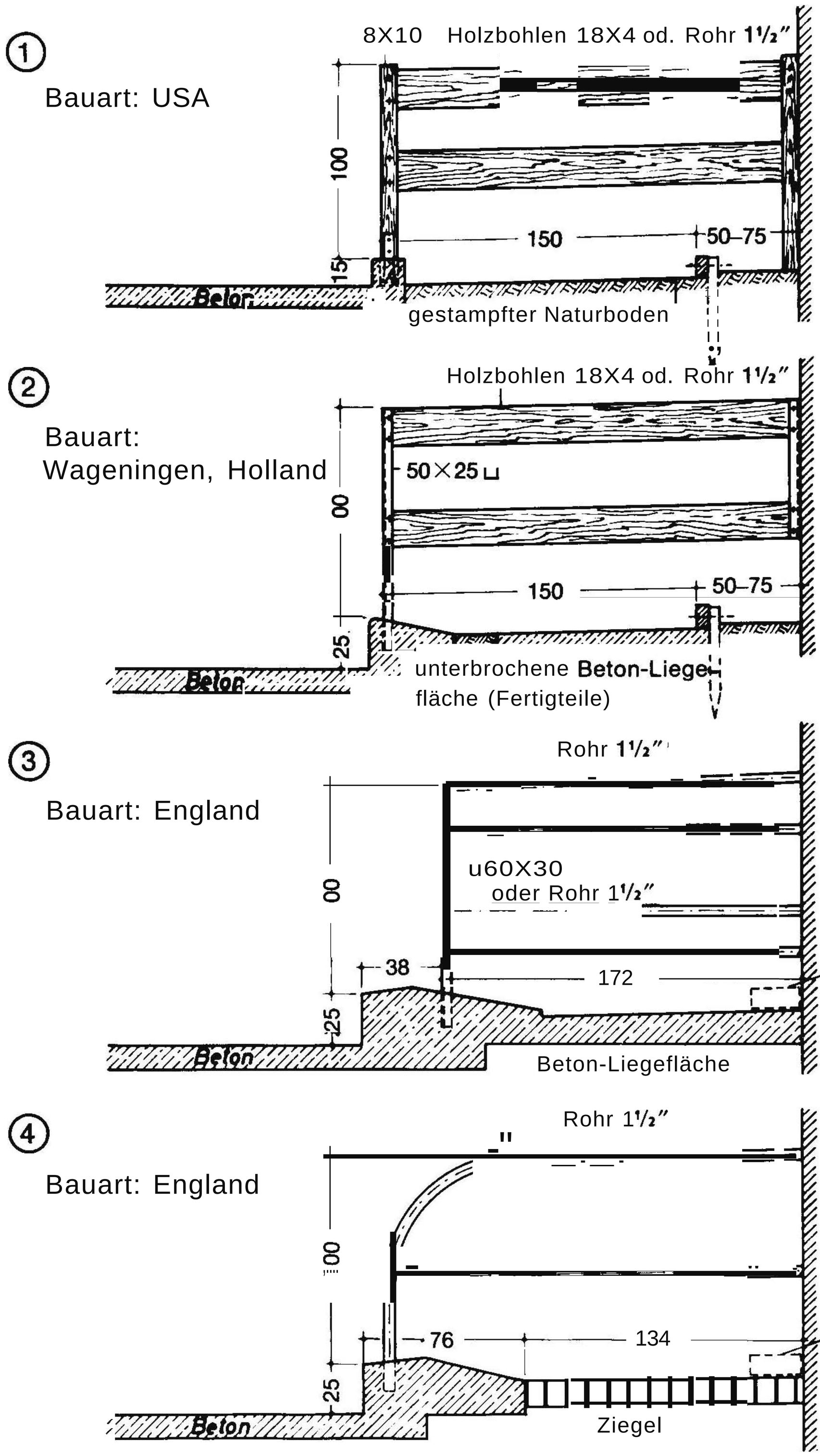


Tabelle 23 Zusammenstellung der Abmessungen von Boxenlaufställen mit planbefestigter Lauffläche
(Maße aus den USA, Mitteldeutschland, England und Holland)

Bauelemente	Offenstall einreihig nur Boxenreihe überdacht cm	Halboffenstall zweireihig 3 Seiten geschlossen, mit 1 Mittelgang cm	Ställe halboffen und geschlossen; 4-6relhig, mit 2-3 Mittelgängen cm
Boxenlänge	259	200-244	183–228
Boxenbreite	105-135	105-135	92-137
Höhe der Boxen-abgrenzung über Häckselkante	122	122 ')	105-130 ')
Art der Boxen-begrenzung	Bohlen	Rohre, Bohlen, Wand	Rohre, Bohlen, Wand
Häckselkante (Höhe innen/außen)	30/20	0/25 und 30/20 [2])	25/15
Häckselkante (Breite)	15	15	15-20
Mittelgang (Breite)		244-370	213–305

Bemerkungen:

1) Unterstes Rohr liegt 35–45 cm über Boden.

') Vorschlag aus England: Boxenabschluß hinten mit 20° Anstieg ab 1,3 m auf 13 cm Höhe, Höhe über Durchgang 25 cm.

Boxen mit Stufen oder Häckselkante müssen lang genug sein, damit das Tier eine ausreichende Auflage vorfindet und keine geschwollenen Gelenke auftreten. Die Abteile sind mit einer Stroh-, Torfmull- oder Sägemehlmatratze ausgestattet, die in gewissen Zeitabständen erneuert werden muß und auf Magerbetonunterlage oder auf dem gewachsenen Boden aufgebracht werden kann. Zur besseren Bindung der Streulage gibt man verschiedentlich geringe Mengen Kalk oder Stallsuperphosphat dazu. Die um 20 bis 30 cm erhöhte Lage der Boxen verhindert eine größere Verschrnutzung vom Dunggang aus.
Mit der längeren Abmessung kann der hintere Boxenteil jedoch nicht immer völlig saubergehalten werden. Eine gewisse Abhilfe ist möglich, wenn im Vorderteil der Liegeboxe verstellbare Querriegel untereinander nach vorne versetzt angebracht werden, so daß die Kuh im Stehen mehr zum Boxenausgang gedrängt wird, zum Liegen aber die ganze Boxentiefe zur Verfügung hat (45). Damit ältere Tiere keine Behinderung beim Aufstehen erfahren, kann ein im ersten Drittel angebrachter Balken oder eine Kopfstütze verhindern, daß sich diese Tiere zu weit in die Boxe hineinlegen (20). Nicht alle Tiere gewöhnen sich sofort an Liegeboxen und legen sich lieber am Freßplatz und im Kotgang zur Ruhe. In der Regel suchen sie jedoch dann in der kälteren Jahreszeit gerne die eingestreuten Kojen auf.

2. DUNGBESEITIGUNG

Wenn die Gänge zwischen den Boxen nicht breit genug sind (unter 2,40 m), wächst die Verunreinigung stark an und wird vermehrt auf die eingestreute Liegefläche getragen - auch bei täglicher Reinigung. Englische Untersuchungen (45) geben an, daß die Breite der planbefestigten Laufwege von der Stallänge abhängig ist. Längere Gänge sollten demnach entsprechend breit angelegt werden.
Die bereits erwähnte Kante als Abschluß des Liegeplatzes ist auch erforderlich, um eine Führung und Anlage für die Geräte bei der Dungbeseitigung zu erhalten und hierbei das Eindringen von Jauche und Kot in das Liegebett zu verhindern. Die regelmäßig alle 1 bis 2 Tage durchzuführende Reinigung der Lauffläche wird mit dem Frontladerschlepper oder mit einem Schiebeschild vorgenommen (Abb. 6). Der Lauf- und Dunggang erhält ein Längs- und Quergefälle von rund 1 %. Da handgesteuerte Geräte eingesetzt werden, muß die Entmistung auf planbefestigten Flächen möglichst einfach erfolgen können. Klare Fluchtlinien der Mistachsen sind hierzu Voraussetzung, Abwinkelungen stören den Arbeitsablauf. Ober die zweckmäßige Anlage der Kotsammelplatte wird in den Ausführungen über entsprechende Versuche noch berichtet (Seite 80).

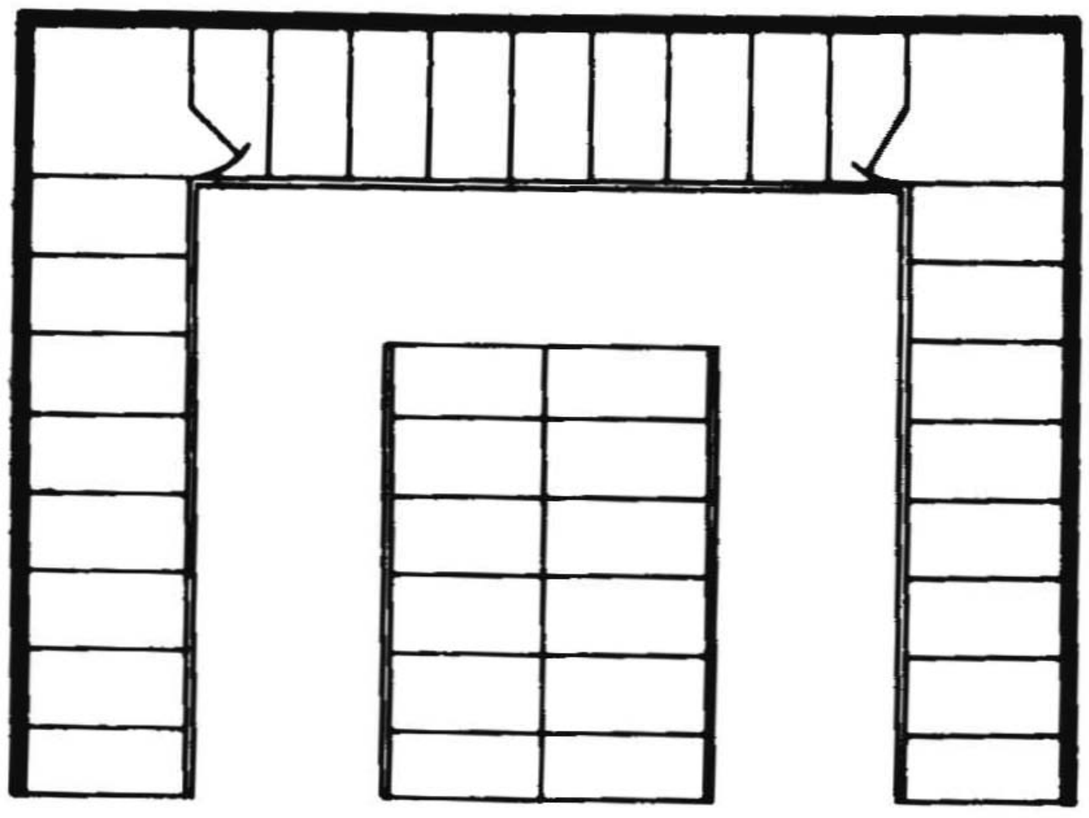
3. **MELKEN**

Die Melkstände befinden sich in abgeschlossenen, heizbaren Räumen, möglichst getrennt vom Ruhe- und Freßbereich. Ab 30 Kühen ist der Fischgrätenmelkstand mit den eindeutig kürzeren Melkzeiten zu bevorzugen (Schaubild 1). Die Verweildauer je Kuh beträgt im Reihenstand 4 bis 5 Minuten und kann durch die größere Gruppenabfertigung im Fischgrätenstand auf 2 bis 3 Minuten reduziert werden (68). In der Regel werden getrennte Warteplätze vorgesehen. Es kann aber auch die Liegehalle als Warteplatz benützt werden, da eine Verschmutzung der Boxen im Gegensatz zur großen eingestreuten Liegefläche nicht mehr zu befürchten ist.

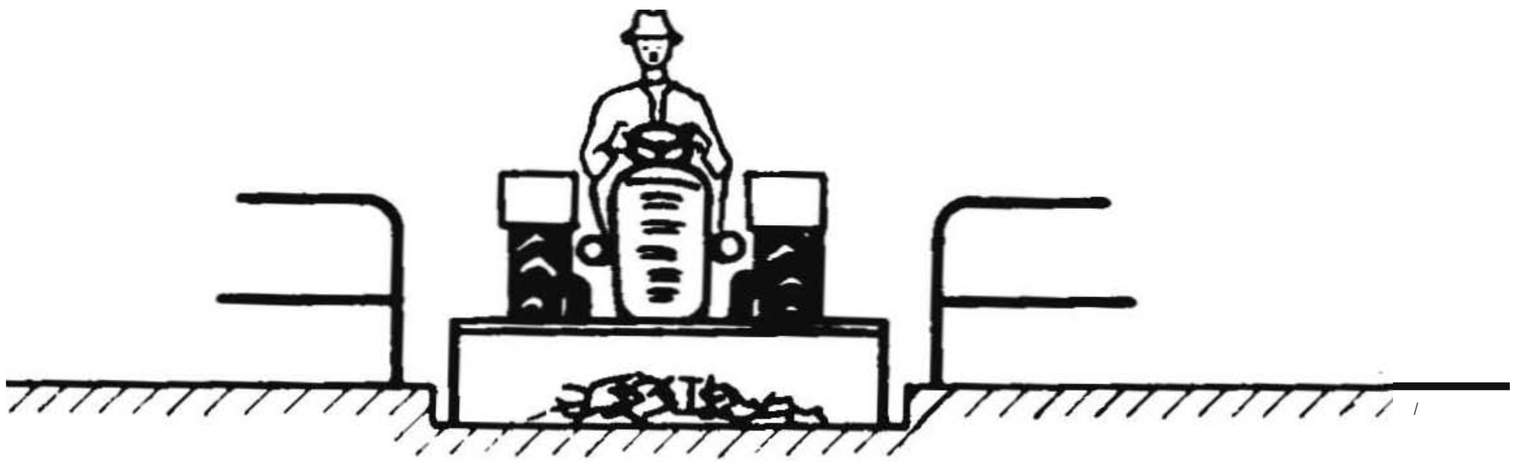
4. **STALLANLAGE**

Ställe mit Liegeboxen und betonierten Lauf- und Kotgängen können für größere Rinderbestände auch als einfache, verhältnismäßig billige Kaltställe gebaut werden. Verteuernd wirken sich nur die etwas umfangreicher werdenden, betonierten und größtenteils offenen Laufflächen aus mit einem qm-Preis zwischen DM 30,- und DM 40,-. Wenn es sich um einen Offenstall handelt, muß der Liegeraum gegen auftretende Zugluft geschützt, also mindestens von drei Seiten geschlossen sein. Daher wird in verschiedenen Veröffentlichungen (58), (49), (54) eine leicht isolierte Halle empfohlen mit großen Toren an den Stirnseiten, die je nach Temperatur und Windrichtung zu öffnen sind. Da die wärmende Mistmatratze des üblichen Laufstalles fehlt, wird eine gewisse Wärmedämmung im Liegebereich als wünschenswert angesehen.
Für kleinere Bestände kann der Freßplatz auch im gleichen Stallraum liegen und gegenüber der Ruhefläche im Anschluß an den Laufgang angebracht werden. Die Futterachse wird entweder befahrbar angelegt oder in engeren Ställen über eine mechanische Futterverteilanlage beschickt. Größere Herden verlangen jedoch immer die Trennung von Ruhe- und Freßbereich mit einer gebäudemäßigen Aufteilung in den Liegeraum, bestehend aus zwei bis acht Boxenreihen, und in den Futterplatz, der sich unter Umständen mit der SeJbstfütterung der Tiere aus Fahrsilos verbinden läßt. Diese getrennten Stallanordnungen entsprechen in Anlage und Einteilung den bekannten Mehrraumlaufställen, worin die Fütterung unter Dach oder im Freien vorgenommen wird. In niederschlagsreicheren Gebieten sollten jedoch alle Stallfunktionsbereiche möglichst mit einer Bedachung versehen sein. Der Raum- und Flächenbedarf in Offenställen mit Liegeboxen ist in Tabelle 24 ausgewiesen.

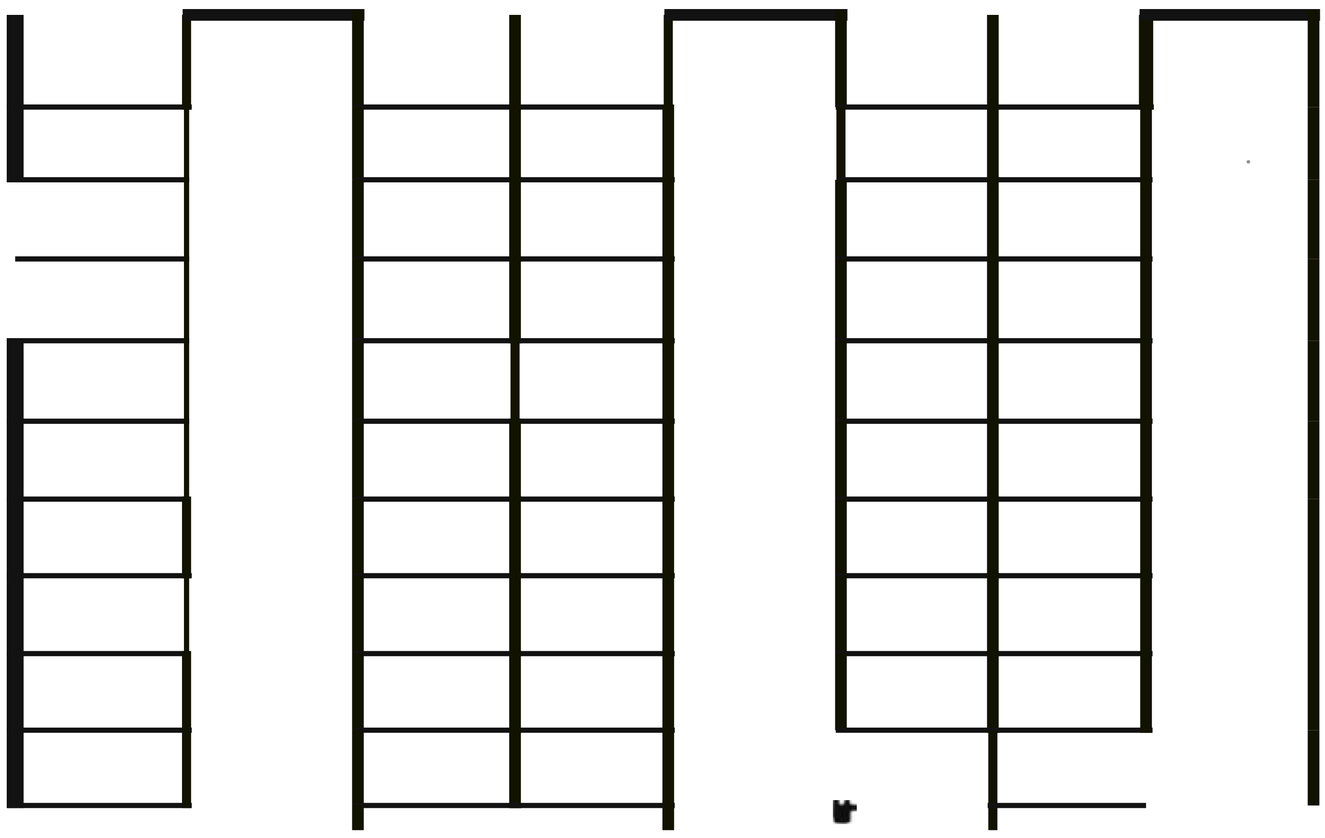
Abb.G



Liegeboxenanordnung mit abgewinkelten Mistachsen



Entmistung mit Schlepperfrontlader oder Schiebeschild



Liegeboxenanordnung mit geraden Mistachsen

Tabelle 24 Raum- und Flächenbedarf je Kuh im eingestreuten Offenstall mit Liegeboxen und planbefestigtem Lauf- und Freßplatz (66, S. 343)

Stallbereich und Nebenräume	mit mechan. Futterzubr.	mit Futterdurchfahrt
Liegeraum	10 m^3	10 m^3
Fütterungsraum		
1 Tier je Freßplatz	5 m^3	9 m^3
3 Tiere je Freßplatz	2 m^3	3 m^3
Melkstand	1 m^3	1 m^3
Strohlager: 360 Tage	5 m^3	5 m^3
200 Tage	3 m^3	3 m^3
Auslauf	4 m^2	4 m^2
Kotsammelplatte	1 m^2	1 m^2
Behälter für Jauche und Regenwasser	2 m^3	2 m^3
Schwankungsbereich		
Raum je Kuh	18-23 m^3	19-27 m^3
Fläche je Kuh	5 m^2	5 m^2

übereinstimmend ist aus allen Literaturhinweisen zu entnehmen, daß Liegeboxen, richtig bemessen, das einfachste Verfahren darstellen, Kühe in Laufställen sauber zu halten.

C. BOXENLAUFSTÄLLE
MIT SPALTENBODENLAUFFLÄCHE UND UNTERFLURENTMISTUNG

Angeregt durch einen Bericht von DUFFEE (12), begannen im Jahre 1961 in Weihenstephan Studien und Vorarbeiten zur Erstellung eines geschlossenen, temperierten Laufstalles mit Liegeboxen.

Es war vorgesehen, einen flächen- und strohsparenden Laufstall zu entwickeln, in dem Kühe und Jungtiere auch im rauheren Klimabereich gesund, leistungsfähig, sauber und bei minimalem Arbeitsstundenanfall zu halten sind. Die täglichen Arbeiten sollten sich auf das zentrale Füttern und Melken beschränken.

Diese Aufgabe setzte sich somit aus verschiedenen Forderungen zusammen, die an eine günstige Kombination der aufstallungsbeeinflussenden Verfahren des Melkens, Entmistens, Einstreuens und Fütterns geknüpft waren. Durch die Berücksichtigung des Faktors Klima mußten außerdem nachstehende Eigenschaften beachtet werden:

Schutzfunktion, Hülle für Arbeitsvorgang und Behaglichkeit.

Im einzelnen wurden folgende Bereiche und Vorgänge untersucht:

a) übertragung der Vorteile des einstreuJosen Kurzstandes auf die bereits bekannten Liegeboxenformen für einen räumlich eingeschränkten und temperierten Laufstall (unter Wegfall der gesamten Strohkette),
b) Dungbeseitigung auf dem Lauf- und Freßplatz mit Hilfe eines Rostbodens zur Senkung der Säuberungs- und Pflegearbeiten,
c) vollmechanische Beseitigung des Kot-Harn-Gemisches unter Flur,

d} Ermittlung geeigneter, wandelbarer Stallabmessungen und Anordnungen für Altgebäude und Neubauten,
e} baukostensenkende Maßnahmen (vereinfachte Melkstände, Vorfertigung, Vielzwecknutzung),
f} Arbeitszeitbedarf und Verhalten der Tiere.

Der daraus entwickelte Boxenlaufstall ist ein einstreuloser Laufstall, bestehend aus Ruheboxen und Spaltenboden auf der Lauffläche, mit anschließendem Freßplatz und mechanischer Futtervorlage. Das Einfügen eines befahrbaren Futtertisches ist möglich. Die Boxen dienen als Liegeplätze für Kühe und Jungvieh in ähnlicher Anordnung wie die Einzelstände im Anbindestall, jedoch ohne Futtertrog am Kopfende. Die Tiere sind nicht angebunden. Sie können jederzeit eine beliebige Boxe aufsuchen, um zu ruhen, und sie wieder verlassen, um zu fressen oder um im Melkstand gemolken zu werden. Zwischen Lauf-, Liege- und FreBplatz besteht kein Höhenunterschied. Eine leichte Erhöhung des Lagers fördert allerdings die Sauberhaltung der Tiere. Entsprechende Boxenabmessungen und die erzwungene größere Bewegung führen dazu, daß Kot und Harn nur auf dem Spaltenboden anfallen und von den Rindern in den darunter liegenden Kotkanal getreten werden (16, S. 50).
Durch die zusammenliegenden Stallfunktionsbereiche erhält dieser Laufstall abgegrenzte Mistachsen. Die vollmechanische Dungentfernung unter dem Rostboden mit Festmist- oder Flüssigmistverfahren läßt sich dadurch einrichten. Jedem Tier stehen einschließlich des Freßplatzes 5,5 bis 6,0 qm Liege- und Lauffläche zur Verfügung. In Vollspaltenbodenställen werden den Tieren nur 2 bis 4 qm Bewegungs- und Ruhefläche zugebilligt (26, S. 139).
Nach den ersten erfolgreich verlaufenen Beobachtungen galt es, dieses Stallmodell in weiteren Versuchen und Anwendungen auf seine Brauchbarkeit zu prüfen. Die Experimente wurden wesentlich erleichtert durch die Einbeziehung von Baufertigteilen. Vorteile der Montagebauweise sind: kurze Bauzeit, Festpreis ohne Baukostenüberschreitung, gute Erweiterungsmöglichkeit mit erhöhten Eigenleistungen.
Die zunächst für 6 Stück Jungvieh vorgesehenen, später auf 18 Rinder erweiterten VersUchsstallungen nach Abb. 7 und 8 entstanden im Einvernehmen mit dem Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues in Weihenstephan auf dem Staatsgut Dürnast. Später konnten die Untersuchungen auf 5 Erprobungsbetriebe im süddeutschen Raum erweitert werden, nachdem dort ebenfalls geschlossene Boxenlaufställe in Anlehnung an den Stall Dürnast eingerichtet worden waren.

Im einzelnen wurden durch UnterSUchungen in diesen Stallmodellen folgende Erfahrungen gesammelt:

1. RUHEBOXE

Der Ruhebereich setzt sich, wie in den herkömmlichen Boxenställen, aus Einzelboxen zusammen, die den Tieren eine warme und trockene Auflage bieten und gegenseitige Belästigungen weitgehend ausschließen. Die Liegebox kann sauber und trocken gehalten werden, wenn die Standlänge dem kürzesten Tier einer Gruppe angepaBt wird; sie muß einstellbar sein. Damit ist zu erreichen, daß der anfallende Kot sicher auf die anschließende Lauffläche gelangt. Nach wiederholten Veränderungen der Boxenlänge wurde für Fleckviehkühe ein Maß von 205 ± 5 cm, für Kalbinnen 175 ± 5 cm als ausreichend festgestellt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese Liegeplatzlängen nur Richtmaße sein können und je nach Rasse und Alter zu variieren sind. Tabelle 25 enthält die bisher ermittelten und von den Körperlängen der Tierrassen abhängigen Abmessungen für die Liegeboxen. Einige bewährte Bauausführungen für Warmställe sind aus Abb. 9 zu ersehen. Die Boxentrennwände können aus Holz oder 5/4"-Rohren bestehen. Die anfänglich zur seitlichen Buchtenabtrennung verwendeten Bretterwände wurden bald durch zwei Eisenrohre in Höhe von 50 bis 70 cm und 110 cm ersetzt (Abb. 10 und 11). Dadurch verlieren die Boxen ihren käfigartigen Charakter, und der Gesamtüberblick läßt sich wesentlich

ANORDNUNG DER VERSUCHSSTÄLLE

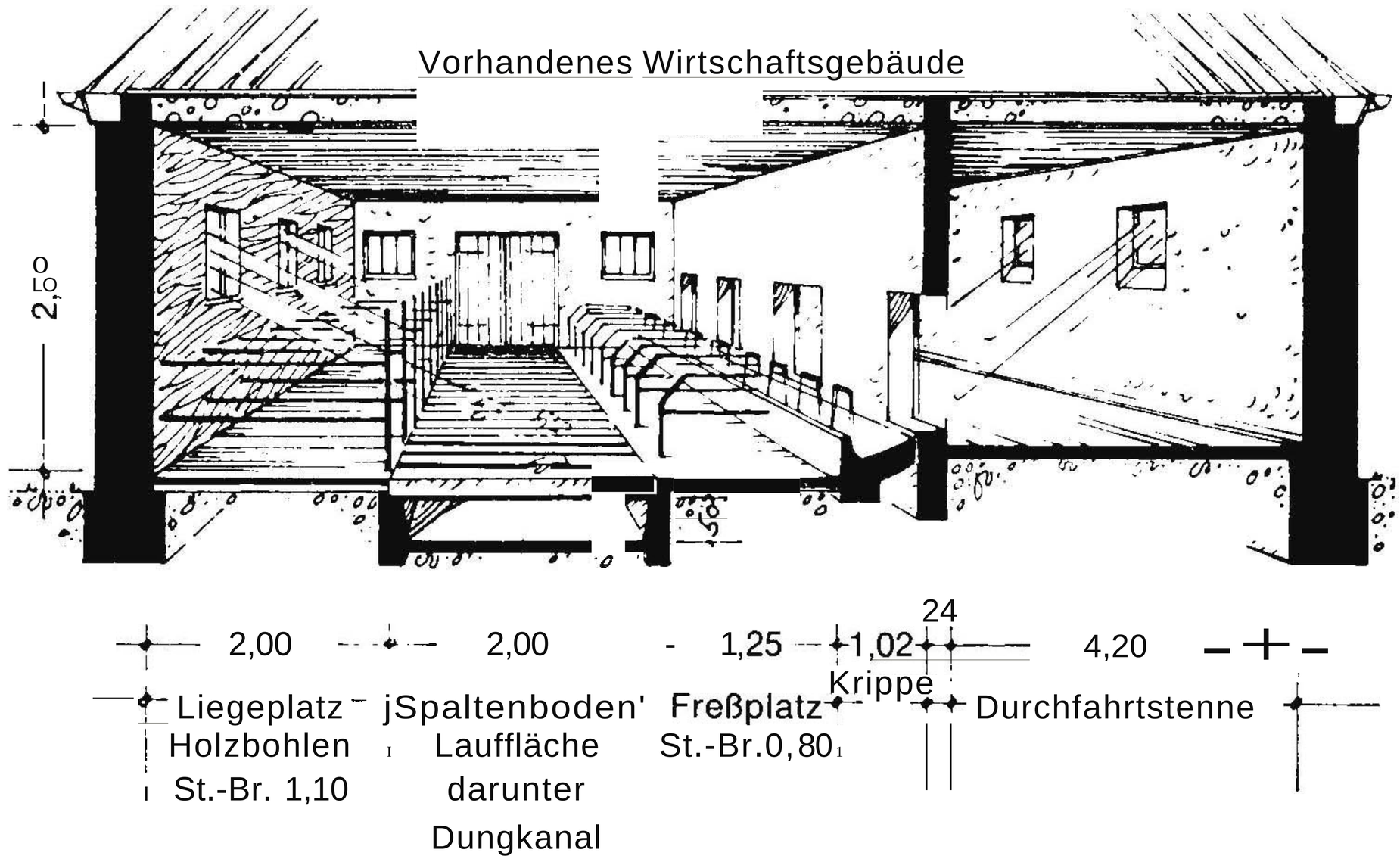


Abb. 7 Einreihige Aufstallung

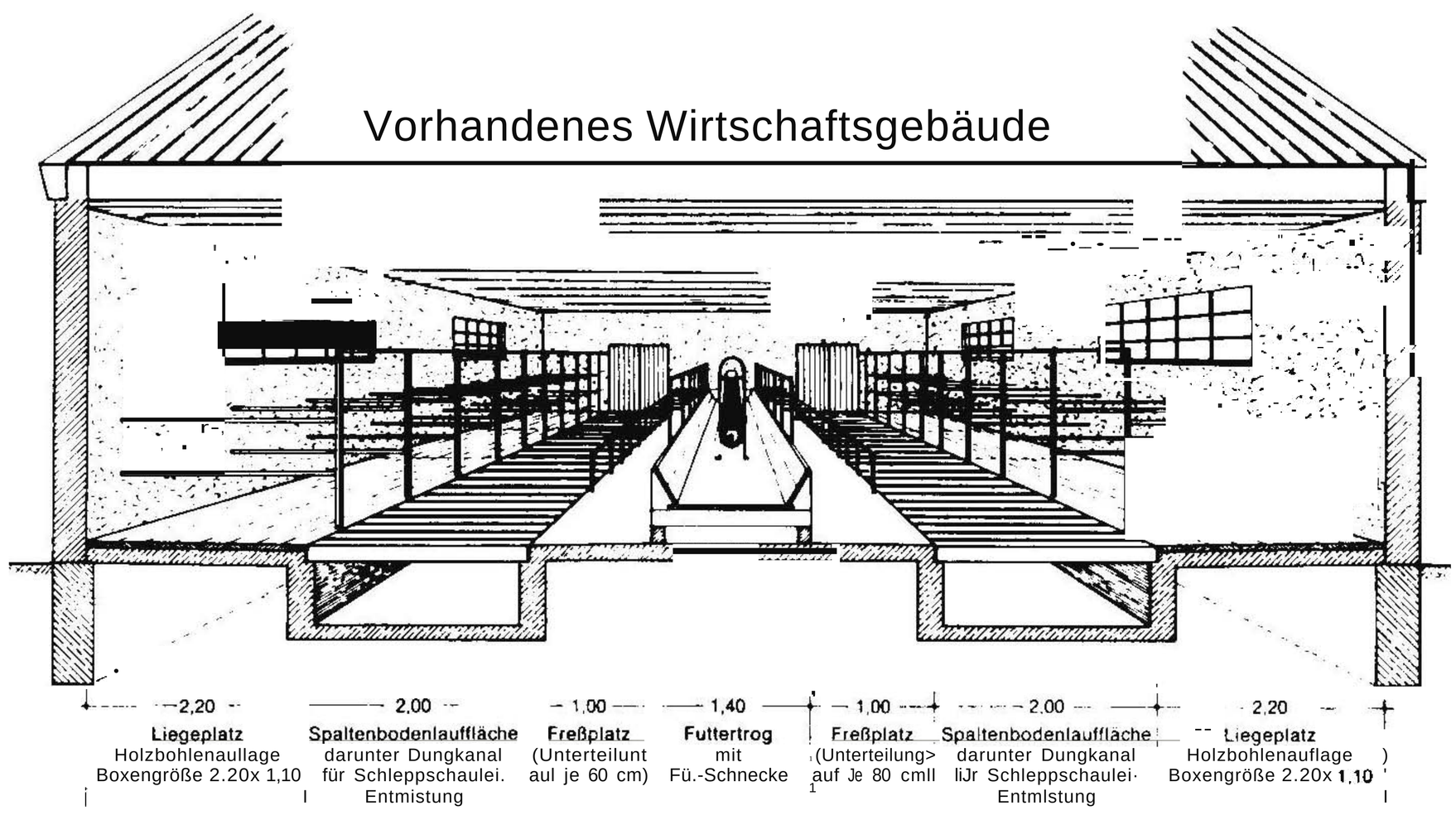


Abb. 8 Zweireihige Aufstallung

Tabelle 25 Liegeboxenabmessungen für Kühe in cm

Tierrasse	Körperlängen *)	Boxen-Länge	Boxen-Breite	Boxen-Höhe
Fleckvieh Gelbvieh Pinzgauer	170-175	205 ± 5	112 ± 3	110 ± 10
Braunvieh Murnau-Werdenfelser Niederungsvieh	165-175	200 ± 5	110 ± 5	110 ± 10

*) Nach Angaben der Bayer. Landesanstalt für Tierzucht in Grub.

Abb. 9 Liegeboxenbauarten für temperierte Stallräume (mit und ohne Einstreu)

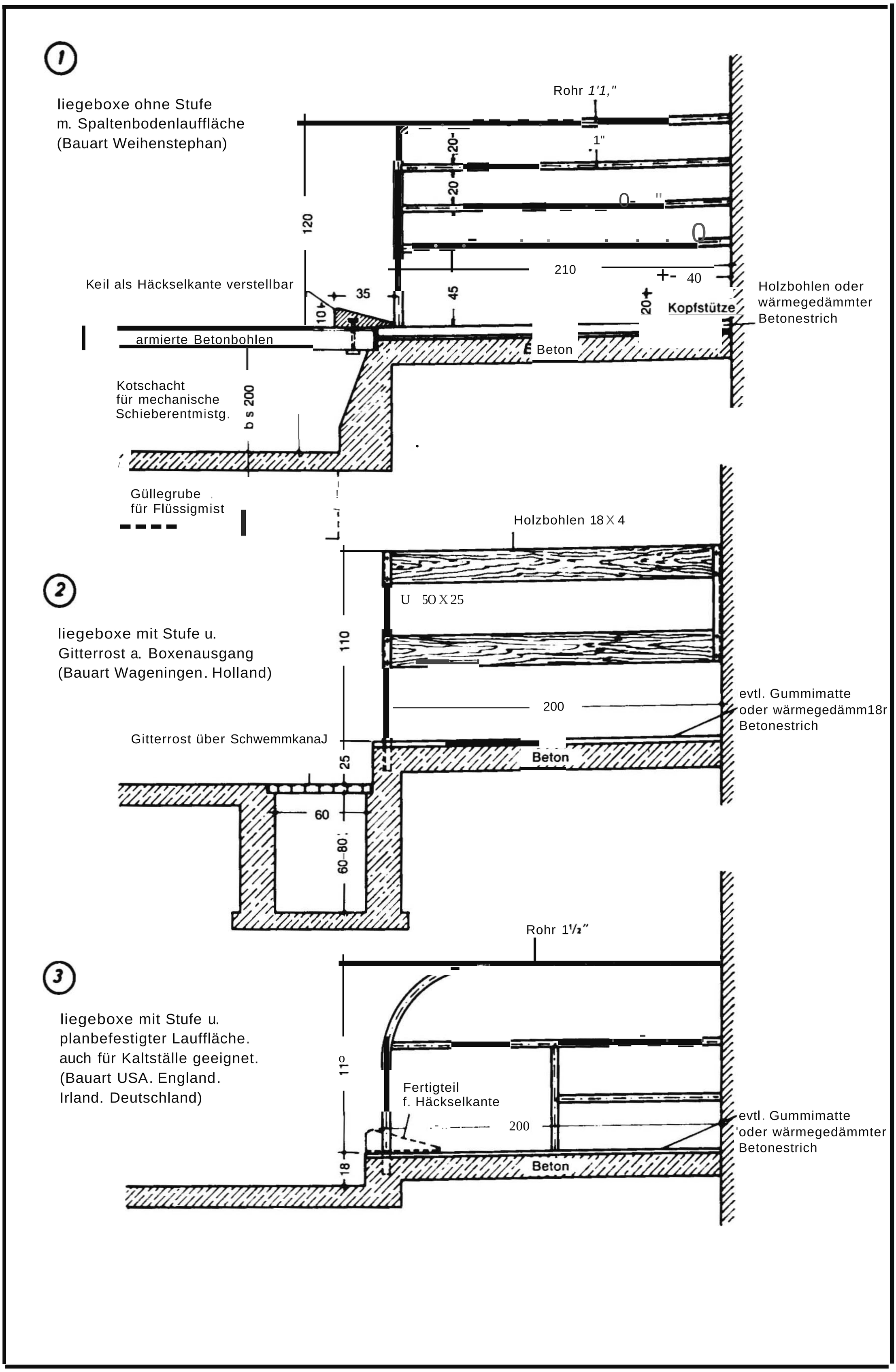


Abb. **10** Käfigartige Liegeboxen

verbessern. Die ursprünglich befürchtete gegenseitige Behinderung der Tiere in den Liegeboxen ist nicht aufgetreten, so daß mit dem Weglassen der Holzwände auch Material eingespart werden kann.

Der Bodenbelag kann aus Holz oder aus wärmeisoliertem Beton gefertigt werden. Holz hat den Vorzug, daß es schnell abtrocknet. Die Wärmedämmung im Betonfußboden ist nur nachhaltig, wenn die darunter sich befindende Rollierung ebenfalls isolierend wirkt. Sonst können die Wärmeverluste durch den 2 bis 3 cm starken Estrich nicht aufgehalten werden. Versuche mit Gummimatten verliefen negativ. Die Tiere tragen stets Kotteilchen in die Boxe; während sie auf Holz abtrocknen, bleiben Gummimatten länger feucht und schmutzig. Außerdem sind sie teuer.

Weitere Versuche befaßten sich mit der zweckmäßigsten Form der Boxenfront. Durch eine Abschrägung wird z. B. erreicht, daß das Tier beim Stehen zurückgedrängt wird, liegend aber die ganze Länge der Boxe ausnützt. Für ältere und schwerfällige Kühe hat sich die Anbringung eines 20 cm hohen Balkens in einem Abstand von 40 bis 50 cm vor der Boxenfront bewährt. Er verhindert, daß die Tiere sich zu weit nach vorne legen. Durch

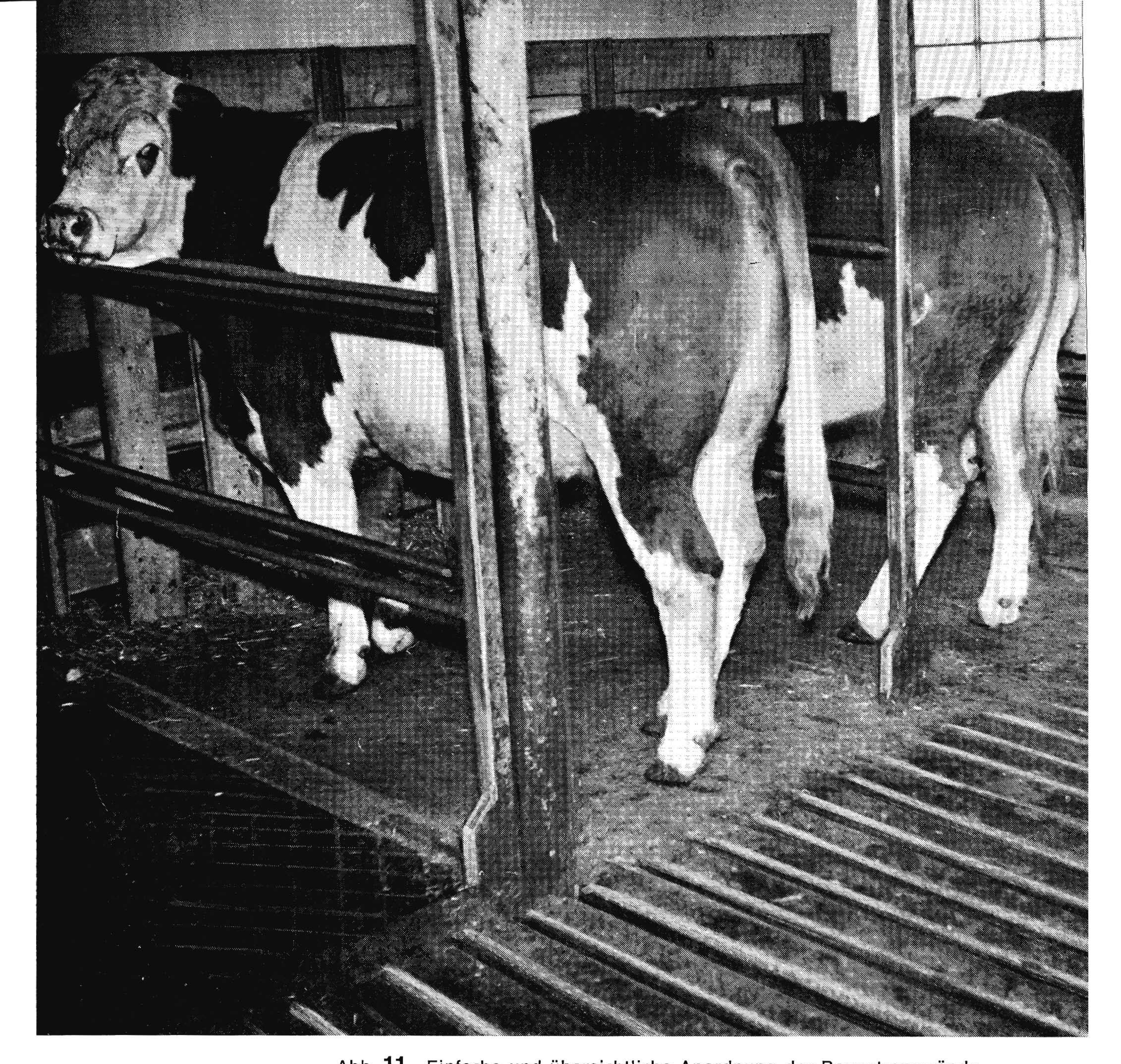


Abb. **11** Einfache und übersichtliche Anordnung der Boxentrennwände

diese Begrenzung bleibt vor den Karpalgelenken genügend Platz für die zum Aufstehen notwendigen Hals- und Kopfbewegungen.
Der stufenlose Übergang zum Spaltenboden darf keine Kanten aufweisen, da sonst Verletzungen an den Gelenken auftreten. In Versuchen mit einer dem Tierkörper angepaßten Häckselkante, die als Fertigteil aufzusetzen ist, wurden die leicht eingestreuten Liegeplätze von älteren und schweren Tieren lieber aufgesucht. Es zeigte sich jedoch auch, daß die einstreulose Haltung in gut wärmeisolierten Boxen ohne Nachteile durchzuführen ist. Selbst bei –27 ° C Außentemperatur wurden Kalbinnen ohne Beeinträchtigung in nichteingestreuten Boxen gehalten. Dabei entsprach auch die Luftfeuchtigkeit in der improvisierten und ungenügend zu entlüftenden Versuchsanlage nicht immer den Optimalwerten. Die festgestellten Wärmedifferenzen zwischen Stallraum und umgebender Außenluft im Winter 1962/63 sind dem Schaubild 8 zu entnehmen. Längere Fütterungszeiten führten zu niedrigen Stalltemperaturen, und die freie Lage des Gebäudes beschleunigte das Abkühlen der raumumschließenden Bauteile. Dadurch blieb die hohe relative Luftfeuchte um 90 % an kalten Tagen konstant.

SCHAUBILD 8 TEMPERATURVERLAUF (EXTREM) UND LUFTFEUCHTE (MITTEL) AN 30 WINTERTAGEN WÄHREND DER VERSUCHE IM BOXENLAUFSTALL IN DÜRNAST

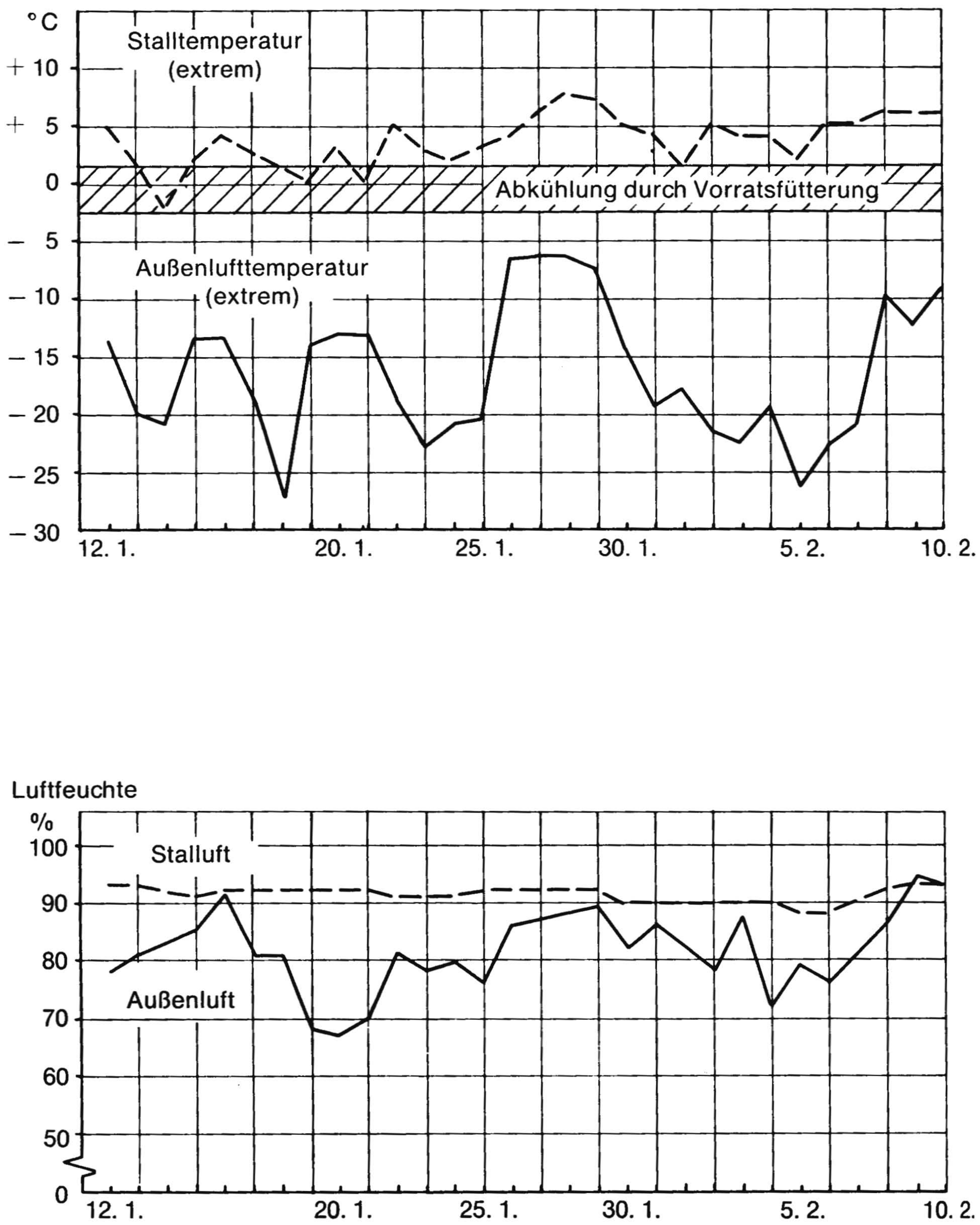
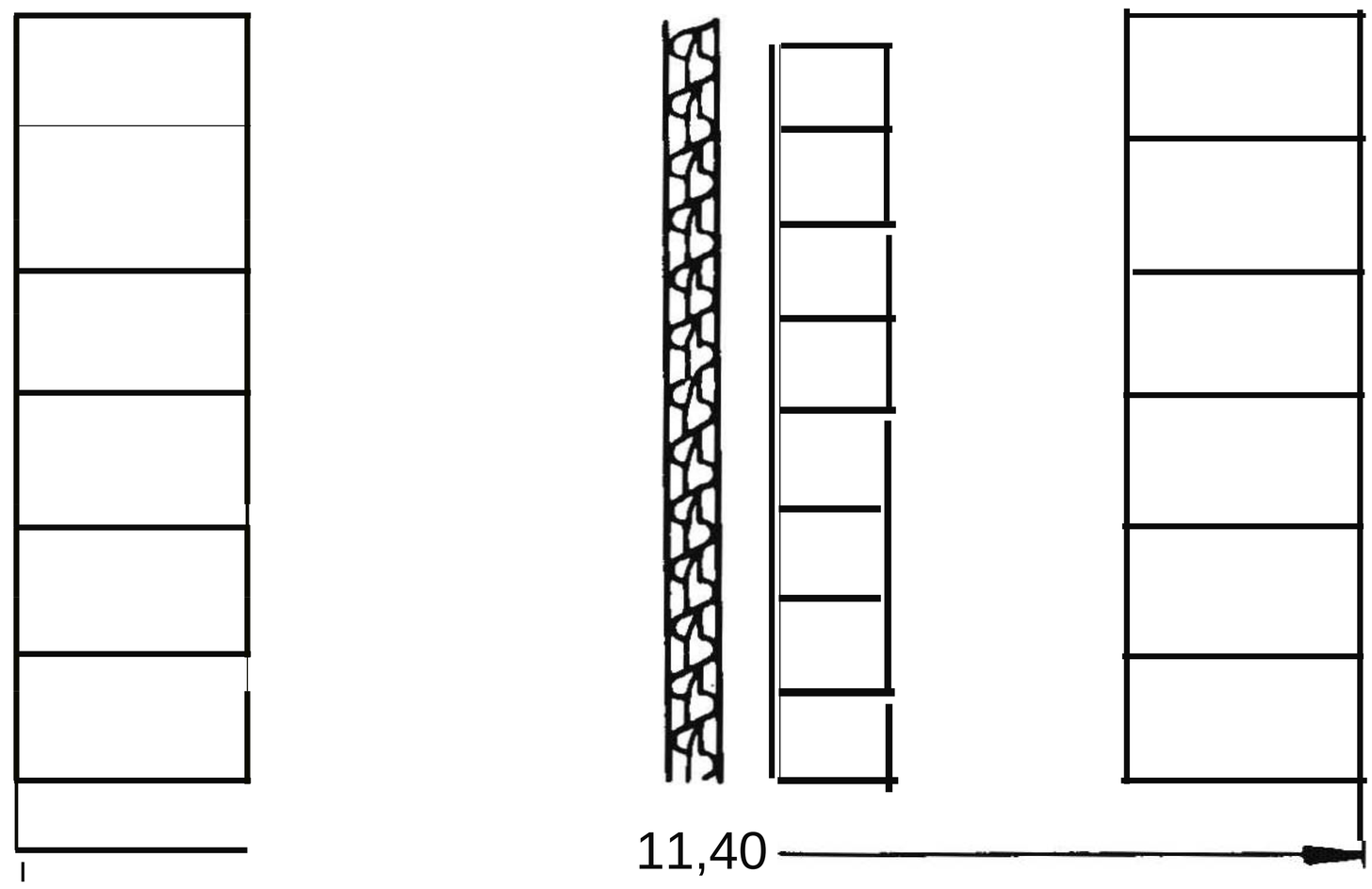
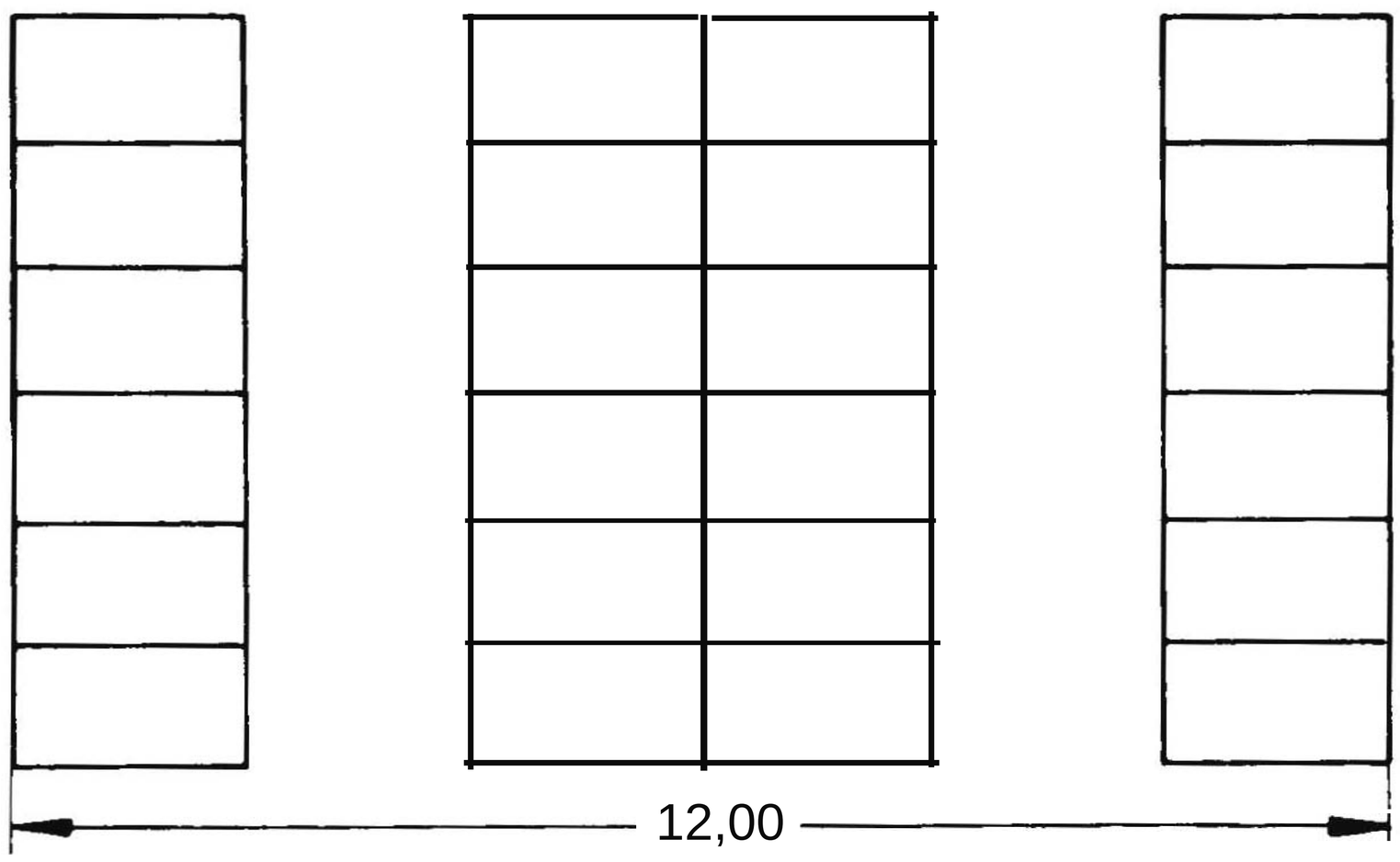


Abb.12 Anordnungen von Liegeboxen



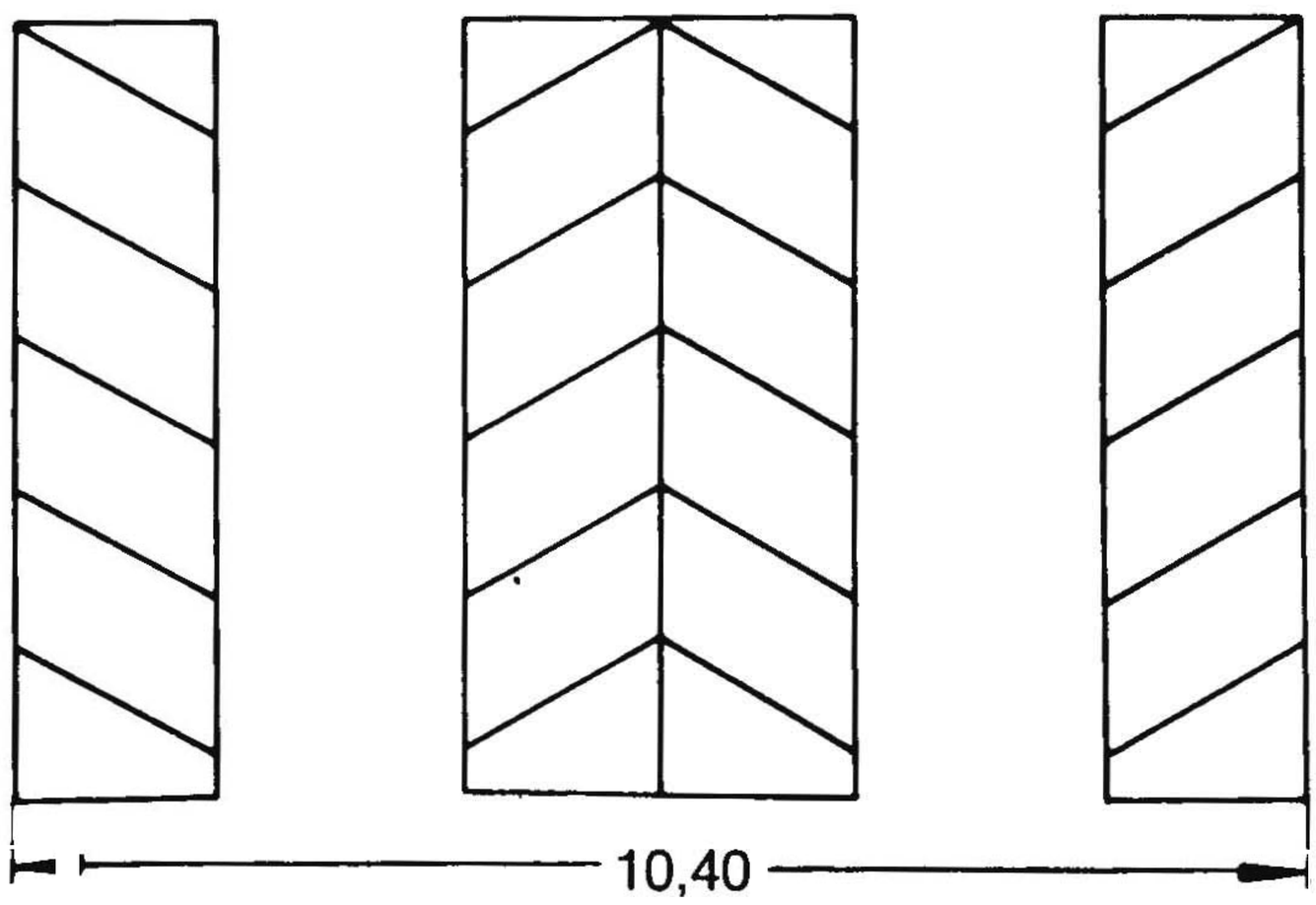
2 Boxenreihen an den Stall-längswänden

Fütterung in der Stallmitte



Zwei- und mehr-reihige Boxen-aufstellung mit Mittelgängen

Futterplatz getrennt



Boxen in Fisch-grätenstellung

Behelfslösung tür schmale Räume

Abb.13 Stufenaufgang zum Liegeplatz verhindert nicht immer die Verschmutzung durch rückwärtiges Betreten

In Verbindung mit der Häckselkante kann als eingestreute Auflage in den Boxen eine Sägemehl-, Strohhäcksel- oder Torfmullmatratze vorgesehen werden. Die Häckselkante muß so ausgebildet sein, daß keine Aufliegeschäden entstehen können. Keilförmig schräg nach innen in die Boxe verlaufend, paßt sie sich nach Abb. 9 der Hinterhand des liegenden Tieres am besten an. Die gleiche Aufgabe kann aber auch ein Rundholz übernehmen.

Verschiedenartige Anordnungen von Liegeboxen, deren Einbeziehung in den Gesamtstall im Abschnitt D näher behandelt wird, sind in Abb. 12 dargestellt.

Nicht immer finden sich alle Tiere im Boxenstall damit ab, ihre Liegeboxen vorwärts zu betreten. Auch Stufen oder Schwellen sind kein Hinderungsgrund, und die Verschmutzung kann dann unter Umständen recht umfangreich sein (Abb. 13). Versuche mit einer einfachen Sperrklappe, die das rückiNärtsgehende Tier nicht bewegen kann, aber von dem vorwärts eintretenden Tier leicht hochzuheben ist, waren in den fünf Erprobungsbetrieben erfolgreich (Abb. 14). Die gesamte Ruhefläche bleibt mit dieser Vorrichtung sauber und trocken.

Die Untersuchung befaßte sich auch mit der Frage, inwieweit es möglich ist, die Tiere in der Liegeboxe zu füttern. Eine derartige Lösung würde die Umwandlung alter Anbindeställe mit unzureichenden Breitenmaßen in Laufställe wesentlich erleichtern.

Abb. 14 Mit der Sperrklappe bleibt die Boxe sauber und trocken

Die Ausführung dieses Vorhabens stößt aber auf verschiedene Schwierigkeiten, die sich aus der Art des Verhaltens eines Tieres beim Fressen und Ruhen auf gleichem Platz ergeben. Versuche führten zu folgenden Ergebnissen:

a) Wird das Tier zur Futteraufnahme in der Liegeboxe angeregt, tritt es zwangsläufig nach vorn, um den zugeteilten Krippenbereich auszunutzen.

b) Während des Fressens werden etwa 50 bis 70 % des insgesamt anfallenden Kotes abgesetzt. Die Länge der festen Liegefläche einer Boxe müßte daher radikal verkürzt werden, um die Verschmutzung im hinteren Teil zu verhindern.

c) Die zusammengelegten Funktionen von Fressen, Ruhen und Stehen schränken die Bewegung der Tiere ein. Der herumliegende Kot kann nicht mehr restlos durch den Spaltenboden am Boxenausgang hindurchgetreten werden. Dadurch entsteht ein wesentlich höherer Aufwand zur Nachreinigung der Boxen und Tiere.

d) In der verkürzten Boxe bleibt zu wenig Spielraum, vor allem für ältere Tiere, um immer vollständig mit der gesamten Rumpflänge den festen Liegeplatz einzunehmen. Empfindliche Teile wie Euter und Gelenke kommen mit dem Spaltenboden in Berührung, so daß die Liegeboxe als schützender Lagerplatz an Bedeutung verliert.

Ställe mit Liegeboxen sind daher nur zweckmäßig, wenn durch die größere Bewegung der Tiere alle Verunreinigungen vom ausreichend bemessenen Boxenbereich ferngehalten werden. Das läßt sich mit getrennten Liege- und Freßplätzen am besten ermöglichen.

2. SPALTENBODENLAUFFLÄCHE

Spaltenböden sind Kotroste, die aus Lochblechen oder aus Holz-, Beton-, Ziegel- bzw. Metallbalken bestehen können, zwischen denen jeweils ein Spalt gelassen wird (26, S. 139). Im geschlossenen Laufstall mit Liegeboxen befinden sich die Roste, wie z. T. auf Bild 15 ersichtlich, auf der Fläche zwischen Boxenausgang und Freßplatz, der 1,00 m breit dem Futterbarren vorgelagert ist. Für Rinder eignen sich nur Rostböden aus Holz-, Beton-, allenfalls aus Ziegelmaterial. Im Gegensatz zu Ställen mit Ganzspaltenböden können die Tiere zum Ruhen die Spaltenbodenlauffläche verlassen und sich in die Boxen begeben. Die bekanntgewordenen Behinderungen und Nachteile, wie Klauenschäden, Zitzenverletzungen, Unruhe, abgekürzte Liegezeiten, sind damit weitgehend zu vermeiden (45). Sorgfältiges Auslegen der Balken und deren einwandfreie Beschaffenheit müssen unbedingt beachtet werden.

Die Spaltenweite muß der Tierart und Tiergröße entsprechen. Dafür hat es sich bewährt, auswechselbare Abstandsklötze zwischen den Balken zu verwenden (Tabelle 26). Zur Selbstreinigung müssen die Spalten sich nach unten hin erweitern.

Die in den Versuchsställen zunächst als Spaltenboden verwendeten Eichenbohlen haben sich nur begrenzt als brauchbares Material erwiesen. Da die Balken ständig feucht sind, entsteht auf der glatten Oberfläche eine erhöhte Rutschgefahr. Um das Ausgleiten der Tiere zu vermeiden und damit Unfällen im Stall vorzubeugen, wurde versucht, die Auftrittsfläche durch Profile rauher zu gestalten. Das hat sich nicht bewährt. Die angebrachten Rillen schmierten zu. Holz unterliegt außerdem einem hohen Verschleiß. Die Balken werden rund, es entstehen auch scharfe Kanten, wodurch die Tiere behindert werden. Wegen Durchbruchgefahr müssen Holzbalken astlos sein.

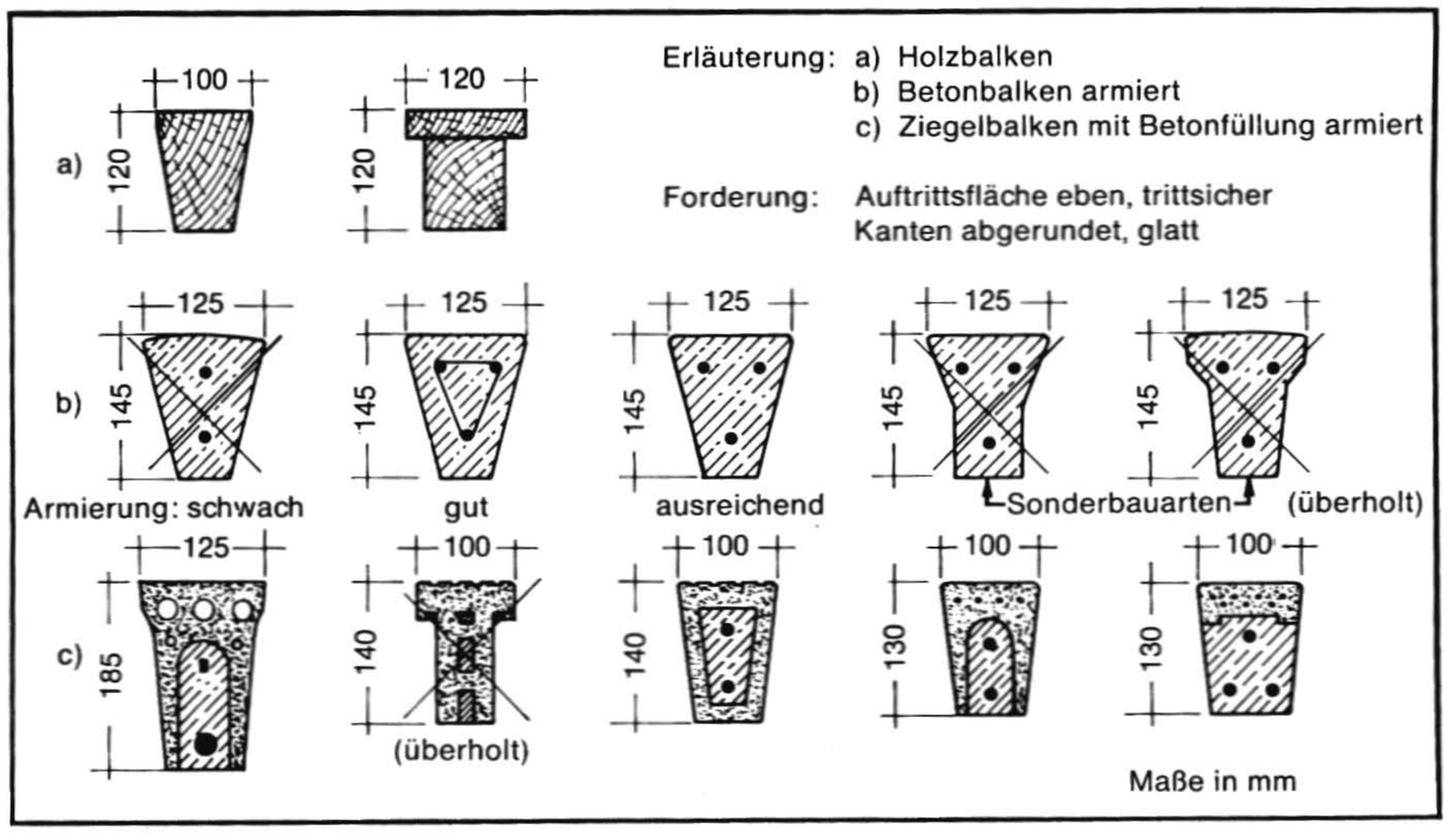
Spaltenböden aus Beton werden am häufigsten eingebaut. Sie sind billiger herzustellen und können mittels rauherer Oberflächengestaltung trittsicherer gemacht werden. Die Einarbeitung von wärmedämmenden Material in die Balken kann entfallen, damit bevorzugt nur die Boxen zum Ruhen benutzt werden. Sowohl für zusammenliegende als auch

Tabelle 26 Auftrittsbreite und Spaltenbreite der Rostbalken in Boxenlaufställen mit Spaltenböden (26, S. **139)**

Altersgruppen Rindvieh	Auftrittsbreite der Rostbalken cm	Obere Spaltenbreite cm
Jungvieh		
2- 5 Monate	6 - 7,5	2,5-3,0
6- 9 Monate	10 -12,5	3,0-3,5
9-15 Monate	10 -12,5	3,0-3,5
15-21 Monate	10 -12,5	3,5
Tragende Färsen und Mastvieh über 2 Jahre	10 -12,5	3,5-4,0
Milchkühe	12,5-15,0	3,5-4,0

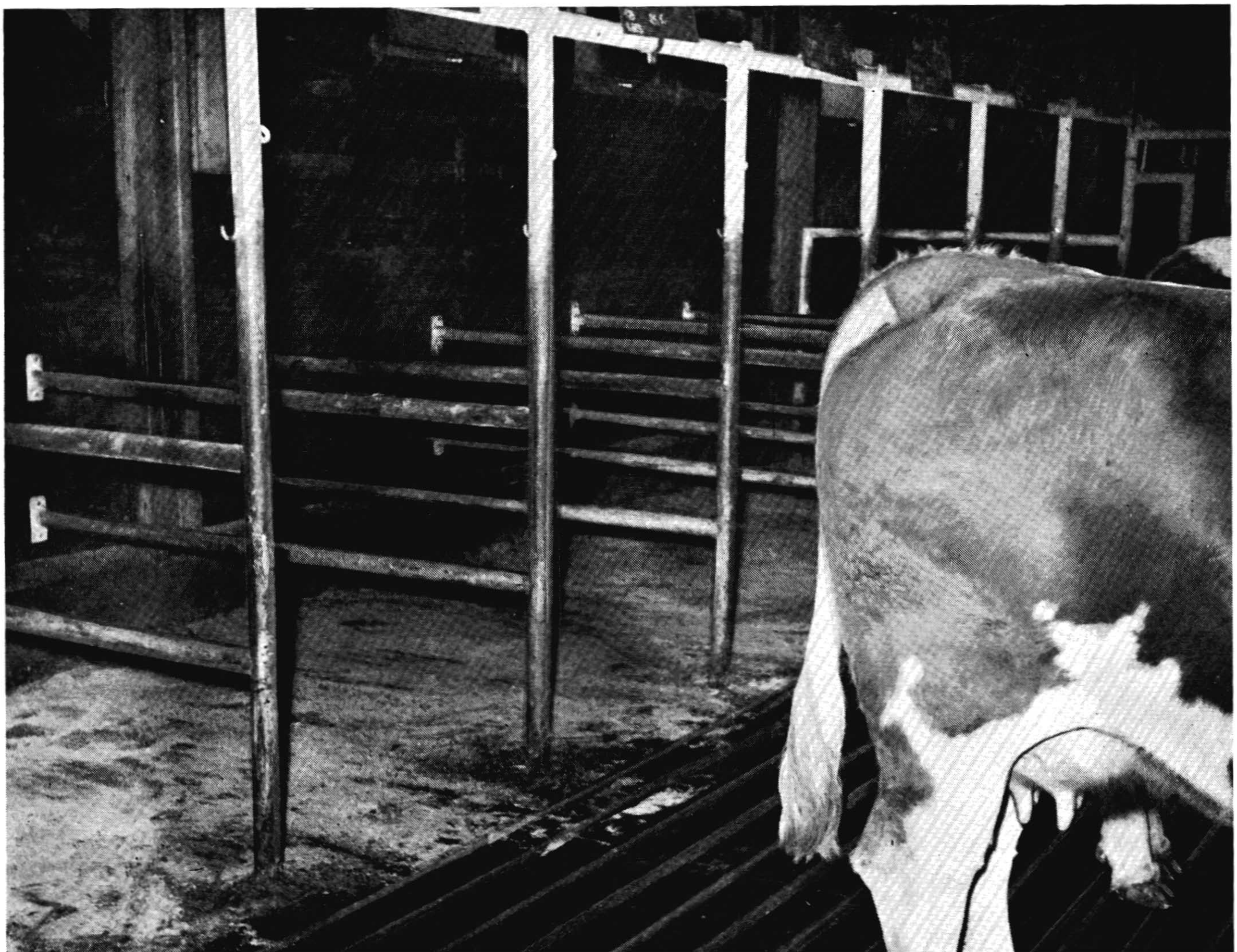
für getrennte Funktionsbereiche genügt eine Betonbohlenlänge von 2,00 m bis 2,50 m, wenn die Roste so angebracht werden, daß die Spalten vom Boxenausgang zum Freßplatz verlaufen. Beim Querverlauf sind in der Regel längere Balken vorzusehen. Bei dieser Anordnung müssen in bestimmten Abständen Unterzüge für die Auflage vorhanden sein. Werden kürzere Balken verwendet, kann die Armierung schwächer bleiben, wodurch sich

Abb. 16 Querschnitt-Profile von Spaltenbodenbalken



die Anlage verbilligt. Das Profil der benutzten Balken hat folgende Abmessungen: Auftrittsbreite 12,5 cm, Höhe 14 cm und untere Breite 6 cm. Das Gewicht beträgt etwa 27 bis 28 kg/lfd. m. Ein damit ausgelegter Boden ist leicht auswechselbar, die einzelnen Teile können ohne weiteres herausgenommen werden. Die Anordnung in Feldern empfiehlt sich nur bei der Verwendung von leichteren Böden aus Holzbalken. Austauschbar sind auch die Abstandhalter für 2,5 – 3,5 – 4,5 cm Spaltenbreite. Solche Zwischenkeile werden ebenfalls aus Beton in einer Höhe von 12 cm und einer Stärke von 5 cm hergestellt.

Abb. **15** Liegeboxen und anschließende Lauffläche aus Spaltenboden



Jeder Balken muß eine ausreichende Tragfähigkeit besitzen, die sich nach der möglichen Höchstzahl der auftretenden Tiere richtet. Eine ausreichende Betondichte ist erforderlich, um das Material vor Einwirkungen der Exkremente zu schützen. Alle Balken sollten etwa 8 bis 10 cm auf jeder Unterstützung aufliegen. Die Oberfläche muß bis auf eine geringfügige Abrundung der äußeren Kanten eben und nicht glatt sein. Während Hartholzbalken in Buchten mit jüngeren Tieren gut geeignet sind, werden härtere Materialien in der Hauptbewegungszone des Stallraumes vorgezogen. Als recht widerstandsfähig erwiesen sich auch afrikanische Bongossihölzer.

Spaltenböden können trocken gehalten werden, wenn keine hohe Luftfeuchtigkeit im Stallraum vorhanden ist.

Nach den bisherigen Erkenntnissen eignet sich der Spaltenboden im rauheren Klimabereich nicht für den Einbau in Offenlaufställe, da die Spalten bei anhaltendem Frostwetter zufrieren. Spaltenböden aus Holz erweisen sich allerdings wegen größerer Elastizität weniger frostanfällig.

Sorgfältig ausgelegt, haben sich Balkenroste auf Mistgängen und Freßplätzen in Milch- und Jungviehlaufställen als brauchbar erwiesen.

Klauenschäden sind nur auf unregelmäßig ausgelegten Böden aufgetreten.

3. FRESSPLATZ

Im geschlossenen Boxenstall mit täglicher Entmistung unter Flur verläuft vor dem Trog, der verschiedene Ausführungen haben kann, eine bis zu 1 m breite, betonierte Fläche, die mit Trennbügeln zu 0,70 m bis 0,80 m breiten Freßständen unterteilt ist. Die Fütterung kann rationiert oder auch als Vorratsfütterung erfolgen. Bei der Rationsfütterung muß je Tier ein Freßstand vorhanden sein. Ebenso ist ein frei begehbares Freßgitter empfehlenswert, um ein gegenseitiges Hinausdrängen zu verhindern. Bei der Vorratsfütterung, die vor allem bei getrennten Stallfunktionen anzuwenden ist, reicht eine Freßplatzbreite von etwa 35 cm aus. Die mit den Absperrgittern verbundenen Bügel zwingen die Tiere, immer senkrecht zum Trog zu stehen. Der gesamte Kot und Harn gelangt dadurch auf den dahinter befindlichen Spaltenboden. Die Bügel können wegfallen, wenn der Spaltenboden näher an den Trog herangeführt wird. In Verbindung mit dem Speicherverfahren ist diese Forderung zu verwirklichen. Nicht unterteilte, befestigte Flächen größerer Breite werden von den Tieren nicht mehr selbsttätig in ausreichendem Maße gereinigt. Außerdem besteht der Anreiz, daß sich einzelne Tiere auf dieser freien Fläche zur Ruhe legen, dadurch den Zugang zum Futterplatz versperren und beträchtlich verschmutzen.

Selbstfütterungsraufen für Heu, welches gehäckselt verabreicht werden sollte - Langgut verstopft u. U. die Spalten –, gehören ebenso zum Stallbereich wie die Tränkebecken. Eine Tränke reicht für eine Gruppe, die nicht mehr als 20 Tiere haben sollte. Bei der getrennten Anordnung von Liege- und Freßplätzen ist an Stelle der mechanischen Fütterung aus dem Hochsilo auch Selbstfütterung aus Fahrsilos zu verwirklichen (Abb. 43, S. 117).

4. DUNGBESEITIGUNG UNTER DEM SPALTENBODEN

Da höchstens geringe Einstreumengen verwendet werden und durch den Einbau eines einfachen Freßgitters nur wenige Futterreste auf den Spaltenboden gelangen können, sammelt sich in der darunterliegenden Grube ein Kot-Harn-Gemisch von dünn- bis dickbreiiger Konsistenz. Abhängig von den Futterstoffen wird Dung von Futter mit höherem Trockensubstanzgehalt trockener, dagegen beispielsweise bei RÜbenblattfütterung flüssiger sein. Dadurch entstehen etwa gleiche Probleme für die Dungbehandlung wie im einstreulosen Kurzstand-Anbindestall.

In der folgenden Tabelle 27 sind in Anlehnung an HAMMER (26, S. 140) tägliche Kot- und Harnmengen verschiedener Altersgruppen von Rindvieh aufgeführt.

Tabelle 27 Anfall und Raumbedarf von Spaltenbodenmist

Altersgruppen	Kot- und Harn-Anfall *kg/GV/Tag*	Rauminhalt von 1000 kg Kot-Harn-Gemisch cbm	In Volumen nach lagerungszeit mit Jaucheabfluß und Verlusten bei		
			90 Tagen 20 % cbm	180 Tagen 33,3 % cbm	360 Tagen 50 % cbm
Milchkühe	30-35	1	2,5	4,0	6,0
Jungvieh:					
2-9 Monate	20-25	1	1,6	2,6	4,0
über 9 Monate	25	1	2,0	3,0	4.5

Die ermittelten Zahlen dienen zur Bemessung von Lagerbehältern und zur Einrichtung von Entmistungsanlagen für die tägliche Beseitigung unter Flur. Die eingesetzten Lagerverluste beziehen sich auf die Entwässerung der festen Kotbestandteile. Wie im Anbindestall, fallen alle Verunreinigungen auf vorgezeichneten begrenzten Flächen an, so daß der Einbau einer bedienungsfreien Entmistungstechnik möglich ist. Für die Dungentnahme unter dem Spaltenrost eignen sich sowohl Festmist- als auch Flüssigmistverfahren. Welches Prinzip den Vorzug verdient, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten ab. Sie beziehen sich vor allem auf: vorhandene Geräte für die Ausbringung, Anlage von Stapelplätzen bzw. Güllegruben, Einbau in Altgebäude, Wasserverbrauch und Wasserpreis.

a) HALB- UND VOLLMECHANISCHE GERÄTE

Der zahlenmäßig starke Bestand von Stallmiststreuern und Ladegeräten legt es nahe, die bisher bewährten Stallentmistungsanlagen auch unter dem Rostboden einzusetzen.

KETTENFÖRDERER, SCHUBSTANGE. Der Einbau dieser Aggregate ist technisch möglich. Der Anschaffungspreis verdoppelt sich allerdings im Vergleich zum Anbindestall, da die größere Breite des Dungkanals von 1,60 m bis 1,80 m eine zweireihige Einrichtung erfordert. Diese Anlagen benötigen außerdem eine regelmäßige Wartung. die unter dem Spaltenboden nicht ohne weiteres ausgeführt werden kann. Sie besteht aus Kettenspannen, Auswechseln beschädigter Förderelemente und Pflege. In dem feuchten Kanalbere:ch ist mit einem vermehrten Verschleiß und mit größerer Reparaturanfälligkeit zu rechnen. Diese Anlagen dürften daher infolge ihrer hohen Einrichtungs- und Unterhaltungskosten für die Entmistung unter dem Spaltenboden weniger in Betracht zu ziehen sein.

SCHLEPPSCHAUFEL Wegen seiner großen Anpassungsfähigkeit, der leichten Handhabung und Ausstattung mit geringen Verschleißteilen wurde daher der handgesteuerte Mistschieber zu einer unter Flur laufenden Schleppschaufel umgebaut. Die AUfgabe bestand darin, eine einfache, verschleißfeste Anlage für die mechanische Ausbringung zu schaffen. Im geschlossenen Boxenlaufstall erleichtert die eingeschränkte Spaltenbodenbreite den Einsatz dieses Gerätes. Es wird nur ein Dungkanal auf jeder Stallseite benötigt. Die auch vollmechanisch einzurichtende Schleppschaufelanlage wird über ein Zug- und Rückholseil durch den Kanal gezogen und mittels Endausschaltern gesteuert. Ein Getriebemotor treibt die direkt gekoppelte Seilwinde an. Die Steuerung von Hand im abgedeckten Dungkanal ist ausgeschlossen, ebenfalls kann die Schaufel unter dem Spaltenboden nicht mehr von Hand zurückgezogen werden.

Abb. 17 Schleppschaufelanlage für Unterflur-Entmistung

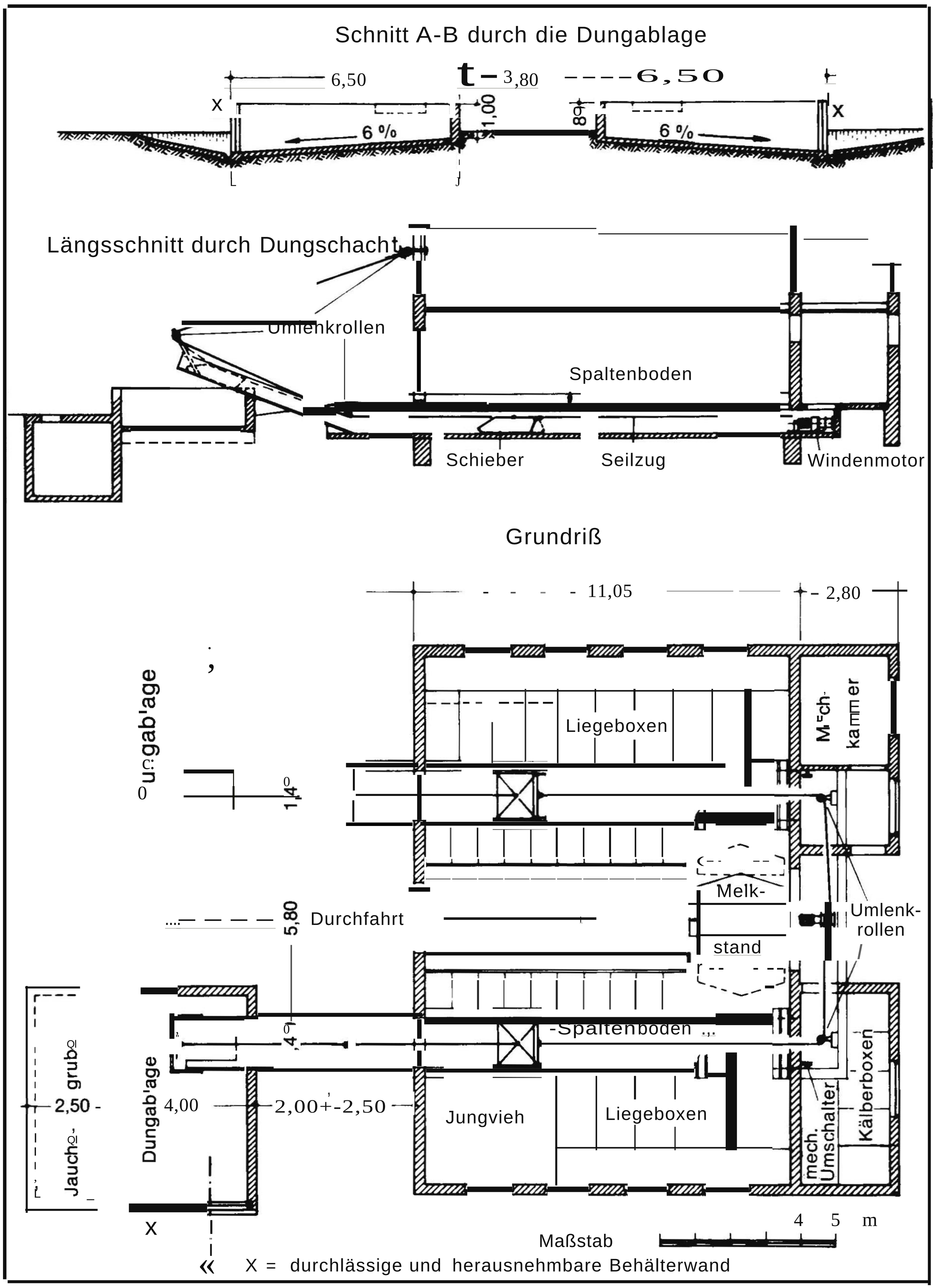


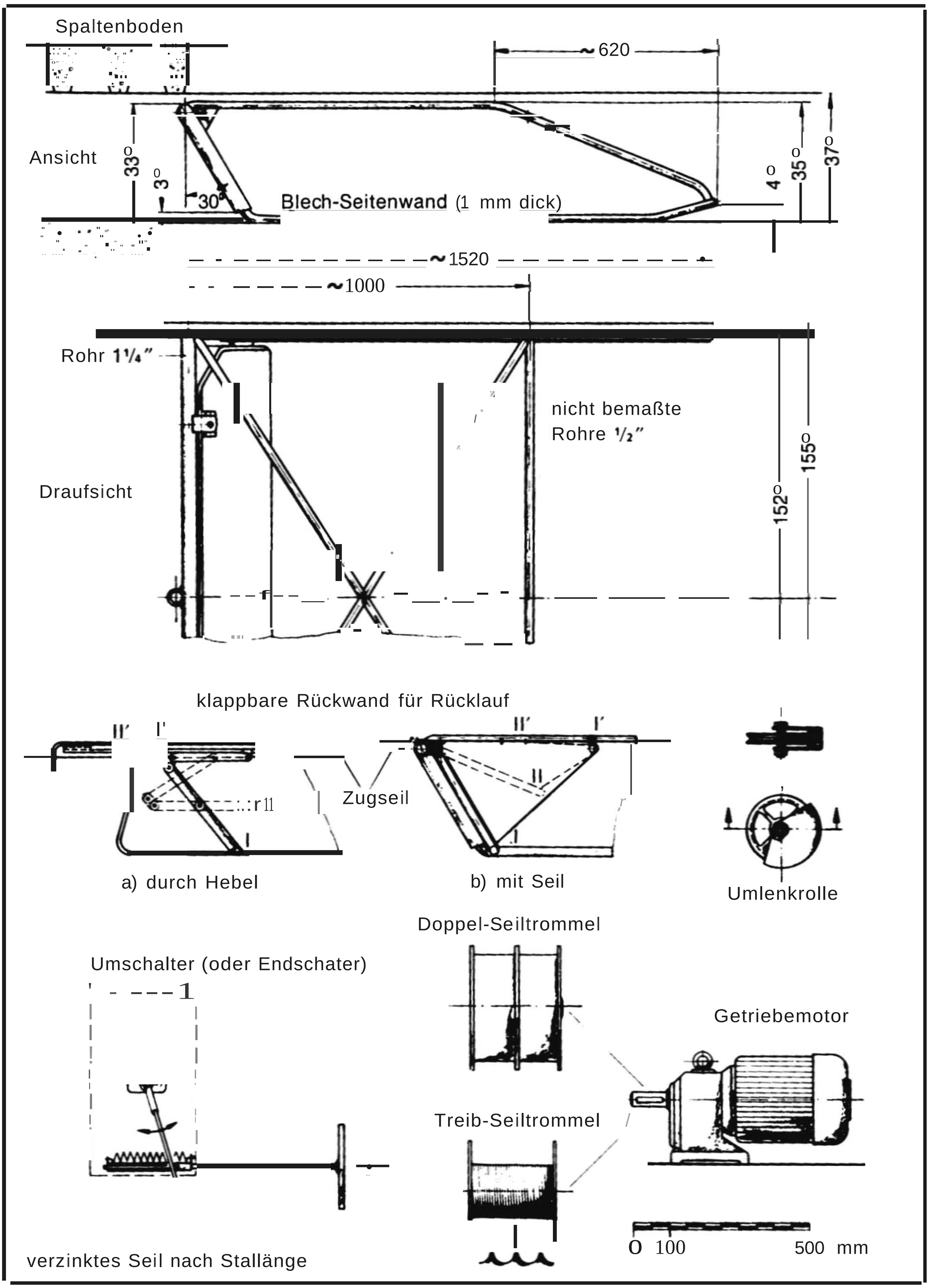
Tabelle 28 Preise und Kosten in DM Je Kuh für mechanische Entmistungsanlagen unter dem Spaltenboden (Schachtsohle 1,70 m breit)

		bei 10 Kühen			bei 20 Kühen			bei 40 Kühen		
Systeme	Arbeits-breite m	Förd.-Str. m	Preis DM	jährl. Kosten DM	Förd.-Str. m	Preis DM	jährl. Kosten DM	Förd.-Str. m	Preis DM	jährl. Kosten DM
Schubstange doppelt	1,60	2 X 11	461,	99,	2 X 17	261,	62,	2 X 28	176,	38,
Kettenförd. doppelt	1,60	2 X 11	784,	167,	2 X 17	455,	97,	2 X 28	260,	57,-
Schleppschaufel selbststeuernd	1,65	2 X 11	300,	41,	2 X 17	150,	21,	2 X 28	75,	10,

Anmerkung: Preise = Anschaffung + 10 % Montage

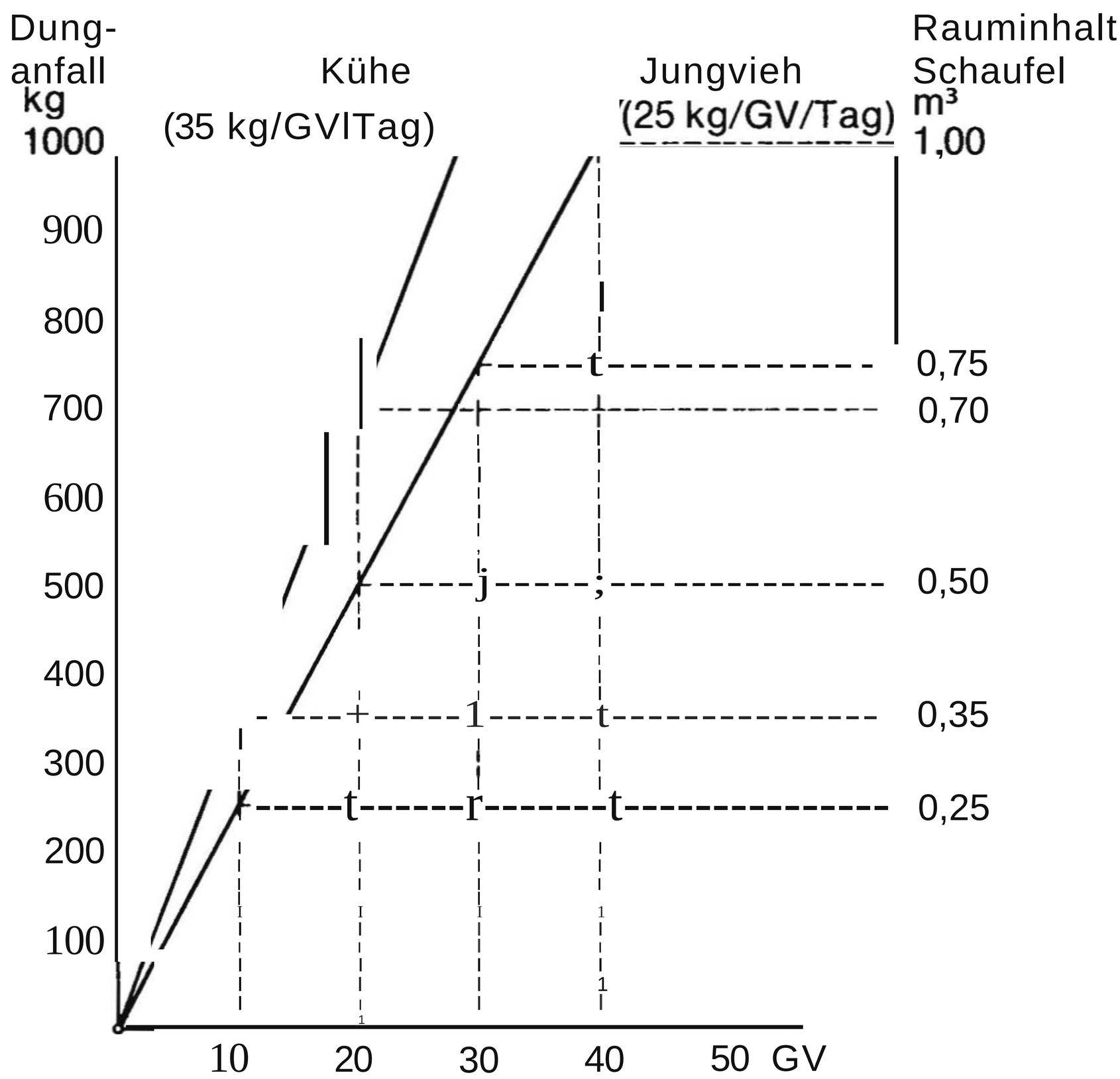
In zweiseitigen Aufstallungen mit zwei Dungkanälen können nach Abb. 17 beide Schleppschaufeln im Wechselspiel betrieben werden.
Beim Vorlauf des einen läuft automatisch das andere Gerät zurück. Das setzt eine entsprechende Seilverbindung und klappbare Schieberrückwände voraus, da eine Schaufel stets im vollen Dungkanal zurückgezogen wird.
Der angestellte Preis- und Kostenvergleich fällt eindeutig zugunsten der Unterflur-Schleppschaufel aus. Wenn die Dungschlitten vom örtlichen Handwerker hergestellt werden können, verbilligt sich u. U. die Anschaffung. Nur Windenmotor und Seilanlage müssen komplett bezogen werden.
Die Schleppschaufeln selbst bestehen neben zwei senkrechten Seitenwänden zur Führung und Anlage aus einer schrägliegenden Rückwand, die durch einen einfachen Mechanismus, wie auf Abb. 18 zu erkennen, klappbar gemacht werden kann. Am durchgehenden Seil eingehängt, kann mit einem Spielraum zwischen zwei vorgesehenen Anschlagstellen der Zug auf den Schlitten derart verteilt werden, daß beim Vorzug die Rückwand in Arbeitsstellung tritt und beim Rückholen des Gerätes ein zweites kurzes Seil oder eine Hebelkonstruktion das Aufklappen der Schiebewand bewirkt.
Der Getriebemotor treibt eine mit ihm verbundene Seilwinde an, auf der sich beim Vor- oder Rücklauf das jeweilige Zugseil aufspillt bzw. abrollt. Ermöglichen läßt sich auch der Antrieb von getrennten Trommeln auf eine Welle in ein- und zweireihigen Ställen. Anlagen für längere Ställe besitzen zwei Antriebsaggregate, einen Motor für den Vorschub, einen zweiten kleineren für das Zurückholen der entleerten Schleppschaufel. Abhängig von der Fördermenge beträgt die Leistungsaufnahme zwischen 2 und 4 PS.
An Umkehrstellen und Abwinkelungen sorgen Seilleitrollen für den ruhigen Ablauf des gesamten mechanischen Vorganges. Dazu gehören auch Einrichtungen, die das Umlaufseil in Spannung halten, um es nicht mit Kot und Jaucheablagerungen in Verbindung zu bringen. Das gelingt allerdings nur in Kanallängen bis zu 25 m. Die Nutzungsdauer der Seile ist hauptsächlich abhängig von der Zersetzungswirkung des im Kanal verbleibenden Kot-Harn-Gemisches. Erfahrungen über die Haltbarkeit liegen noch nicht vor. Deshalb sollte immer bestes Seilmaterial verwendet werden.
In kürzeren Stallanlagen genügt das halbmechanische Schaltsystem mit entsprechender Handbedienung für das Ein- und Ausschalten. Damit kann die gesamte Anlage wesentlich billiger eingerichtet werden. Vollmechanisch eingebaut, läßt sich das Aggregat auch über eine Zeituhr steuern. Das ist in Erwägung zu ziehen, wenn mehrmals am Tag entmistet werden muß.

Abb.18 Zubehör für Schleppschaufelanlage unter Flur



Versuche ergaben für den Dungkanal eine lichte Höhe von 50 bis 60 cm. Diese Tiefe wird für ausreichend angesehen, um den Dung bei täglicher Entleerung auch in längeren Kanälen sicher zu entfernen. Ein Längsgefälle sowie ein Quergefälle mit Neigung in Richtung Freßplatz scheint nach den bisherigen Erfahrungen nicht notwendig zu sein, da ein Jaucheabfluß ohnedies nicht zu ermöglichen ist. Untersuchungen der getrennten Abführung von Jauche seitlich an der tiefsten Stelle des Kanals haben sich nicht bewährt, da sich die Abflußschlitze verstopfen und von der Schaufel zugestrichen werden. Wegen der dammartigen Kotablage unter den Spalten quer zum Kanalverlauf würde die Jauche auch nur seitlich abfließen können. Das Zusammenschieben wird andererseits wesentlich erleichtert, wenn die Dungkonsistenz im Kanal flüssiger gehalten werden kann. Die Trennung von Kot und flüssigen Bestandteilen erfolgt daher erst auf dem Stapelplatz.
Bei einer einseitigen Aufstallung von etwa 30 bis 35 Tieren fallen täglich bis zu 1000 kg = 1 t Kot an. Eine solche Menge Frischmist ohne Strohbeimengungen entspricht dem Rauminhalt von 1 cbm. Die Schleppschaufel müßte demnach auf ein Fassungsvermögen von 1 cbm ausgelegt werden. Die für eine Anfertigung des Gerätes zu berücksichtigenden Unterschiede zwischen Milchkühen und Jungvieh sind auf Abb. 19 zu verfolgen. Bei angenommenen Kanalabmessungen von 166 cm Breite X 60 cm Höhe ergeben sich entsprechende Maße für die Schleppschaufel: Breite 160 cm, Höhe 50 cm, Länge 150 cm.

Abb. 19 Auslegung der Schleppschaufel für Unterflur-Entmistung in Abhängigkeit von täglichem Dunganfall und Bestandsgröße



Nach den bisher angestellten Berechnungen und Erfahrungen ist bei dieser Größenordnung die Grenze der vollmechanischen Anwendung einer Schleppschaufel erreicht, wenn nur einmal am Tag entmistet werden soll. In längeren Ställen muß das Aggregat daher täglich mehrmals laufen, wenn größere Dungmengen störungslos beseitigt werden sollen. Ober schräg gestellte Rampen bis zu 45 0 Steigung außerhalb des Stallgebäudes kann die Schleppschaufel den Dung zum Stapelplatz fördern. Der schräg nach oben angelegte

Auslauf ist in allen Fällen zu empfehlen, wo kein Niveauunterschied zwischen Stall und anschließendem Gelände vorhanden ist und die Dunglagerung nicht in einer Grube vorgenommen werden soll.

Für das Festmistverfahren empfiehlt sich eine möglichst mit Schlepper und Frontlader befahrbare Dungstätte. Der Boden dieser Stapelfläche erhält zu einer Seite hin eine leichte Neigung bis zu 7 % und ist über der darunterliegenden kleinen Jauchegrube durchlässig, damit die Feuchtigkeit aus dem Kot-Harn-Gemisch weitgehend abtropfen kann (s. auch Abb. 17). Der Stapelplatz ist von einer Einfassung umgeben, wovon die gegenüber der Entmistungsanlage befindliche Wand in Form einer Faschine durchlässig sein soll, um die anfallende Flüssigkeit auch horizontal abfließen lassen zu können. Die Faschinenwand dient zugleich als herausnehmbare Einfahrt für den Entleerungsvorgang mit Schlepperladern und kann aus Rundholz, Eisenbahnschwellen oder aus Betonbalken bestehen.

Der Kothaufen trocknet auf der schiefen Ebene leichter und bereitet beim Aufladen mit der Erdschaufel des Frontladers in den Stallmiststreuer und beim anschließenden Ausstreuen über das Streuaggregat weniger Schwierigkeiten. Die Dungstätte wird zweckmäßig in Verlängerung der Mistachse bzw. der Dungkanäle angelegt, um die Rampen für die Kotverteilung mit dem Schieber kurzhalten zu können.

Der Abtrocknungserfolg des strohlosen Mistes hängt im wesentlichen von der Bildung eines Mistkegels ab, der sich unter der Dungabwurfstelle befinden sollte. Durch den kegelförmigen Ablauf verteilt sich das Kot-Harn-Gemisch über dem gesamten Stapelplatz. Dieser Vorgang begünstigt die erforderliche Trennung von flüssigen und festen Bestandteilen.

Es ist nachgewiesen (26), daß vom Kot-Harn-Gemisch ohne Strohteile bereits im Stallbereich und in der trockenen Jahreszeit auch außerhalb in der Dunglege mehr Feuchtigkeit als aus Strohmist verdunstet. So wird im Gegensatz zum Anbindestall eine wesentlich kleinere Jauchegrube benötigt; an Stelle von 3 cbm je Großvieheinheit reichen 1 bis 1½ cbm je GV aus.

Da im Vergleich zum Strohmist nur reiner Kot auf der Platte anfällt und dieser ohne Beimengungen dichter lagert, verringert sich auch der Stapelraum für die festen Bestandteile. Folgende Formel ist zur Berechnung der Lagerfläche, abhängig von der vorgesehenen Lagerdauer, anzuwenden:

BEMESSUNG DES STAPELPLATZES:

STAPELFLÄCHE:

$$F = \frac{K\left(1 - \frac{P}{100}\right) L \times M}{y \times h}$$

$$F = \frac{K\left(1 - \frac{p}{100}\right) L \times M}{1000 \times h}$$

LÄNGE ODER BREITE DER STAPELFLÄCHE:

$$'m = \frac{F}{b}$$

K = Kot + Harn/kg/GV/Tag
M = Anzahl GV
L = Lagerdauer in Tagen
p = Lagerungsverlust in % von K
h = Höhe der Umfassungsmauer i. m

b = gegeb. Breite bzw. Länge des Stapelplatzes i. m
Im = gesuchte Breite bzw. Länge des Stapelplatzes i. m
F = Stapelfläche in m^2
y = Gewicht Kot-Harn-Gemisch in kg/m^3

b) FLOSSIGMISTBEREITUNG

Zur Dungbeseitigung unter Spaltenböden sind auch Flüssigmistverfahren mit Speicherbehältern im Stallbereich oder getrennt außerhalb geeignet. Letzteres wird aus hygienischen und vorläufig auch aus technischen Gründen vorgezogen. Da keine mechanische Anlage überwacht werden muß, stellt der Flüssigmisttransport aus dem Stall die arbeitssparendste Möglichkeit, wenn auch nicht immer die billigste dar. Der Vergleich von Schleppschaufel und Flüssigmist in Tabelle 29 berücksichtigt nicht die unterschiedlichen baulichen Voraussetzungen vieler Betriebe. Beim Umbau vorhandener Betriebsgebäude kann eine flüssige Dungausbringung oftmals leichter zu lösen sein. Gegenüber mechanischen Anlagen ist sie nicht an geradlinige Achsen gebunden.

Tabelle 29 Preise und Kosten von Schleppschaufel- und Flüssigmistverfahren in DM je Kuh bei verschiedenen BestandsgröBen

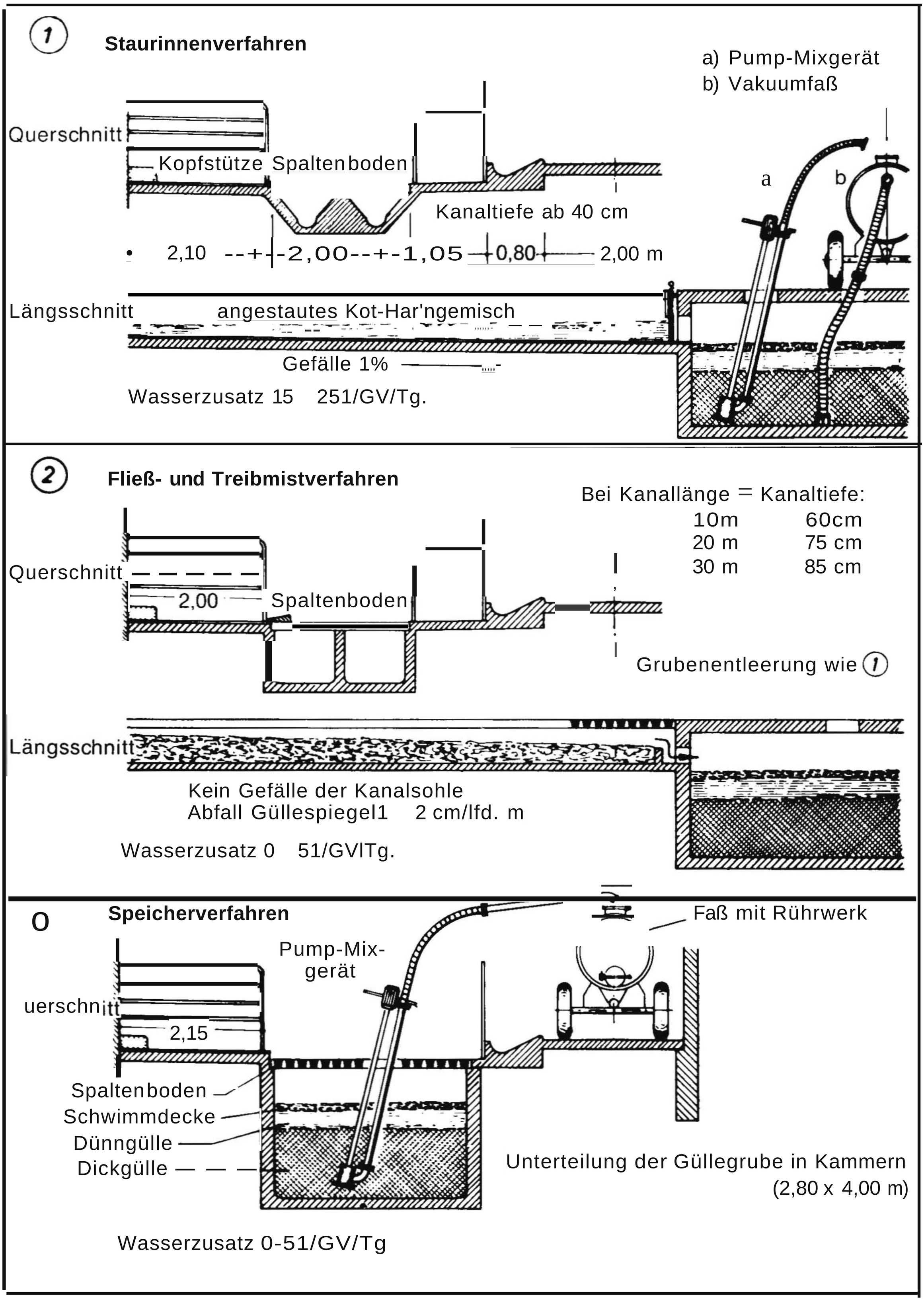
Preis- und Kosten-elemente	Sehleppsehaufel						Flüssigmist					
	10 Kühe		20 Kühe		40 Kühe		10 Kühe		20 Kühe		40 Kühe	
	p	K	P	K	p	K	P	K	P	K	P	K
Stalltechnik	300	41	150	21	75	10	-	2 *)	-	2 *)	-	2 *)
Geräte für Ausbringung	490	61	245	31	123	16	700	90	350	46	175	23
Folgearbeiten	-	18	-	18	-	18	-	15	-	15	-	15
Gebäudeanteil	147	10	147	10	147	10	608	38	608	38	608	38
	937	130	542	80	345	54	1308	145	958	101	783	78

P = Preis, K = Kosten *) Kosten für Wasserverbraueh

Für die Ausbringung finden Vakuumfässer oder solche mit starken Pumpenaggregaten Verwendung. Schwierigkeiten verursacht gegenwärtig noch das Auspumpen der dickbreiigen Sinkschicht aus Gruben von einer Stelle aus, vor allem bei Anlagen, die sich im Stall unter dem Spaltenboden befinden. Wie in Versuchen festgestellt, scheinen sich am besten Pump-Mix-Geräte zu bewähren, die vor dem Ausbringen kräftig und lange genug umrühren und überdies wesentlich weniger kosten. Durch das Aufrühren der Gülleschichten unter dem offenen Rostboden verschlechtert sich zeitweise die Stalluft. Dem überbetrieblichen Einsatz von relativ teuren Fässern mit Pumpaggregaten sind vorläufig noch Grenzen gesetzt, solange nicht mehr Ställe mit Schwemmentmistung vorhanden sind. Das Ablaufen von Kot und Harn als Flüssigmist unter dem Spaltenboden zur Lagerung in einem Behälter kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Die wichtigsten sind in Abb. 20 dargestellt; sie werden anschließend zusammengefaßt erläutert. Grundsätzliche Kenntnisse über Flüssigmistbereitung werden dabei vorausgesetzt, so daß nur die Gesichtspunkte ihrer Zuordnung in Boxenställen mit Rostböden zu behandeln sind.

STAURINNENVERFAHREN. Diese Anlage besteht aus zwei nebeneinander unter der Spaltenbodenlauffläche angelegten Staurinnen, die in Form und Bauweise von der Schwemmentmistung mit Gitterrostabdeckung des Kurzstand-Anbindestalles übernommen wurde. Die Rinnen dürfen nicht mehr als eine Breite von 1 m haben und sollen ein geringes Längsgefälle bis zu 0,75 % und einen muldenförmigen Querschnitt aufweisen. Aus diesen Schwemmrinnen kann der anfallende Dung nur mit Hilfe von entsprechendem Wasserzusatz restlos abgeführt werden. Die Entleerung erfolgt abhängig von Belegung und Länge des Stalles ein- bis mehrmalig in der Woche. Die Güllegrube kann sich anschließend in Fortsetzung der Schwemmkanäle befinden, läßt sich aber auch parallel zum Schwemmverlauf neben dem Gebäude einbauen, wohin sich die Gülle aus den Rinnen über einen Querkanal ergießt. Die Zuführungskanäle überwinden ohne Schwierigkeiten auch mehrere Biegungen und Richtungsänderungen. Dieser Vorteil spricht beim Umbau von ungünstig gelegenen Altbauten für die Bevorzugung der Gülle-

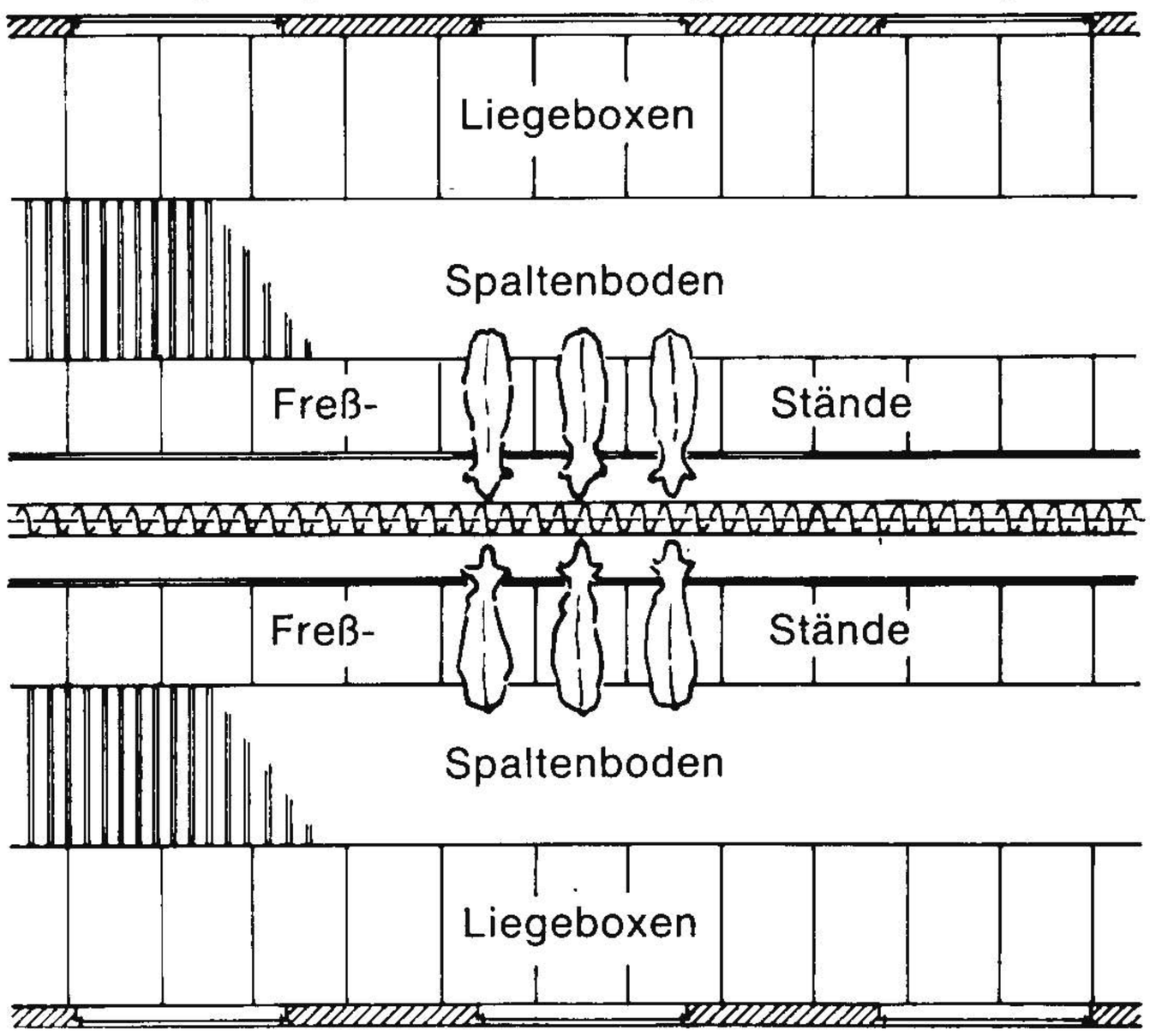
Abb. 20 Flüssigmistverfahren für Boxenställe mit Spaltenboden-Lauffläche einschließlich Lagerung und Ausbringung



bereitung. Pump-Mix-Geräte oder Vakuumfässer sind gleichermaßen geeignet, die Güllegrube nach vorherigem kräftigem Umrühren zu entleeren. Bei Rindermist bildet sich nach längerer Lagerzeit eine zähe Sinkschicht, die vor dem Ausfahren mit Dünngülle zu vermischen ist. Der zur Funktionssicherheit dieses Vorganges notwendige Wasserzusatz von 10 bis 20 l/GV/Tag (66) verlangt einen höheren Güllespeicherraum, sobald die Gülle während der Wintermonate längere Zeit nicht ausgebracht werden kann (6 bis 8 cbm/GV).

FLIESS- ODER TREIBMISTVERFAHREN. Durch holländische Versuche (56) wurde bekannt, daß ohne oder mit sehr wenig Wasser entmistet werden kann, wenn die Form des Schwemmkanals bestimmte Bedingungen erfüllt. Er muß in offener Verbindung mit der Grube stehen, so daß die Vorgülle in ununterbrochenem Strom nach der Grube abfließen kann. Die Bedeutung dieser Methode liegt namentlich in der Wasserersparnis. Die holländischen Versuche ergaben, daß bei einer normalen Zusammensetzung der Gülle keine Wasserzugabe erforderlich ist. Während der Zeit, in der viele Kühe trocken stehen und der Mist infolgedessen fester ist, wird lediglich hinter den Tieren, die am weitesten von der Grube entfernt stehen, etwas Wasser in den Dung eingeleitet. Nach den holländischen Berichten ist auch dann der Wasserverbrauch nicht höher als 5 %. In Holland bisher nur für Anbindeställe verwendet, wird neuerdings versucht, das Prinzip des ununterbrochenen Dungabflusses in Ställe mit Spaltenboden einzubauen.
Die Form des Schwemmkanals ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Funktionieren des Fließverfahrens. In Abb. 20 ist unter 2 die bis jetzt bewährteste Form wiedergegeben.
Um dem Abfließen der Jauche in die Grube vorzubeugen, darf der Kanal kein Gefälle zu der Grube haben; er soll vielmehr waagerecht liegen oder ein rückläufiges Gefälle erhalten. Die Gülleschicht im Kanal beim Ausgang ist dann etwa 10 cm hoch, während sie am entgegengesetzten Ende fast bis zum Rost reicht. Der Güllespiegel im Kanal verringert sich um 1 bis 2 cm je m Länge. Da noch keine Erfahrungen mit breiteren Kanälen vorliegen, werden vorerst unter der Spaltenbodenlauffläche Doppelkanäle (je 80 bis 120 cm breit) eingebaut.
An der Stelle, wo der Schwemmkanal den Stall verläßt, muß ein Verschluß angebracht werden können, damit während des Dungmischens und des Leerpumpens der Grube kein Geruch in den Stall kommen kann. Eine andere Einrichtung sieht vor, kurz vor Ein-

Abb. 21 Melken am Freßplatz mit Freßgitter und Absaugleitung (Freßplatzbreite = Liegeboxenbreite)



münden der Kanäle in die Güllegrube jeweils zwei Bretter von unten und oben so hintereinander anzubringen, daß der Zwischenraum von der durchlaufenden Gülle immer ausgefüllt ist, womit eine Art Siphonwirkung erzielt wird.
Die ständige Bedienung des Schiebers fällt dadurch weg.
Die Einfachheit des Entmistungsverfahrens läßt geringe Unterhaltungskosten erwarten. Noch nicht sicher überprüft sind die Stalluftverhältnisse, die durch die andauernde Bewegung des Flüssigkeitsspiegels teilweise ungünstig beeinflußt werden. Eine ausreichende Stallentlüftung muß daher vorhanden sein.

SPEICHERVERFAHREN. Eine andere Art der Flüssigmistbereitung besteht darin, den gesamten Dunglagerraum unter dem Spaltenboden anzulegen. Damit kann die teuere, befahrbare Grubendecke außerhalb des Stalles eingespart werden. Die Unterbringung im Stallbereich verlangt jedoch gewisse Maßnahmen:

1. Ausreichender Stapelraum für mindestens 3 bis 3½ Monate, um die noch schwierige Entnahme auf möglichst wenige Einsätze im Jahr zu beschränken.
2. Völlige Abdichtung der Grubenwände zur Vermeidung von Zugluftterscheinungen und Geruchsbelästigungen. In dem Raum zwischen Flüssigkeitsspiegel und Spaltenbodenunterfläche soll eine möglichst unbewegliche Atmosphäre herrschen.
3. Unterteilung der Güllegrube in Kammern von etwa 2 X 4 m Grundfläche, da nur in kleineren Behältern wirkungsvoll gemischt und gepumpt werden kann.
4. Installierung einer leistungsfähigen Stallentlüftung zur Abführung der aus der Grube in den Stallraum im Falle eines Temperaturgefälles zurückfließenden Gase.

Außer Kot und Harn gelangen kaum andere Bestandteile in die Grube, so daß sich die immer vorhandene Schwimmdecke nicht mehr stark bilden kann und von Rührwerkzeugen schnell zerstört wird. Dagegen entsteht durch den Entmischungsvorgang bei flüssigem Rinderdung eine zähe Sinkschicht, die auch als Dickgülle bezeichnet werden kann. Dieser Schlamm läßt sich nur durch längeres, kräftiges Aufrühren zerstören. Mischen unter dem offenen Spaltenboden führt jedoch bei größerer Intensität und gefüllter Grube häufig noch zum Überlaufen der Gülle in den Stallraum, so daß mit umfangreicher Verschmutzung des Spaltenbodens und der anschließenden Stallbereiche gerechnet werden muß. Auch die Stalluft wird durch diesen Vorgang wesentlich verschlechtert. Verschiedene Öffnungen zur Einführung von Pumpenaggregaten, die außerhalb der Laufläche stehen, haben sich bisher nicht bewährt. Um gleichmäßig aufrühren und anschließend leerpumpen zu können, ist es vorläufig noch unerläßlich, mehrere Rostbalken herauszunehmen. Außerdem ist die Ausbringung der dickbreiigen Masse aus der Grube unter dem Spaltenboden an die Zufuhr von Wasser gebunden, um pumpfähiges Material zu erhalten.
Die Ansichten über den unbedingt notwendigen Güllegrubenraum bei Flüssigmistverfahren gehen stark auseinander. Sie hängen von den Fütterungs- und Wasserverhältnissen des Betriebes ab, aber vor allem auch von der Zeitspanne, in der die Gülle nicht ausgebracht werden kann.

5. MELKVERFAHREN UND MELKSTÄNDE

Arbeitserleichterung, in größeren Kuhbeständen Zeiteinsparungen und die gestiegenen Ansprüche an die Milchqualität erfordern eine Zentralisierung des Melkens auch in den Boxenställen. Wie in anderen Laufställen kann die Erledigung der Melkarbeit in günstig angeordneten Melkständen erfolgen. In Frage kommen Einzelmelkstände (Reihen- und Tandemstand) für kleinere und mittlere Herden, Gruppenmelkstände (Längs- und Fischgrätenmelkstand) für größere. Melkstände ermöglichen außerdem bei zwei- oder mehrreihigen Laufstallanordnungen die in mancher Hinsicht vorteilhafte Unterteilung in Gruppen. Um die Baukosten für ein getrenntes Melkhaus für Kuhbestände zwischen 15 und 40

Tieren zu ersparen, wurden Versuche mit Längsmelkständen durchgeführt. Teils stationär, teils verschiebbar angeordnet, werden sie in den unmittelbaren Stallbereich eingefügt. Außerdem kann heute die Rohrkonstruktion einfacher Fischgräten- oder auch Längsstände weitgehend mit Hilfe eines Baukastensystems (sog. Klemmfixverbinder) selbst montiert werden. Diese Entwicklungen führen zur VerWirklichung preiswerter Installationen.

a) MELKEN IM GESCHLOSSENEN STALLRAUM

Zunächst werden Anordnungen und Einrichtungen untersucht, die sich in geschlossene Ställe einbauen lassen, also keinen zusätzlichen Arbeitsraum benötigen.

a1) FRESSGITTER UND ABSAUGLEITUNG

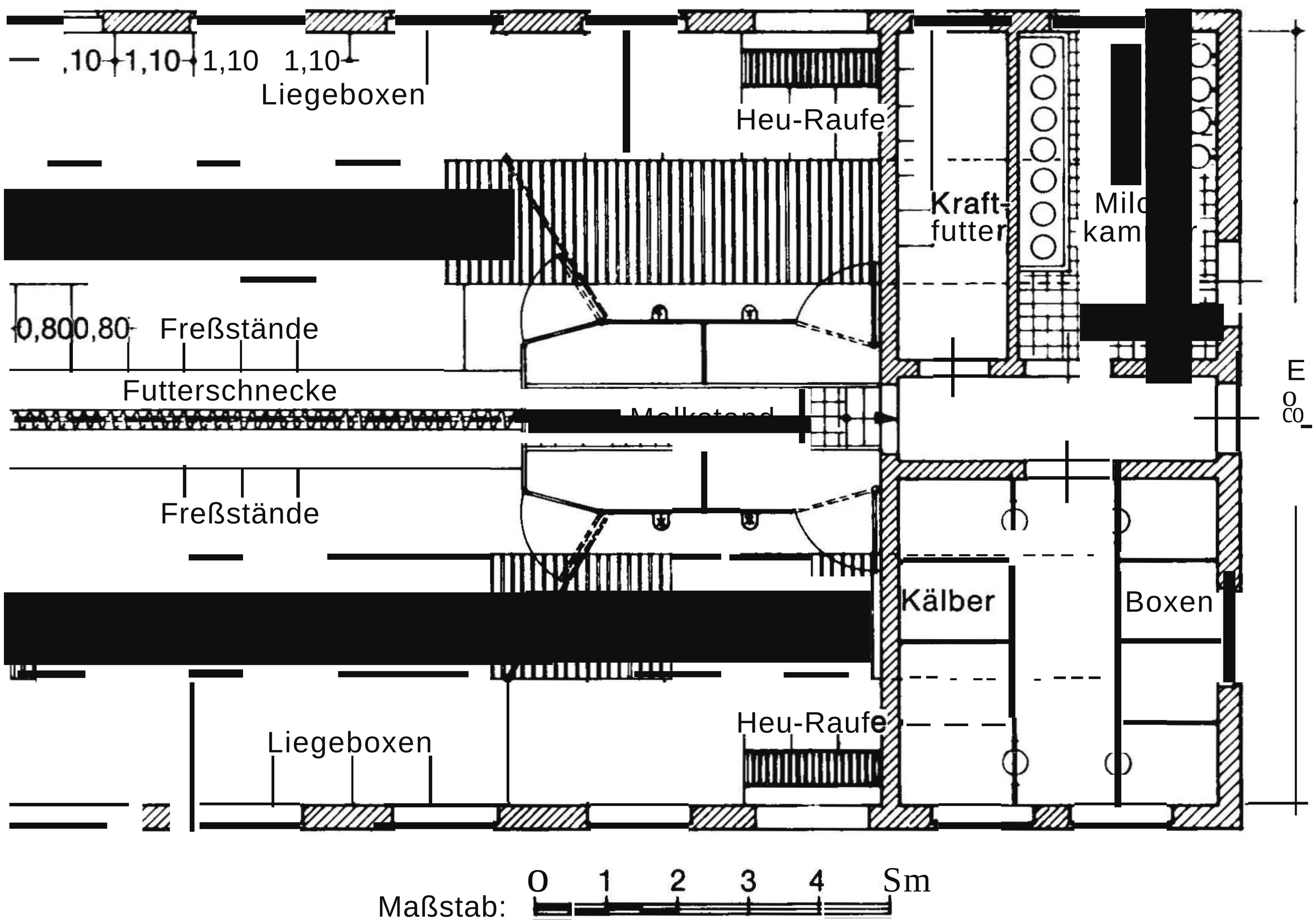
Befindet sich die Fütterung in der Stallmitte gegenüber den an den Stallseitenwänden eingebauten Liegeboxen, können die im Fangfreßgitter eingesperrten Kühe am Freßplatz behelfsweise gemolken werden. Technisch gesehen handelt es sich um den gleichen Vorgang wie im Anbindestall, sollte jedoch für einen Laufstall nur als Übergangslösung vorgesehen werden. Die ungehinderte Durchführung der Melkarbeit verlangt eine Standbreite für großrahmige Tiere von ca. 110 cm und entspricht dem Lichtmaß der Liegeboxenbreite.

Tabelle 30 Der Arbeitsbedarf der Milchgewinnung *) am FreBplatz (Fangfreßgitter) und im Melkstand bel 20 Kühen (Akmln, Je Kuh - GV und Tag)

Arbeitsvorgang	Fangfreßgitter			Melkstand	
	Melkeimer	Milchleitung		Milchleitung	
	2 M, 1 P	3 M, 1 P Kannen-batterie	3 M, 1 P Milchtank	3 M, 1 P Kannen-batterie	4 M, 1 P Milchtank
Melken vorbereiten	0,41	1,48	(1,20)1)	0,86	(0,60)
Treiben in den Sammelraum				0,32	0,32
Melken	7,40	6,30	6,30	6,30	4,90
Melkmaschine abrüsten und reinigen	1,01	1,48	(1,20)	1,48	(1,00)
Hauptreinigung der Melkmaschine	0,25	(0,53)	(0,25)	0,32	0,20
Melkstand reinigen				1,15	1,15
Kannen waschen	1,42	1,42		1,42	
Milchsammel-lieferung	0,95	0,95	(0,00)	0,95	(0,00)
	11,44	(12,16)	(8,95)	12,80	(8,17)

*) nach RIEBE (62)
t) Zahlen in Klammern sind Schätzungen
M = Melkzeug, P = Person

Abb. 22 Melkbuchten im Stallraum



Bei dieser Platzaufteilung wird die gesamte Stallänge für die Unterbringung der Freßstände gebraucht.
Andererseits werden dadurch die Tiere veranlaßt, sich auch auf dem verbreiterten Freßplatz hinzulegen, besonders dann, wenn nur eine geringe Krippenhöhe vorhanden ist. Das verursacht häufig eine größere Verschrnutzung der Kühe, die eigentlich durch die Boxenaufstallung vermieden werden sollte.
Der Melker kann seinen Arbeitsweg nicht wie im Anbindestall auf einem sauberen Staligang zurücklegen, sondern ist gezwungen, die Milchgewinnung hinter den Kühen auf der stets unsauberen Lauffläche vorzunehmen. Dieses Verfahren entspricht nicht den gesetzlichen Bestimmungen für die Erzeugung einwandfreier Milch in Laufställen. Absaugleitungen sind in jedem Fall erforderlich, um den Einfluß schlechter Stalluft zu verhindern. Durch die Anbringung des Fangfreßgitters, das sonst nicht notwendig wäre, und durch die längere Absaugleitung entstehen Kosten, mit denen bereits ein einfacher Melkstand installiert werden könnte. Der Einrichtungsbedarf für eine Absaugleitung (Rohrmelkanlage) und für einen einfachen Melkstand im Stallraum (vergl. Tabelle 32) deckt sich mit den von RÜHMANN (67, S. 782) angegebenen Daten verschiedener mechanisierter Melk·, verfahren.
Bis zu einem Bestand von 20 bis 25 Kühen fallen für beide Melkverfahren etwa gleiche Arbeitszeiten an (62), (29). Bei größeren Herden bringt der Melkstand eindeutige Vorteile, so daß das Melken von eingefangenen Tieren im Freßgitter nur für kleinere Bestände arbeitswirtschaftliche Bedeutung hätte. Der Aufenthalt auf dem feuchten Spaltenboden ermöglicht dagegen für das Melkpersonal keine wesentliche Arbeitserleichterung und kaum angenehme Arbeitsbedingungen.

82) MELKSTAND AM ENDE DER FUTTERACHSE

Laufställe mit abgesetzter Futterstelle benötigen eine geringere Breite des Freßplatzes als Anbindeställe. Von den Fütterungsanlagen in mehrteiligen Laufställen ist bekannt (23), daß auf einen Freßplatz etwa 2 bis 3 Tiere gerechnet werden. Das trifft hauptsächlich für die Vorratsfütterung zu. Der Boxenlaufstall als Einraumstall mit gegenüberliegender Anordnung von Liegeboxen und Freßplatz muß hingegen für jedes Tier wegen Unterbringung der Funktionsbereiche auf engsten Raum einen eigenen Futterplatz besitzen. Untersuchungen ergaben hierfür ein Standbreitenmaß von 80 cm für Kühe und 70 cm für Jungvieh (16). Daraus entsteht im Durchschnitt ein Verhältnis von Liegeboxenbreite: Freßplatzbreite = 10: 7. Die eingesparte Fläche durch die verringerte Troglänge ermöglicht den Einbau eines Melkstandes in den Stallbereich. Zusätzlicher Raumbedarf ergibt sich dadurch nicht. Die verfügbare Länge (m) bzw. Fläche (m^2) für die Aufstellung der Melkbuchten ist abhängig von der Anzahl der Liege- und Freßplätze und läßt sich für eine Stallseite wie folgt berechnen:

Melkplatzlänge (ML) = Anzahl Liegeplätze (nl) x Boxenbreite (bl)
minus Zahl der Freßplätze (nz) x Standbreite (bz)

$$\text{Verfügbare Melkplätze } (M_p) = \frac{n_1 \cdot b_1 - n_2 \cdot b_2}{\text{Länge einer Melkbucht } (S_L)}$$

Die Fläche (MF) auf einer Stallseite ergibt sich aus Melkplatzlänge (ML) mal halber Breite der Futterachse (Fb), wozu auch die Krippenbreite gezählt werden muß.

$$MF = ML \times Fb$$

Für die gesamte Melkstandanlage in der zweireihigen Aufstallung sind die ermittelten Werte zu verdoppeln.

Die Einbeziehung der Melkstände in den Stallraum hat folgende Vorteile:

1. Erleichterung des Melkvorganges in der bäuerlichen Viehhaltung,
2. Warteplatz im Stall, ohne zusätzlichen Raumbedarf,
3. Individuelle Kraftfutterzuteilung, auch bei kleineren Beständen möglich,
4. Melkstand im Winter durch Stallwärme temperiert,
5. Kurze Rohrleitungen bei Um- und Neubauten,
6. Preisgünstiger Einbau, dadurch auch bei Laufstallhaltung kleinerer Kuhbestände kostenmäßig tragbar.

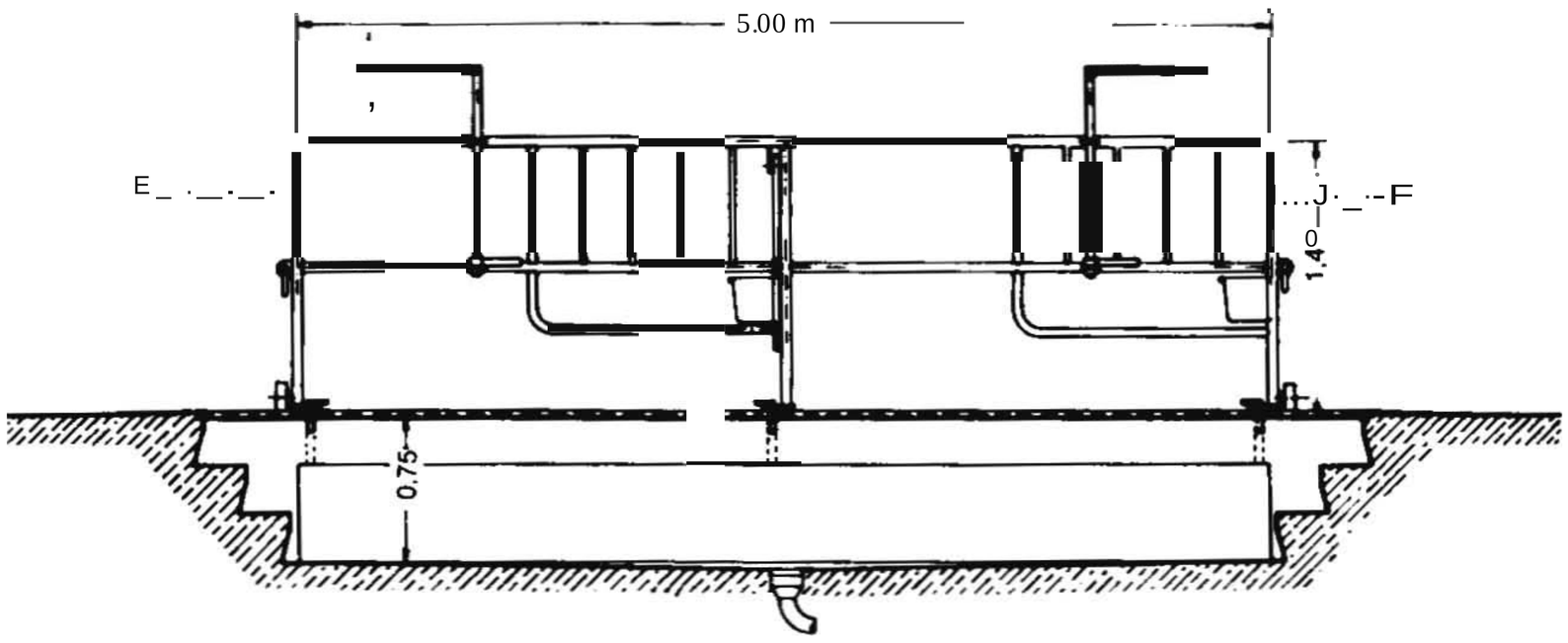
Abhängig vom Verfahren der Fütterung und Bemessung der Futterachsenbreite können Reihen- und Längsmelkstände in zwei voneinander abweichenden Ausführungen in Stallräume eingebaut werden:

FESTMONTIERTE MELKBUCHTEN BEI MECHANISCHER FUTTERZUBRINGUNG

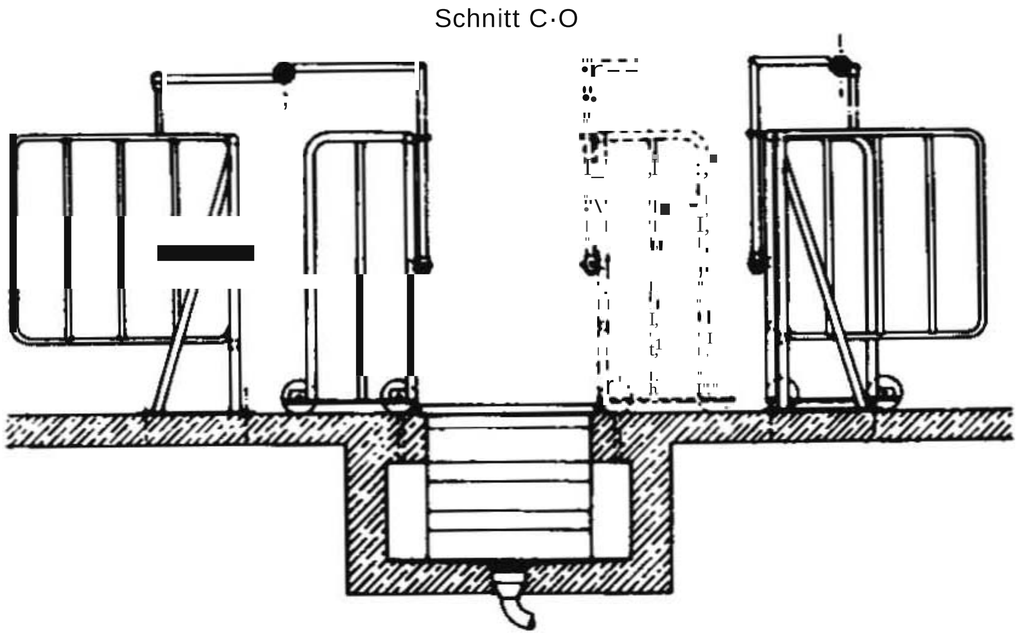
Die unterschiedliche Breite von Liegebox und Freßstand bringt bei Einbeziehung einer Heuraufe auf der Liegeboxenseite für Gruppen ab 10 Tieren, bei zweiseitiger Aufstallung, also von 20 Tieren an aufwärts, bereits genügend Fläche für 4 Melkbuchten. Als Warteplatz dient die unterteilte Spaltenbodenlauffläche. Der Melkstand selbst ist aus dem fest eingebauten Rohrgestänge üblicher Ausführung zusammengefügt. Besondere raumumschließende Bauteile entfallen. Der 75 bis 80 cm tiefe und 90 bis 110 cm breite Melkflur befindet sich in der Stallmitte, am Ende der Futterachse. Die Grube ist abdeckbar. Unmittelbar anschließend an den Melkstand sollen Milchkammer und Kälberaufzuchtboxen untergebracht sein (Abb. 22).

Abb.23 Verschiebbare Melkbuchten für Boxenlaufställe (2 X 2 Längsmelkstand)

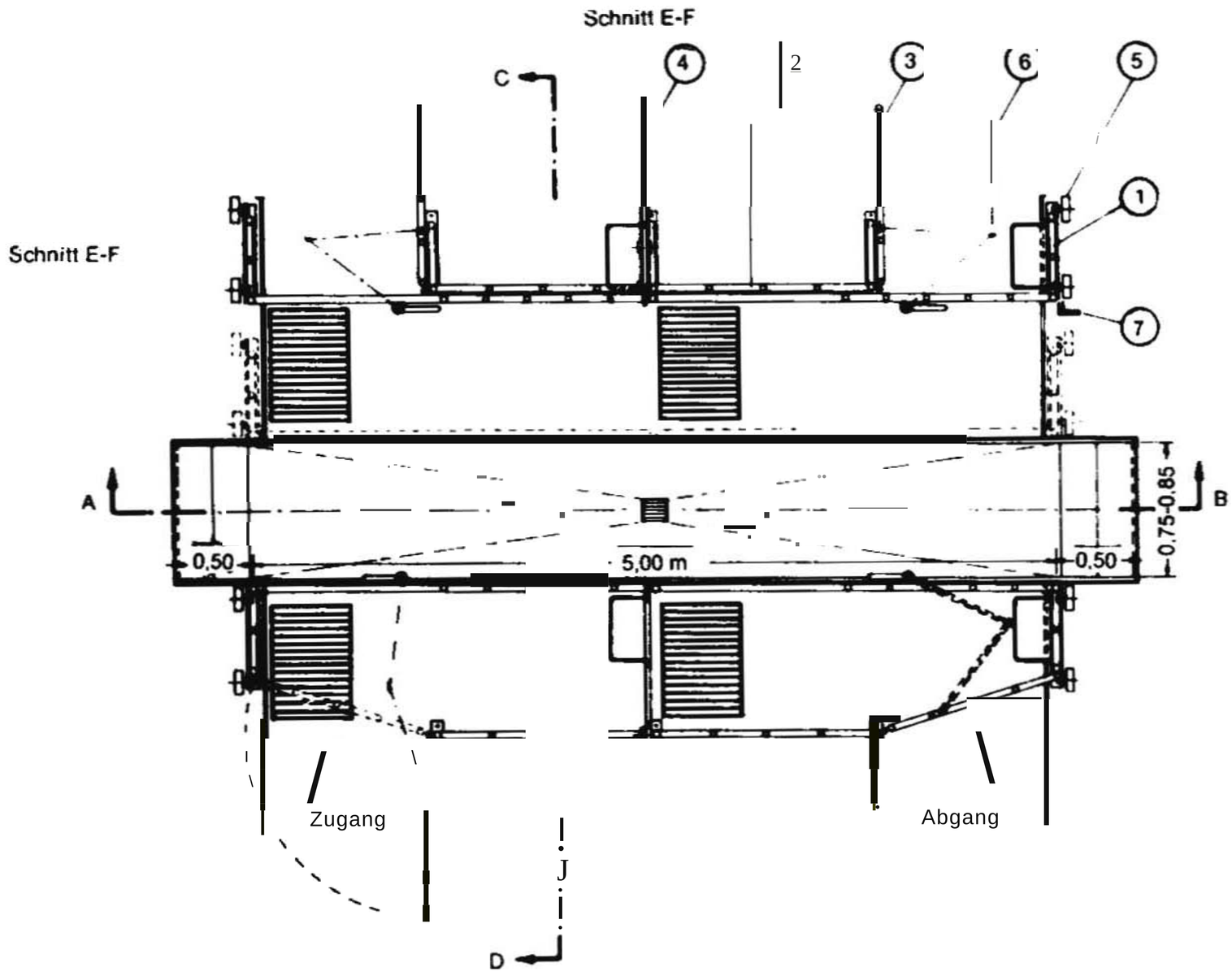
Schnitt A-B



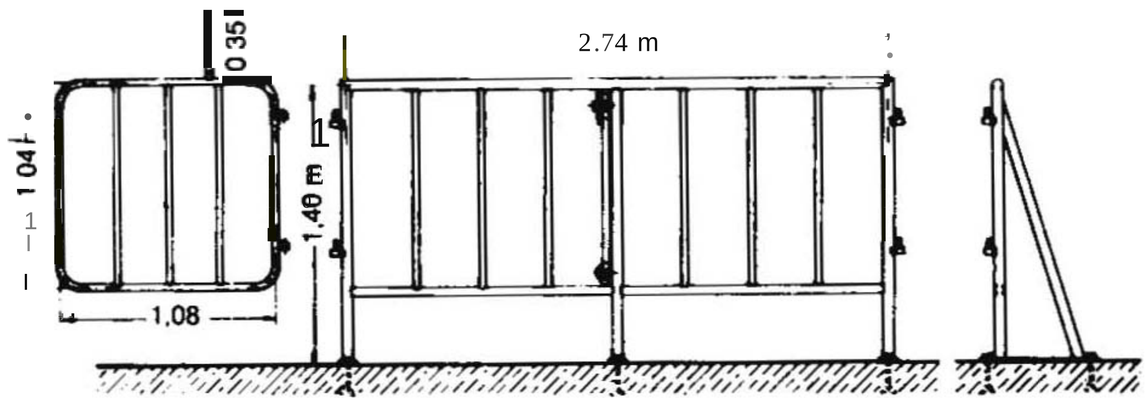
Schnitt C·O



Schnitt E-F



Innenansichi
des stationären Rahmens



0 0.5 1.0 ,.5 20. m
Maßstab

7	Türverschluß
6	Gelenkschere I Ture
5	laulrad Ll uhrung
4	r rennwandrahmen
3	Zu- ll Abgangsturen
2	stationärer Rohrrahmen
1	beweglicher Rohrrahmen m 25e.lenle,len

VERSETZBARE MELKBUCHTEN AUF BEFAHRBAREM FUTTERTISCH. Der hohe Kapitalbedarf für die mechanische Fütterung läßt eine vertretbare kostengünstige Verwendung (69, S. 438) erst bei größeren Beständen zu (vergl. S. 113). Eine ausreichend bemessene Futterachse zum Befahren mit Schlepper und Wagen wird daher für mittlere und kleinere Laufställe erforderlich sein. Auch hier ergibt sich die Möglichkeit, einen einfachen, offenen Melkstand einzubauen. Ausreichend Fläche steht dafür zur Verfügung. Diese wird aber zeitweise auch für den Verkehr auf der Futterachse benötigt. Es läßt sich daher nur ein versetzbarer Melkstand verwenden, dessen Buchten nach der Melkarbeit jeweils links und rechts zusammengelegt in den Stallteil verschoben werden. Der vertiefte Arbeitsplatz für den Melker befindet sich in der Mitte des Futtertisches, etwa 90 bis 110 cm breit. über diese Grube kann ein Schlepper mit Spurweite von 1,25 m und angehängtem Wagen ohne Behinderung fahren. Zur Sauberhaltung des Grubenbereichs und zur Verhütung von Unfällen wird die Öffnung außerhalb der Melkzeit abgedeckt. Bewegliche Reihenmelkstände können für einen Einraumlaufstall mit Liegeboxen und gemeinsamen Futtertisch in drei verschiedenen Ausführungen gebaut werden:

1. Vollverschiebbare Anlage, rollend auf Schienen aufgehängt,
2. halbverschiebbare Anlage, auf Rollen stehend,
3. hochziehbare Anlage.

Um eine günstige Anordnung zum übrigen Stallbereich zu erhalten, wurden für grundsätzliche Versuche halbverschiebbare Längsmelkstände gewählt. Die Konstruktionsmerkmale der beweglichen Melkbuchten sind in Abb. 23 enthalten. Bei Entwicklung dieser Anlage mußte u. a. berücksichtigt werden, daß für die tägliche Benutzung möglichst geringe Rüstzeiten anfallen (17, S. 48).

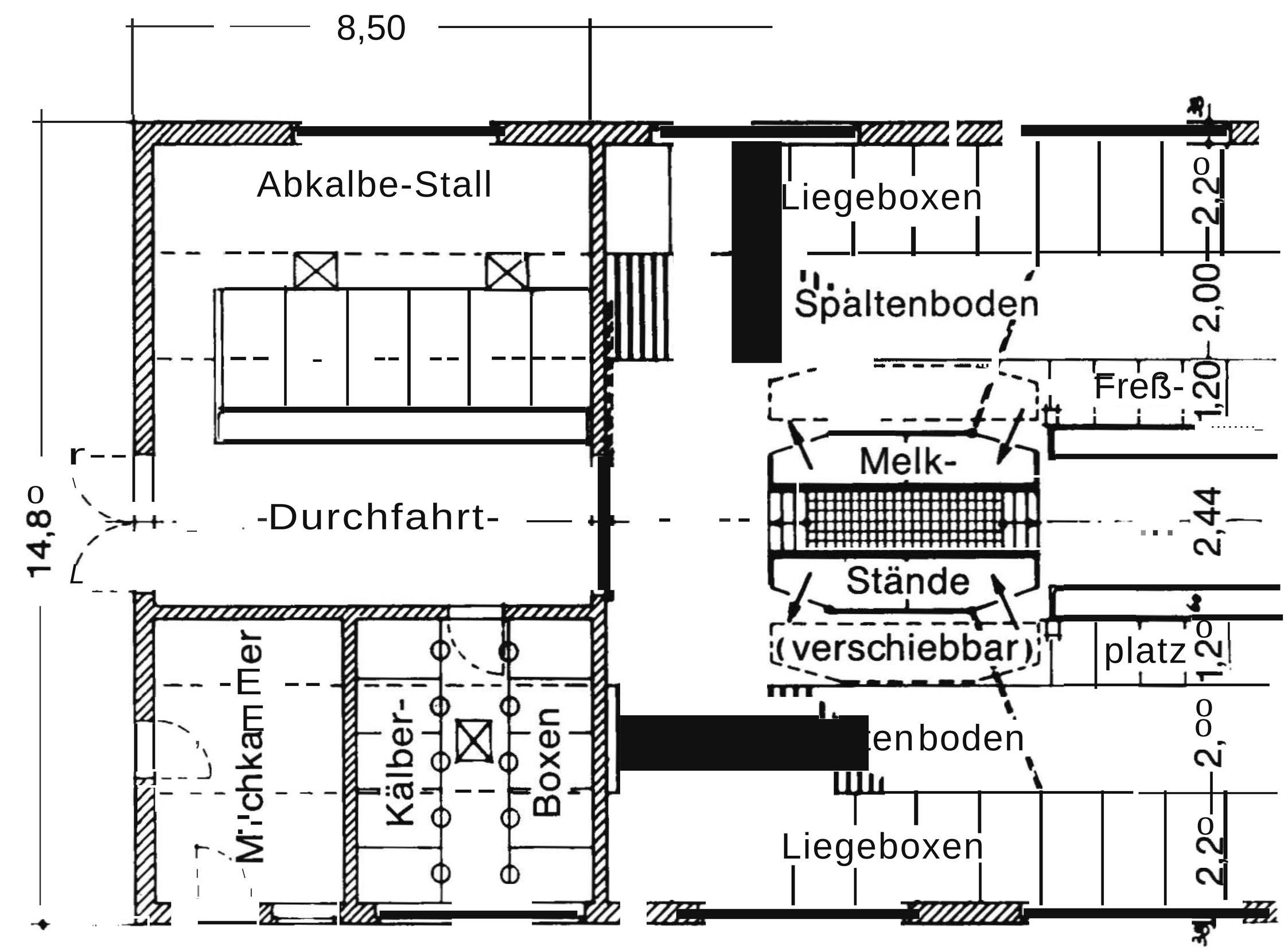


Abb. 24 Verschiebbare Melkbuchten auf befahrbarem Futtertisch

Die verschiebbaren Melkbuchten setzen sich aus folgenden Teilen zusammen:

1. Das Rohrgerüst, gefertigt aus feuerverzinkten oder mit abriebfestem Anstrich versehenen Rohrträgern und Leitrohren, mit einem Durchmesser von 1 bis 2", mit Eingangs- und Ausgangstüren, Kotrosten, Kotblenden, Schalen für Kraftfutter, Mischbatterie und Euterbrausen. Eine Brause genügt für 2 bis 4 Buchten.

2. Rollen, Trag- und Leitschienen sind das technische Zubehör für den beweglichen Teil der Melkstände. Auf dem Boden der Durchfahrt angebrachte Führungen müssen leicht zu reinigen sein. Doppelt wirkende Seilwinden oder kleine Hydraulikanlagen können das Versetzen größerer Stände erleichtern. Zum Feststellen der Melkbuchten sind Schnellverschlüsse eingebaut. Die Einrichtungen für die Türbedienung sind zusammenklappbar.

3. Alle Rohrleitungen für Milch, Vakuum und für die Spülung mit den dazugehörigen Spezialhähnen, Verschraubungen, Verbindungsstücken, Rohrleitungskupplungen, Rohrbögen, Schlauchanschlüssen und Halterungen, einschließlich der Kalt- und Warmwasserzuleitung, werden unter Flur verlegt. Die Milchleitung kann aus Chrom-Nickel-Stahl oder aus ACRYL-Glas (Plexiglas, Plexigum) bestehen. Für die Vakuumleitung wird einfaches Stahlrohr von 1" und für die Spülleitung nahtloses, hitzebeständiges PVC-Rohr verwendet. Die Führung sämtlicher Leitungen unter dem Niveau der Durchfahrt erleichtert das Anschließen der Melkgeräte, ohne an flexible Leitungen gebunden zu sein, und bedeutet keine Behinderung für die Durchfthrt.

4. Eine Beheizung entfällt, da der Melkstand im erwärmten Stallraum steht.

5. Für die Reihen- und Längsmelkstände genügen einfache Futterschalen zur Handbeschickung vom Melkflur aus. Futterschalen aus Kunststoff mit einem Fassungsvermögen von etwa 2 bis 3 kg lassen sich drehbar mit Halterung für etwa DM 30,- je Stück anbringen.

Die bisher angestellten Versuche mit den in Weihenstephan erstmalig gebauten verschiebbaren Melkständen zeigen günstige Ergebnisse (Tabelle 31 und Schaubild 9). Die Zeit für das Versetzen des Melkgestänges ist praktisch nicht meßbar. Als halbverschiebbare Bauart, auf Rollen in der Durchfahrt stehend, wurden zwei Ausführungen als Reihenmelkstand und als Doppel-Zweier-Längsmelkstand jeweils bei 15 bis 20 und bei 30 bis 40 Kühen auf ihre Brauchbarkeit untersucht. Das Ergebnis der Zeitstudien entspricht den Daten üblicher Melkstände (30).

b) MELKSTÄNDE FOR EINREIHIGE AUFSTALLUNGEN

Eine günstige Eingliederung von Melkbuchten in einreihige Boxenlaufställe ergibt sich nur für kleinere Anlagen. Möglich ist der Einbau eines 2 X 1 Reihenmelkstandes auf einer Stallseite mit Querdurchgang der Tiere. Sie gelangen anschließend über einen abgesperrten Triebweg zum eigentlichen Stallteil zurück. Daneben läßt sich nur noch der Anbau eines Melkhauses verwirklichen, womit sich der Kapitalbedarf durch zusätzliche Bauaufwendungen erhöht. Für Zu- und Abgang müssen bei dieser Lösung 3 bis 4 Boxen weggelassen werden. Zwei Vorschläge für die Zuordnung von Melkständen in einreihigen Ställen sind auf den nächsten Entwürfen abgebildet. In beiden Fällen stehen die Kälberaufzuchtboxen in der Nähe der Milchräume.

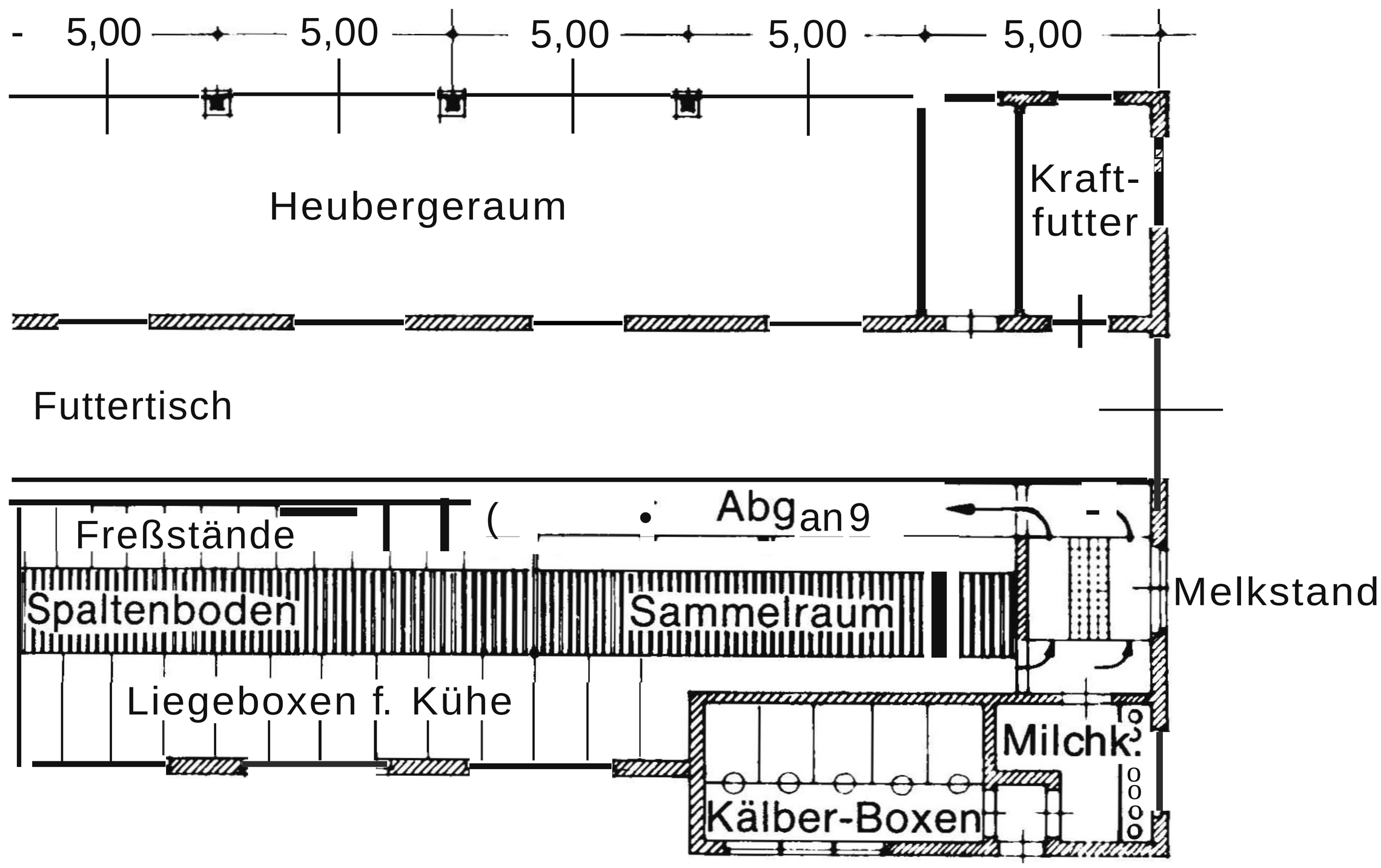


Abb. 25 Melkstand im Stallraum eines einreihigen Boxenlaufstalles für 15 bis 20 Kühe

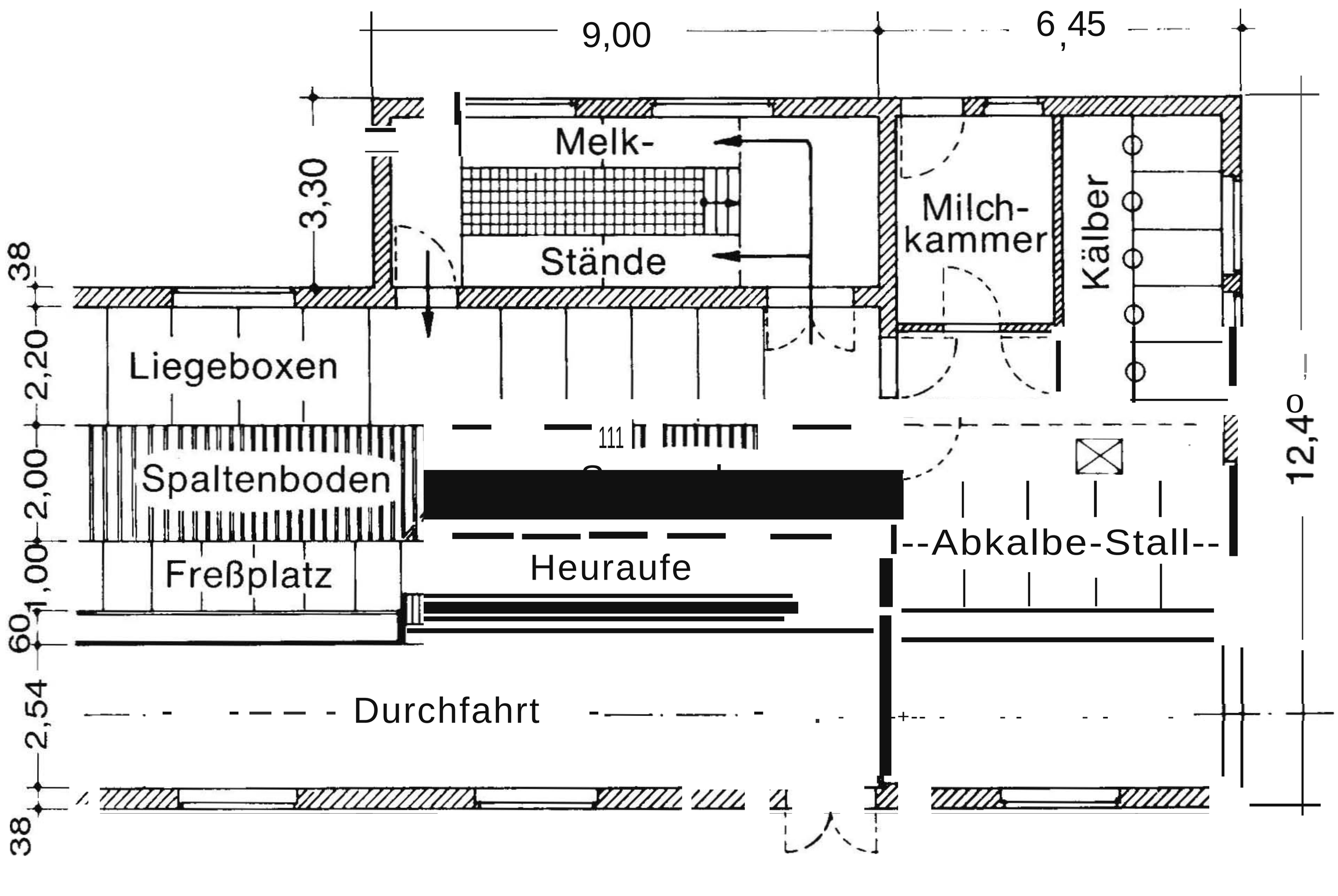


Abb. 26 Angebauter Melkraum mit 2 X 2 Längsmelkstand, Warteplatz im Stall

c) MELKSTÄNDE IN MELKRÄUMEN

Verschiebbare Melkstände, wie auf Seite 89 und 90 erläutert, sind nur sinnvoll, solange die Rüstzeiten für Auf- und Abbau gering bleiben und die Anlage von einer Person bedient werden kann. Größere Gruppenmelkstände (insbesondere Fischgrätenmelkstände) sind nicht mehr im Stallbereich unterzubringen. Sie erfordern daher einen getrennten Raum. Wird der geschlossene Stall mit befahrbarem Futtertisch beibehalten, muß der Melkstand auf einer Gebäudeseite untergebracht werden. (Lösung bei mechanischer Futterzubringung in Abb. 27.) Die gegenüber befindliche Tiergruppe wechselt zum Melken über den Futtertisch, wozu handliche Absperrungen für den Triebweg vorzusehen sind. Der Anschluß des außerhalb des Stalles stehenden Melkstandes an die anderen Nebenräume, wie Milchkammer, Kälber- und gegebenenfalls Abkalbestall, sollte zumindest in Neubauten stets zu geschlossenen Einheiten führen, um die arbeitswirtschaftliche Gesamtkonzeption der Stallanlage nicht zu unterbrechen. Der abgesonderte Melkraum erhöht den Gesamtraumbedarf; hinzu kommt noch der notwendige Warteplatz. Bei Verwendung eines 2X3 Fischgrätenmelkstandes muß etwa 77 m² Grundfläche zusätzlich vorgesehen werden. Um Melkstand und Warteraum unterzubringen, ist ferner eine Erweiterung des Gebäudes um 3,20 m bis zum Anschluß des Stallraumes nicht zu umgehen (Abb. 28). Die Wärmeverhältnisse im Winter für den vergrößerten Gesamtstallraum werden infolgedessen ungünstiger; eine zusätzliche Beheizung des Melkstandes ist in Klimazone II und III erforderlich.

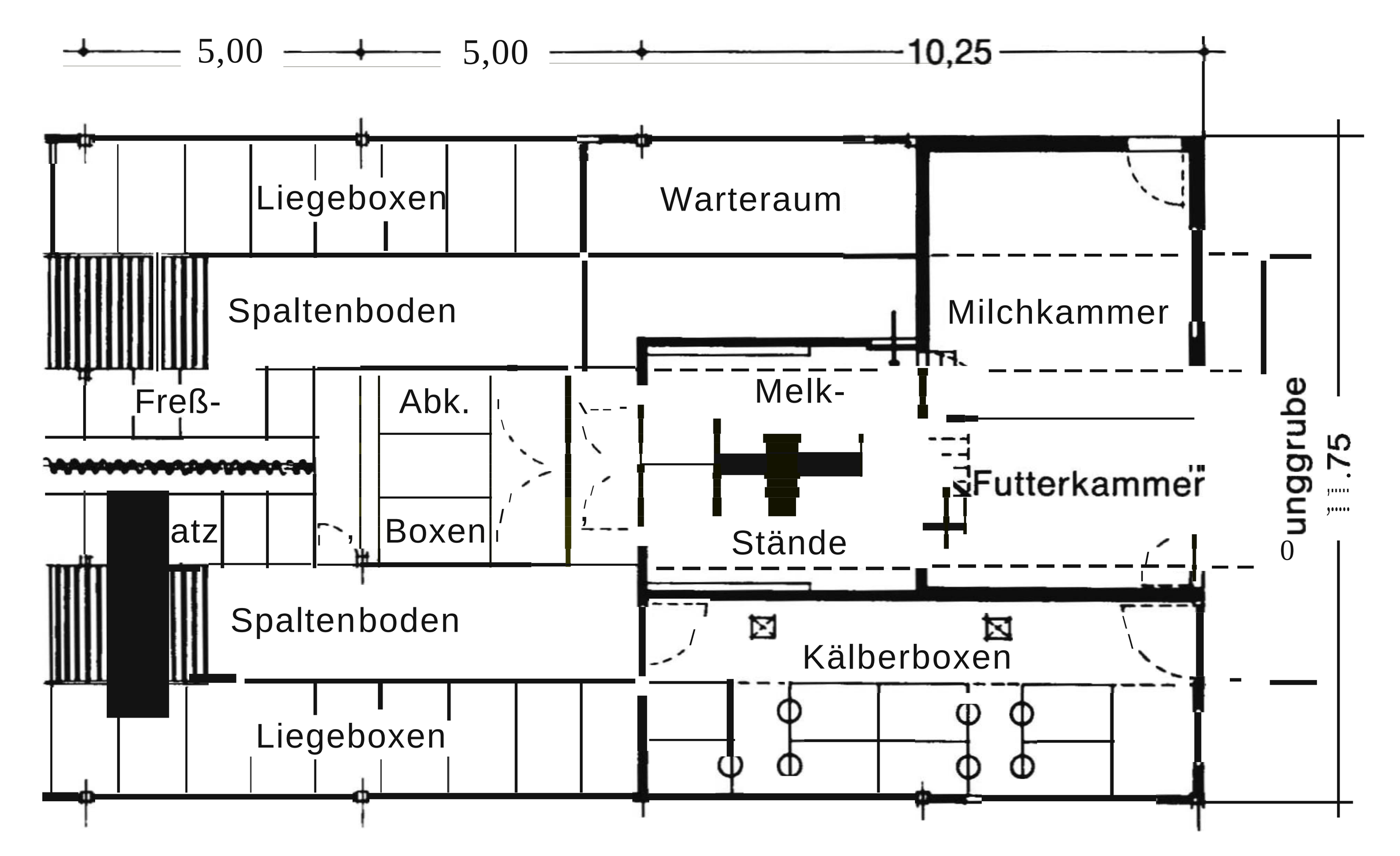
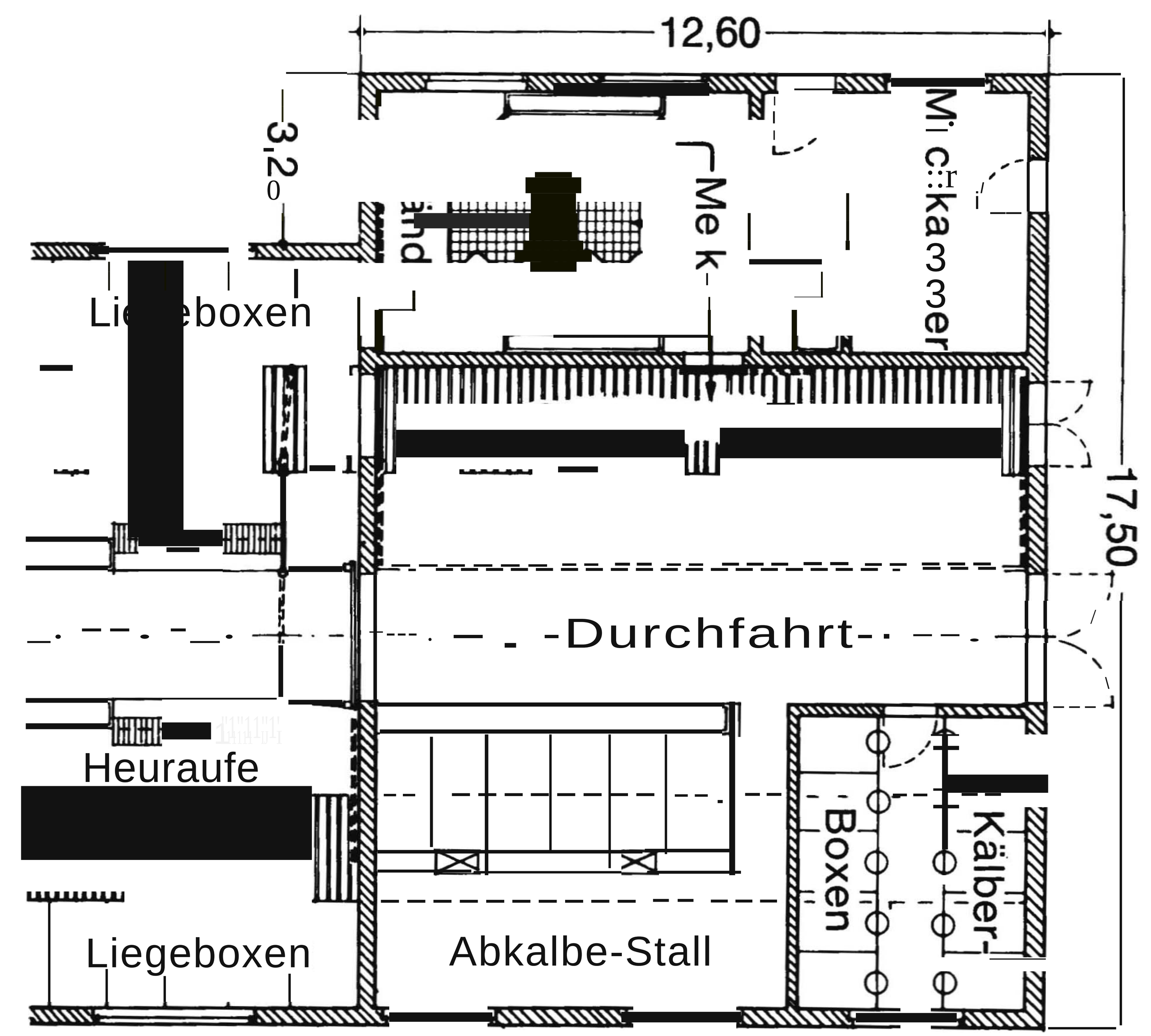


Abb. 27 Getrennter Melkraum mit Fischgrätenmelkstand Im Stallgebäude

Abb. 28 FIschgrätenmelkstand im abgesonderten Melkraum. Der Warteplatz für die Kühe liegt neben der Durchfahrt



d) MELKEN IM LAUFSTALL MIT GETRENNTEN FUNKTIONSBEREICHEN

Ab 35 bis 40 Milchkühen bietet ein Boxenlaufstall mit getrennten Stallbereichen größere Vorteile. Im Ruheraum befinden sich nur noch die mehrreihig angeordneten Liegeboxen mit den dazwischen verlaufenden Laufgängen. Der Futterplatz schließt sich auf einer Stallseite an und ermöglicht je nach Anordnung alle Formen der Futterzuführung, einschließlich der Selbstfütterung aus Fahrsilos. Eine räumliche Trennung von Ruhen und Fressen vermeidet das Entstehen von Ballungszentren und gewährleistet den ruhigen Ablauf aller Vorgänge in größeren Kuhbeständen. Der Fischgrätenmelkstand fügt sich gut in das gesamte Stallbild ein. Arbeitswirtschaftlich am vorteilhaftesten ist die Anordnung des Melkraumes am Übergang vom Liegeteil des Stalles zum Freßplatz. Ob in dieser zentralen Lage ein festgefügtes Melkhaus einer nur leicht umbauten bzw. offenen Anlage der Melkstände vorzuziehen ist, hängt davon ab, ob der ganze Kuhstall wärmegedämmt oder als Kaltstall gebaut wird. Bereits ein außerhalb von Gebäuden angelegter FreBplatz setzt einen geschlossenen heizbaren Melkraum voraus.

Von allen Melkstandsformen ist der Fischgrätenstand in Ställen mit getrennten Funktionsbereichen sowohl in seinen Abmessungen als auch arbeitswirtschaftlich am günstigsten zu beurteilen (19). Die Euter der einzelnen Tiere sind dem Melker zugekehrt, außerdem verringert sich die Entfernung von Kuh zu Kuh durch die winkeiförmige Anordnung der Buchten auf etwa 1 m. Auf den Laufgängen und teilweise in den Ruheboxen warten die Tiere und misten dort nochmals vor Betreten des Melkstandes. Jedem Tier stehen in dieser Zeit zwischen 2,5 bis 3,5 qm Wartefläche zur Verfügung. Laufgänge mit Spaltenböden haben den Vorzug, daß Kot und Harn von den wartenden Kühen in den darunter befindlichen Kanal getreten werden bzw. abfließen können. Die Unterteilung des Ruheraumes läßt es zu, Gruppen mit gleicher oder ähnlicher Milchleistung zusammenzustellen und nacheinander in den Melkstand einzulassen. Die Melkmethode im Fischgrätenstand wird von RüHMANN (67) als die rationellste angesehen, da es bei zweckmäßig angelegten Zugängen möglich ist, Gruppen von drei, vier, fünf und mehr Tieren während einer Verweilzeit im Stand von 10 bis 12 Minuten ein- und auszulassen, vorzubereiten und zu melken. Gleichzeitig wird Kraftfutter zugeteilt und von den Kühen aufgenommen. Nach RüHMANN (67) kann der Zeitbedarf für Handarbeit und Wege auf 1,5 min/Kuh und weniger absinken.

Nach dem Verlassen der Melkbuchten haben die gemolkenen Kühe freien Zutritt zum Freßplatz, der abgesperrte Liegeraum wird nach Beendigung der Melkarbeit wieder geöffnet. Ab 60 Kühen ist ein festumbauter Melkstandraum je Tier nicht teurer zu erstellen als bewegliche Melkbuchten für einen geringeren Bestand von ca. 35 Kühen auf dem befahrbaren Futtertisch (Schaubild 9).

Die Abbildungen 29 und 30 zeigen Lösungen für den Einbau des Melkstandes bei mechanischer Futterverteilung und bei Anfahrt mit Futterwagen über die Futtertenne. In beiden Fällen bildet der Melkstand das Zentrum des gesamten Stalles. Alle begehbaren Staliflächen sind durch die aUfgegliederte Bauweise für den Melkvorgang leicht unterteilbar, so daß zusätzliche Warteräume entfallen können. Selbst in Halboffenställen erbringt der am Ruheteil des Stalles sich anschließende Melkstand Vorteile für die Gruppenbildung größerer Kuhbestände.

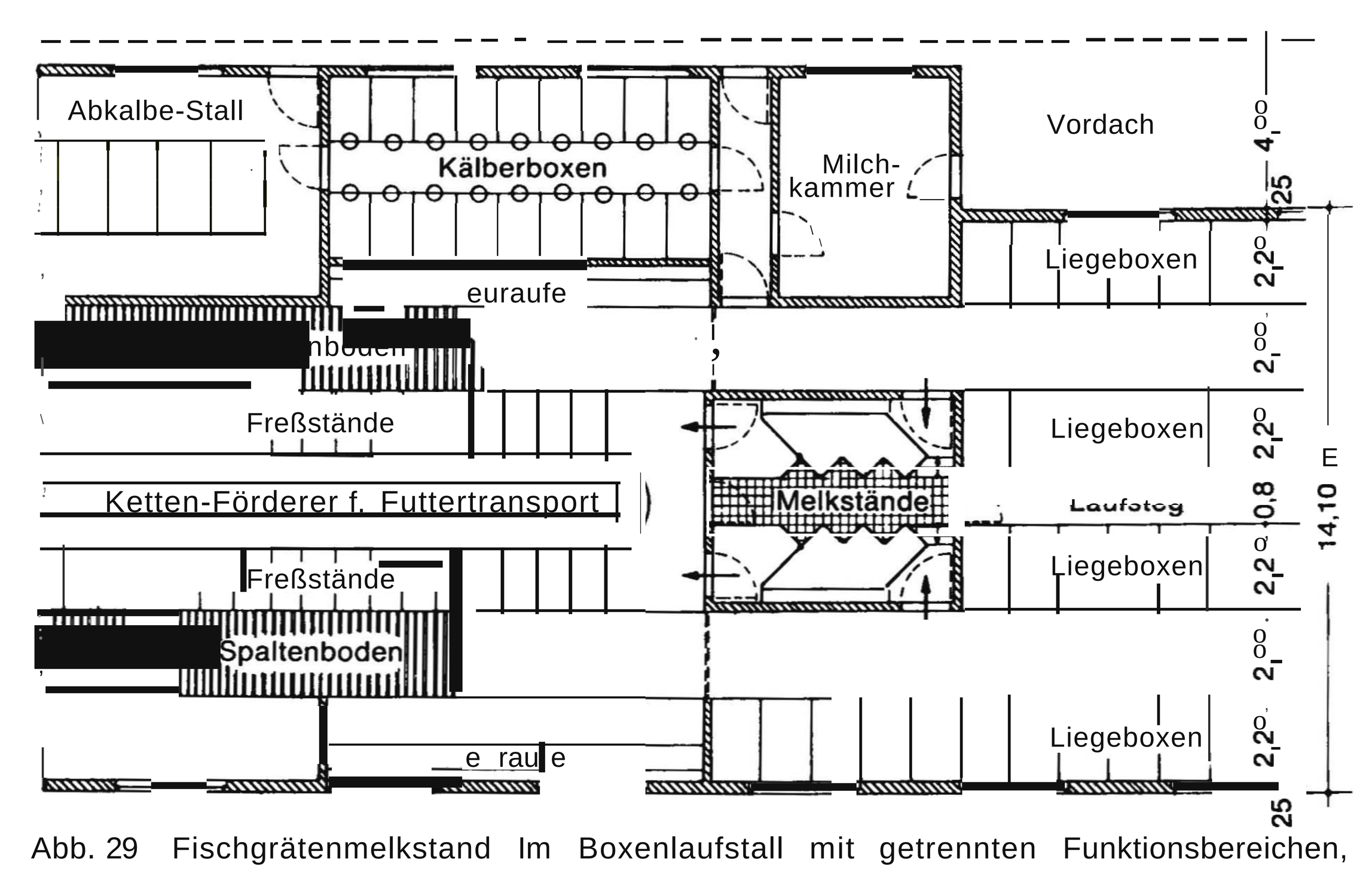
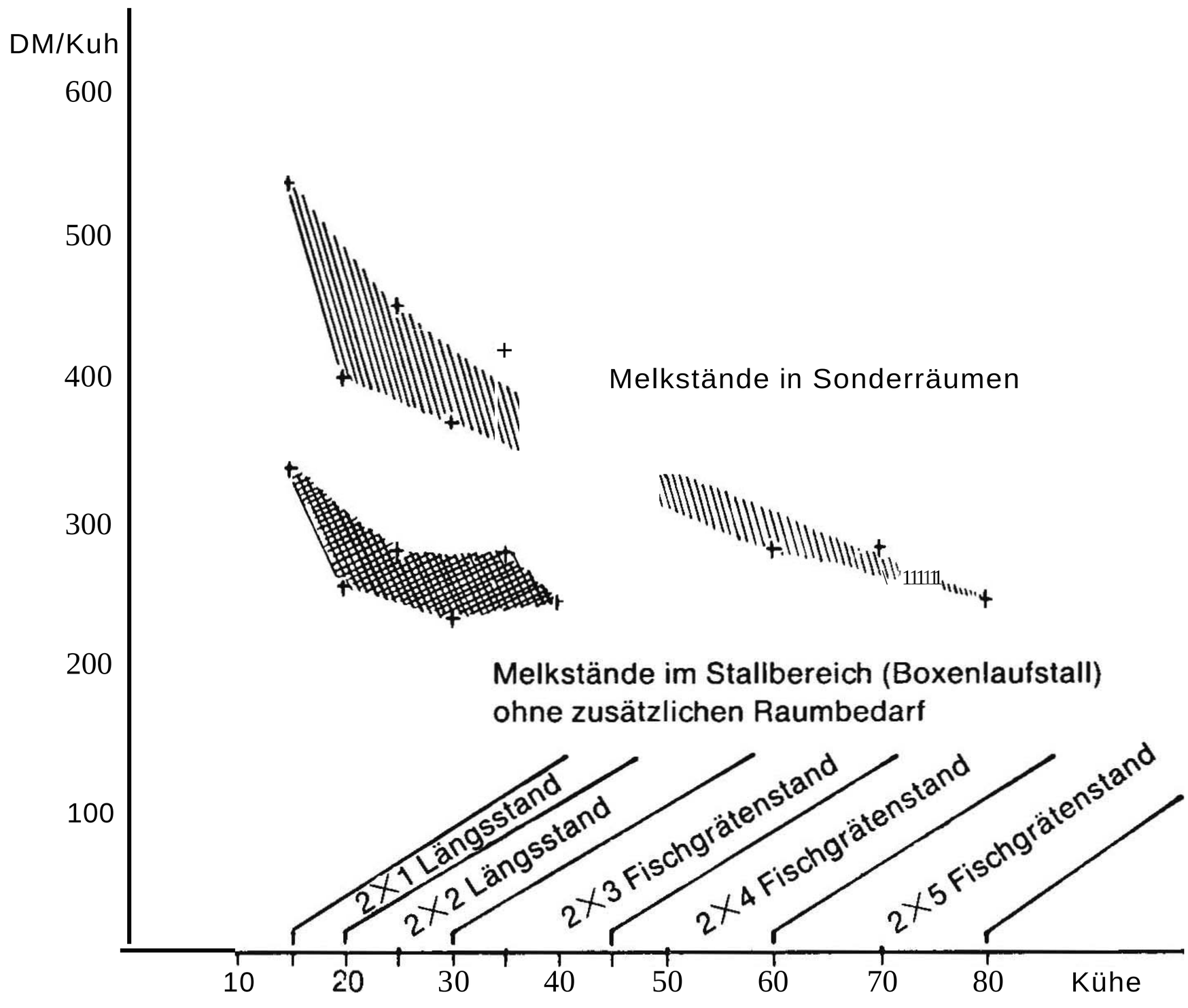


Abb. 29 Fischgrätenmelkstand Im Boxenlaufstall mit getrennten Funktionsbereichen, mechanischer Fütterung mit Kettenförderer

SCHAUBILD 9 KAPITALBEDARF FÜR DIE EINRICHTUNG VON MELKSTÄNDEN MIT UND OHNE ZUSÄTZLICHEM RAUMBEDARF BEI UNTERSCHIEDLICHEN BESTANDSGRÖSSEN



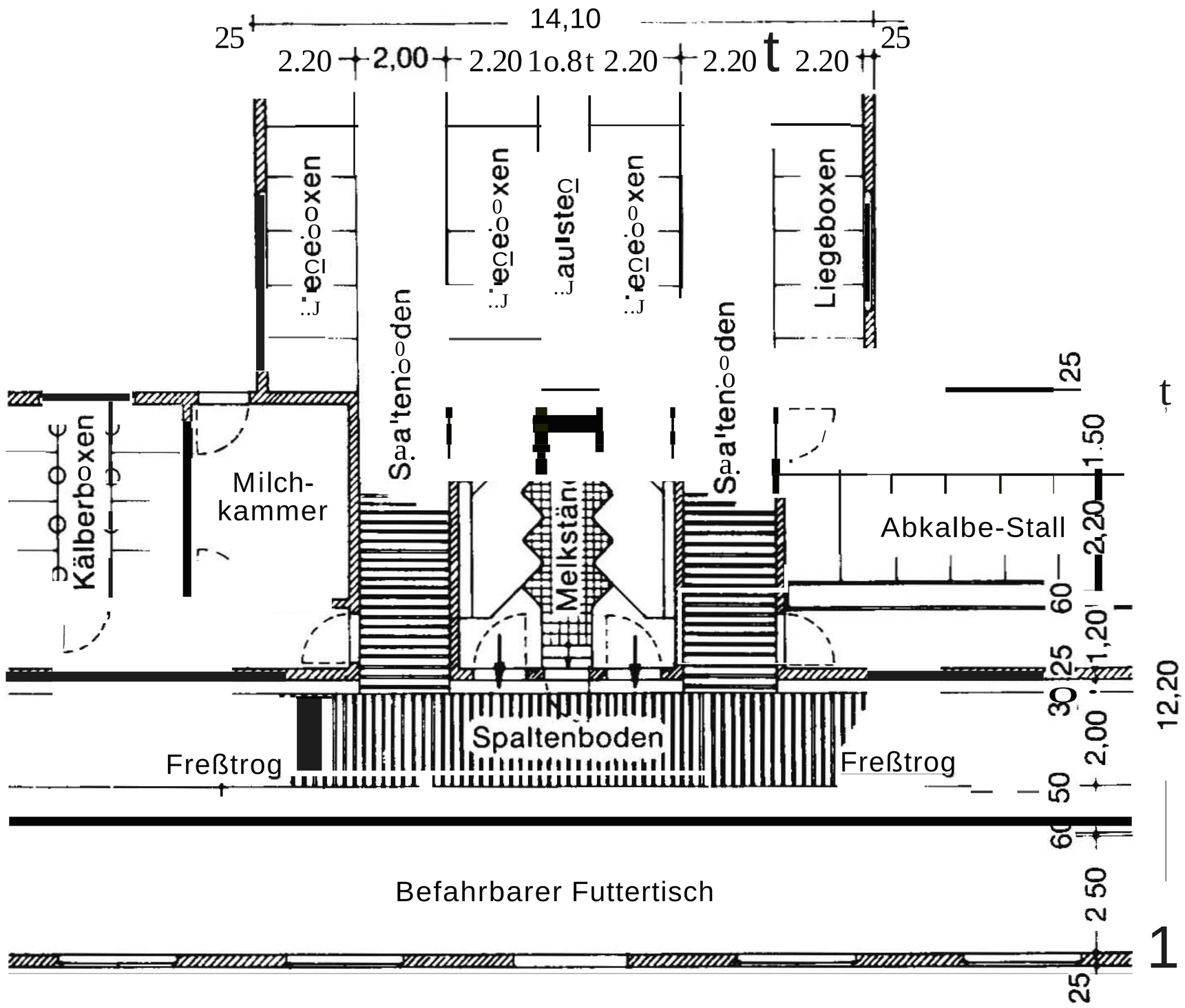


Abb. 30 FIschgrätenmelkstand mit Boxenlaufstall mit getrennten Funktionsbereichen, Fütterung mit Wagen oder Frontlader vom Futtertlsch aus

e) KENNWERTE VON MELKSTÄNDEN FOR BOXENLAUFSTÄLLE

Verschiedene Gegebenheiten, die für den Ablauf der Milchgewinnung in Boxenlaufställen zu berücksichtigen sind, werden sowohl von kostenmäßigen als auch von arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten beeinflußt. Kann der Grundflächenbedarf eingeschränkt werden, sind die Baukosten eines Gesamtstallprojektes zu senken. Diese Zusammenhänge gehen deutlich aus Tabelle 31 hervor, die Richtzahlen für die Melkstandplanung aufzeigt. Die arbeitswirtschaftlichen Daten für die angeführten Melkbuchten decken sich mit den in der einschlägigen Literatur pUblizierten Zahlen (29), (67).
Der Kapitalbedarl je Kuh für die Einrichtung von Melkständen bei unterschiedlichen Bestandsgrößen ist aus Schaubild 9 abzulesen. Im Vergleich zu abgesonderten Melkräumen, deren Benutzung häufig zusätzliche Warteflächen erfordert, wenn ein funktionssicherer Umtrieb erreicht werden soll, schneiden bis zu einer Herdengröße von 40 Tieren Melkstände im Stall wesentlich günstiger ab. Um einen echten Vergleich zwischen den einzelnen Melkständen zu erhalten, sind die Werte ohne Warteplätze zu verstehen. Verwendbar sind freistehende Melkstände, auch für größere Kuhbestände, so daß im unteren Feld des Schaubildes eine nach rechts fortlaufend abfallende Tendenz in deutlichem Abstand zu dem oberen Bereich eintreten würde. Die Erwägungen für eine Trennung von Liege-

Tabelle 31 Richtzahlen für die Melkstandplanung in Boxenlaufställen

	Anzahl der Kühe	Melkstand-form		Zusätzlicher Grundflächenbedarf m'/Kuh	Kapital-bedarf für Anlage insges. DM	Zahl der Melkzeuge	Gemolkene Kühe/Std.	Verweilzeit im Stand in min.	Bemerkungen
Kaltställe	15-20	2xl	Reihen-stand	5,75	8020 ')	2	10-12	7- 8	alle Melk-standformen
	20-30	2x2	Längs-stand	4,50	11 200 ')	4	18-22	8- 9	
	30—45	2x3	Fisch-	4,55	14850 ')	3	24-28	9—10	im gesehlos-senen Raum und beheizbar
	45-60			4,00	16910 ')	4	30-34	10-11	
	6o-BO	2x5	stand	3,70	19 690 ')	5	35 40	11-12	
Warmställe	15-20	2xl	Reihen-stand	-	5120	2	10-12	7- 8	verschiebbar bei befahrb. Futtertisch
	20-30	2x2	Längs-stand	-	7000	4	18-22	8- 9	
	30 45	2x3	Fisch-gräten-stand	4,55	9900	3	24-23	9—10	geschlossener R. m. Behzg.
	45-60	2x4		4,00	16910 ')	4	30-34	10-11	
	60—30	2x5		3,70	19690 ')	5	36 40	11-12	

Milchleistung 12-15 kg je Kuh/Tag
Melkgeschwindigkeit 1,5 kg/Min.
Melkdauer 4-5 Min. je Kuh und Melkzeit

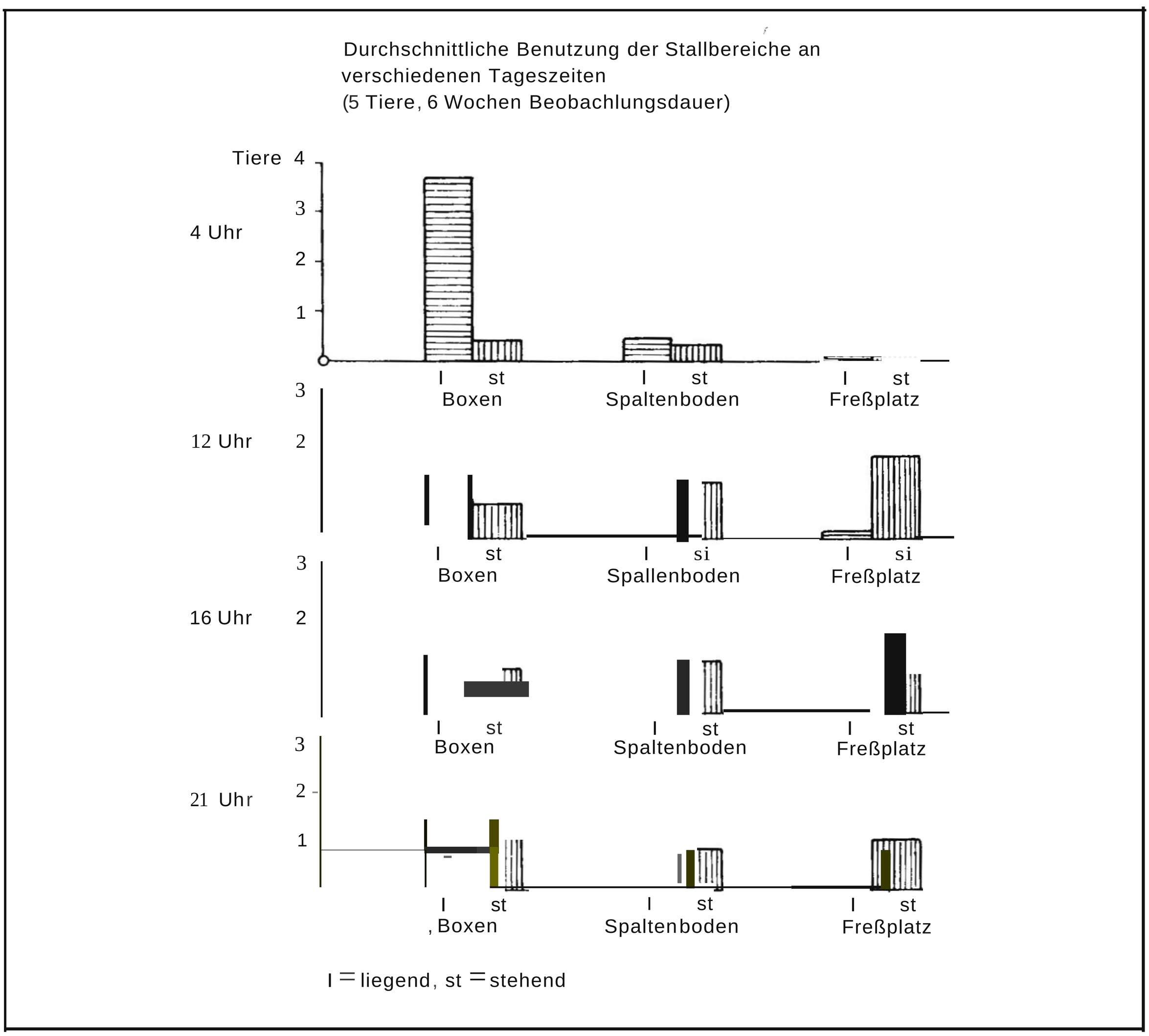
') mit Melkhaus

und Freßplätzen und der damit verbundenen Verteilung der Tiere über eine umfangreichere Stallfläche lassen jedoch insbesondere bei Gewinnung von Vorzugsmilch einen vom übrigen Stallteil abgeschlossenen Melkraum vorteilhafter erscheinen. Das gilt speziell für alle Anlagen, in denen auf die Isolierung der übrigen Stallräume weniger Wert gelegt wird. Für den Familienbetrieb mit erweiterter Viehhaltung in Boxenlaufställen erweist sich ein einfacher Melkstand als sinnvoller und preisgünstiger.

Nach einer Anlaufzeit von etwa drei Wochen wurde festgestellt, daß sich die Tiere in allen beobachteten Ställen normal bewegten und das Allgemeinbefinden gut war. Ohne größere Unruhe zu verursachen, sind die in den ersten Versuchen verwendeten, noch nicht enthornten Rinder bereits mit den zugeteilten Platzverhältnissen (5,5-6,0 qm) ausgekommen. Wie für andere Laufställe empfiehlt es sich, im Boxenstall Kühe vor dem Eintrieb zu enthornen. Die später an Kühen fortgesetzten Beobachtungen ergaben, daß sich nach Beseitigung der Hörner eine wesentliche Beruhigung der Herde einstellte. Es unterbleibt das Belästigen ruhender Tiere in den Boxen, und die Begleiterscheinungen beim Rindern wirken sich weniger lebhaft aus.

Im ersten Versuchsstall wurde nach vier Wochen kein Tier mehr, im zweiten Stall mit 18 Rindern nur gelegentlich eine Kalbin auf dem Spaltenboden ruhend angetroffen. Dieses Tier unterschied sich von den anderen durch größere Verschmutzung an Extremitäten und Rumpf. In den seit Anfang des Jahres 1963 mit Kühen besetzten Boxenställen ist aufgefallen, daß anfänglich besonders ältere Tiere den Spaltenboden als Liegeplatz bevorzugten. Liegeboxen wurden auch rückwärtsgehend betreten, was zur Verunreinigung

Abb.31 Verhalten der Tiere Im Boxenlaufstall (Versuchsstall Dürnast)



der Abteilungen führte. Eine Ursache hierfür ist das Abdrängen durch rindernde Tiere. Auch mit Stufen kann diese Unart nicht völlig verhindert werden. Das war an zahlreichen Versuchen nachzuweisen. Den besten Schutz gegen die mutwillige Verschmutzung bietet die auf Seite 70 beschriebene Boxenklappe.

Die Liegeboxen wurden aber spätestens nach 4-8 Wochen von den meisten Tieren mit Vorliebe angenommen, wobei einige Tiere in kleineren Gruppen bestimmte Boxen aufsuchten. Das zusammenfassende Ergebnis von Aufschreibungen über das Verhalten von fünf Tieren an bestimmten Tageszeiten gibt in Abbildung 31 den verhältnismäßig hohen Anteil der Liegezeiten in den Boxen an.

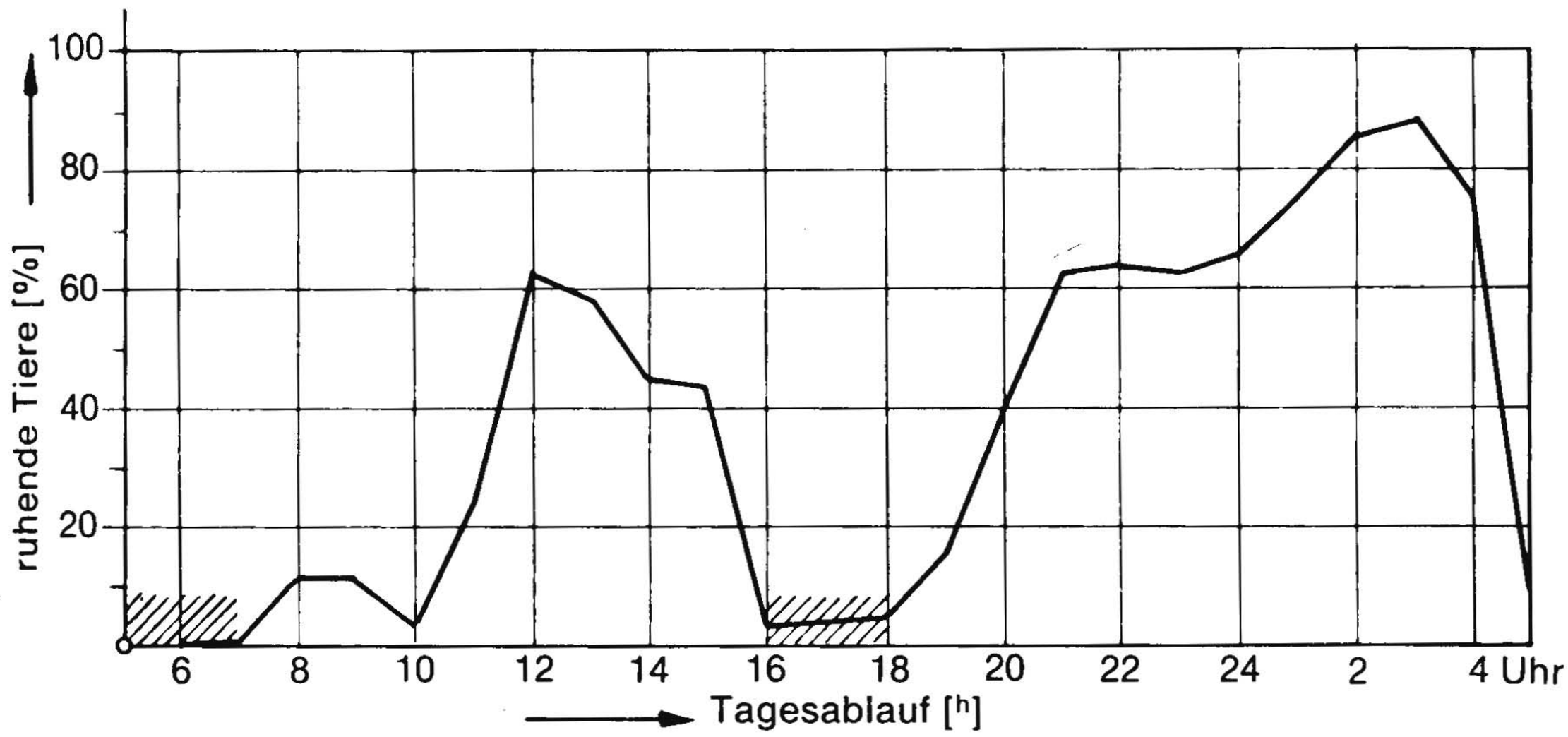
Aufschlußreich ist die Häufigkeitsverschiebung in Tabelle 32 mit den durchschnittlichen Beobachtungsergebnissen, die über sechs Wochen jeweils um 21 Uhr eingetragen wurden. Das unruhige Verhalten der Rinder in den ersten zwei Wochen zeigt sich durch die häufige Benutzung von Rostboden und Freßplatz auf Kosten der Ruhezeit. Mit der dritten Woche verschiebt sich das Verhältnis zugunsten der Boxenbenutzung.

Zur Erhaltung von Gesundheit und Leistung ist eine entsprechende Ruhezeit wichtig. Da keinerlei Erfahrungen mit Boxenlaufställen vorlagen, wurde versucht, mit einer sicheren Methode das Verhalten der Tiere während der Tages- und Nachtzeit zu registrieren. Um den Einfluß visueller Beobachtungen auszuschließen, wurden in den verschiedenen Stallabschnitten von einer umgebauten Schmalfilmkamera Reihenbilder aufgenommen. Eine Zeitsteuereinrichtung löste in Abständen von fünf Minuten synchron die Kamera und ein Elektronenblitzgerät aus. Die gewählte zeitliche Bildfolge genügte, um genaue Kenntnis von den Vorgängen in dem getesteten Stall bei Tag und Nacht zu erhalten. Die zur Aufhellung des Stallraumes notwendigen Elektronenblitze wurden von den Tieren nicht als Störung empfunden, weshalb die Aufnahmen auch nachts fortgesetzt werden konnten. Auf dem entwickelten Film ließen sich die gekennzeichneten Tiere unter Zuhilfenahme einer Auswertungseinrichtung auszählen. Das Resultat der Beobachtung eines Boxenstallabschnittes mit zehn Kühen ist auf dem Schaubild 10 oben aufgetragen. Darunter befinden sich zum Vergleich die Ergebnisse ähnlicher Feststellungen von SCHICK, STOTIMEISTER und LAMPRECHT aus Großlüsewitz (71), die allerdings ohne Zuhilfenahme eines Gerätes zustande kamen. Die Übereinstimmung der Ruhezeiten in beiden Untersuchungen ist deutlich erkennbar. Außerdem fällt auf, daß die Kühe auch in eingeschränkten Laufställen mit Liegeboxen gleiche Gewohnheiten annehmen wie im Mehrraumlaufstall mit größerem Auslauf. Der Filmausschnitt auf Abbildung 32 zeigt fünf zusammenhängende Bilder, die im Abstand von fünf Minuten hintereinander entstanden.

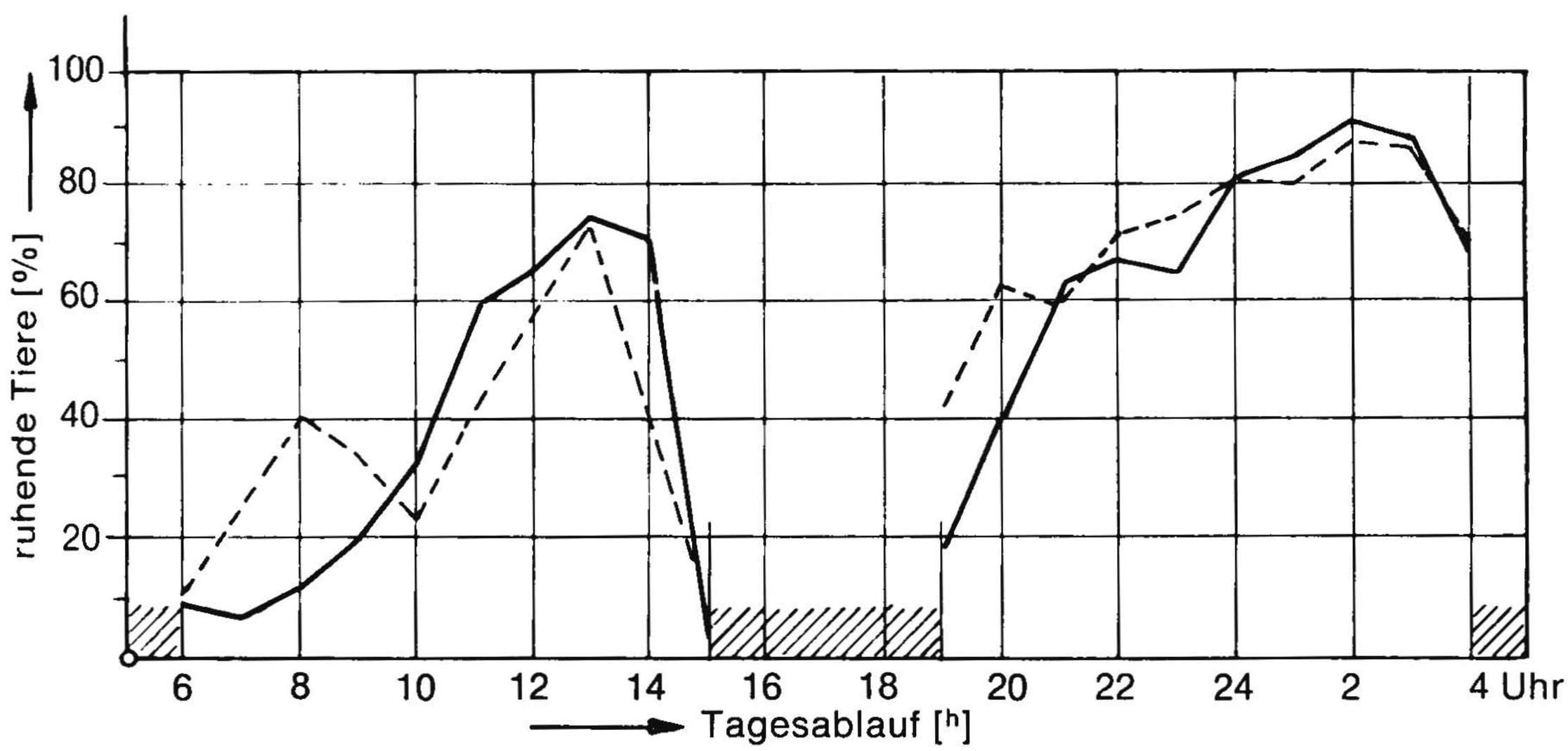
Tabelle 32 Veränderung der Benutzung verschiedener Stallbereiche
In v. H. der beobachteten Tiere (Boxenstall Dürnast)
(5 Tiere, Beobachtungszeit 21 Uhr, Dauer 6 Wochen ab 1. Aufstellungstag)

Zeitdauer in Wochen	Boxen		Spaltenboden		Freßplatz	
	liegend	stehend	liegend	stehend	liegend	stehend
I	7	32	3	38	0	20
II	16	24	0	20	0	40
III	7	67	0	0	0	26
IV	52	32	0	12	0	4
V	53	24	3	10	0	10
VI	43	28	0	15	0	9

SCHAUBILD 10 RUHEZEITEN VON KÜHEN IM EINGESTREUTEN LAUFSTALL UND IM BOXENLAUFSTALL



Verlauf der Ruhezeit während der Tages- und Nachtzeit im geschlossenen Boxenlaufstall mit Spaltenboden (Weihenstephan)



Verlauf der Ruhezeit während der Tages- und Nachtzeit im Offenlaufstall mit Liegeboxen (——) und im eingestreuten Offenstall (- - - -)

(Groß-Lüsewitz)

Futter- und Melkzeiten

ABB.32 BEOBACHTUNGSTAG 24.4.1964

Tageszeit:

7. DER ARBEITSZEITBEDARF

In Anlehnung an die international anerkannte Methode zur Durchführung von Arbeitszeitstudien des Max-Planck-Instituts für Landtechnik und Landarbeit in Bad Kreuznach wurde der Arbeitszeitbedarf in verschiedenen Boxenlaufställen und vergleichsweise hierzu in Mehrraumställen gemessen. Übereinstimmend mit ausländischen Ergebnissen (9) konnte in den meisten Ställen mit Liegeboxen eine beachtliche Zeitersparnis gegenüber der üblichen Laufstallhaltung festgestellt werden. Sie beträgt in den besten Ställen bis zu 40 %. In Tabelle 33 sind Durchschnittswerte von eingespielten Stallungen angegeben. Der Boxenlaufstall mit betonierten Kotgängen und offenen Laufflächen - also ein verbesserter Mehrraumlaufstall - benötigt etwas mehr Zeit zum Reinigen als der Boxenlaufstall mit der Lauffläche aus Spaltenboden. Geringere Arbeitszeiten in diesen neuen

Stallformen sind auf die Verminderung der Stroh-Stallmist-Arbeiten zurückzuführen. Für die Arbeitsgänge Füttern und Melken können dagegen auch in anderen Laufställen die besten Verfahren (Vorratsraufen für Heu, mechanische Fütterungsanlagen, Selbstfütterung von Silage, Gruppenmelkstände) eingesetzt werden.

Tabelle 33 Arbeitszeitbedarf in der Kuhhaltung im Mehrraumlaufstall und im strohlosen Boxenlaufstall bei ganzjähriger Stallhaltung in AKh/Kuh/Jahr

Arbeitsvorgänge	mehrteiliger Laufstall bei Kuhbeständen von			Boxenlaufstall bei Kuhbeständen von		
	20	40	60	20	40	60
Melken						
Fischgräten melkstand, Absaugleitung	50,0	35,0	20,0	50,0	35,0	20,0
Entmisten						
Kotbeseitigung	12,6	12,6	12,6	3,9	3,9	3,9
Stalldungausfuhr	3,4	3,4	3,4	2,9	2,9	2,9
Einstreuen						
Strohbergung	2,7	2,7	2,7			
Einstreuen	4,4	4,4	4,4			
Füttern						
Krippen säubern	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Silage (Futtertisch)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Heu (Vorratsfütterung)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	84,1	69,1	54,1	67,8	52,8	37,8

Wie schon von RIEBE (62) für übliche Stallungen festgestellt, ergaben weitere Untersuchungen an Laufställen, daß die Schwankungen im Gesamtarbeitsbedarf hauptsächlich auf die Organisation der Entmistung zurückzuführen sind. Im Laufstall fallen zwar die täglichen Arbeiten der Dungbeseitigung weg, zwingt aber Strohmangel zu einer weitgehenden Beschränkung des eingestreuten Liegeplatzes, so verursachen die auf den Betonflächen herumliegenden Kotmengen einen erheblichen Säuberungsaufwand, der einen höheren Zeitbedarf als die mechanische Entmistung eines Anbindestalles haben kann. Bei Erprobung der Boxenlaufställe konnte festgestellt werden, daß der Einbau von mechanischer oder flüssiger Entmistung in Verbindung mit Spaltenböden eine wesentliche Zeitersparnis ermöglicht. Dadurch ist auch die in Tabelle 33 angegebene Verringerung des Arbeitszeitbedarfes für die Entmistung von 12,6 Akh im eingestreuten Mehrraumlaufstall auf 3,9 Akh/Kuh/Jahr im Boxenstall zu erklären.

8. WANDLUNGSFÄHIGKEIT

Nach Notwendigkeit und Aufgaben läßt sich die Mehrzweckverwendung von Gebäuden, wie von KOCH (35, S. 125) und anderen Autoren angegeben (34), (55), in drei Hauptrichtungen unterteilen:

1. Zunächst ist eine Wandlungsmöglichkeit notwendig, die den vielen kleinen Änderungen und Verschiebungen innerhalb der üblichen bäuerlichen Wirtschaftsweise entgegenkommt. Hierzu gehören die erweiterte Milchviehhaltung, die zeitweise Verstärkung der Jungviehaufzucht, die Ausdehnung bzw. vorübergehende Einschränkung der Schweinemast. Beeinflussende Faktoren sind aber auch die Verringerung der Heufütterung wegen verstärkter Silagefütterung, Veränderungen im Strohlagerbedarf durch Um-

stellung der Ernteverfahren und anderes mehr. Diesen begrenzten Verschiebungen und Änderungen im Umfang eines Betriebszweiges oder im Arbeitsverfahren hat eine begrenzte Wandlungsfähigkeit des Wirtschaftsgebäudes gerecht zu werden.

2. Berücksichtigung einer Wandelbarkeit, die auch in der Zukunft denkbaren größeren Betriebsumstellungen angepaßt werden kann. Hier wird es sich vor allem um Betriebsvereinfachungen handeln, wie beispielsweise Konzentration auf Mastviehhaltung, Schweinemast oder Legehennenhaltung. Dem entspricht eine Vereinfachung in der Acker- und Grünlandwirtschaft. Diesen in stärkerem Maße zu erwartenden tiefgreifenden Betriebsumstellungen sollte eine umfangreiche Wandlungsfähigkeit des Wirtschaftsgebäudes ebenfalls gerecht werden.
3. Ställe für solche Zweige der tierischen Veredlung, die wie Intensiv-Hühnerhaltl,mg, Hähnchenproduktion und Schweinernast unabhängig von der betriebseigenen Futtergrundlage durchgeführt werden können. Hier erscheint es bezüglich der Kosten vorteilhaft, sie so zu bemessen und zu konstruieren, daß der einzelne Stall und wesentliche Einrichtungsteile in Vorfertigung und nach Montagebauweise hergestellt sowie für verschiedene Zwecke der Tierhaltung genutzt werden können.

Zur Verwirklichung einer uneingeschränkten Wandelbarkeit sind bautechnisch vier Voraussetzungen in Betracht zu ziehen (35):

a) Gebäude in Skelettbauweise ohne tragende Wände,
b) Bevorzugung frei gespannter Konstruktionen gegenüber spitzgiebeligen Konstruktionen,
c) Vermeidung deckenlastiger Lagerräume,
d) Verwendung leicht versetzbarer Stalleinrichtungen.

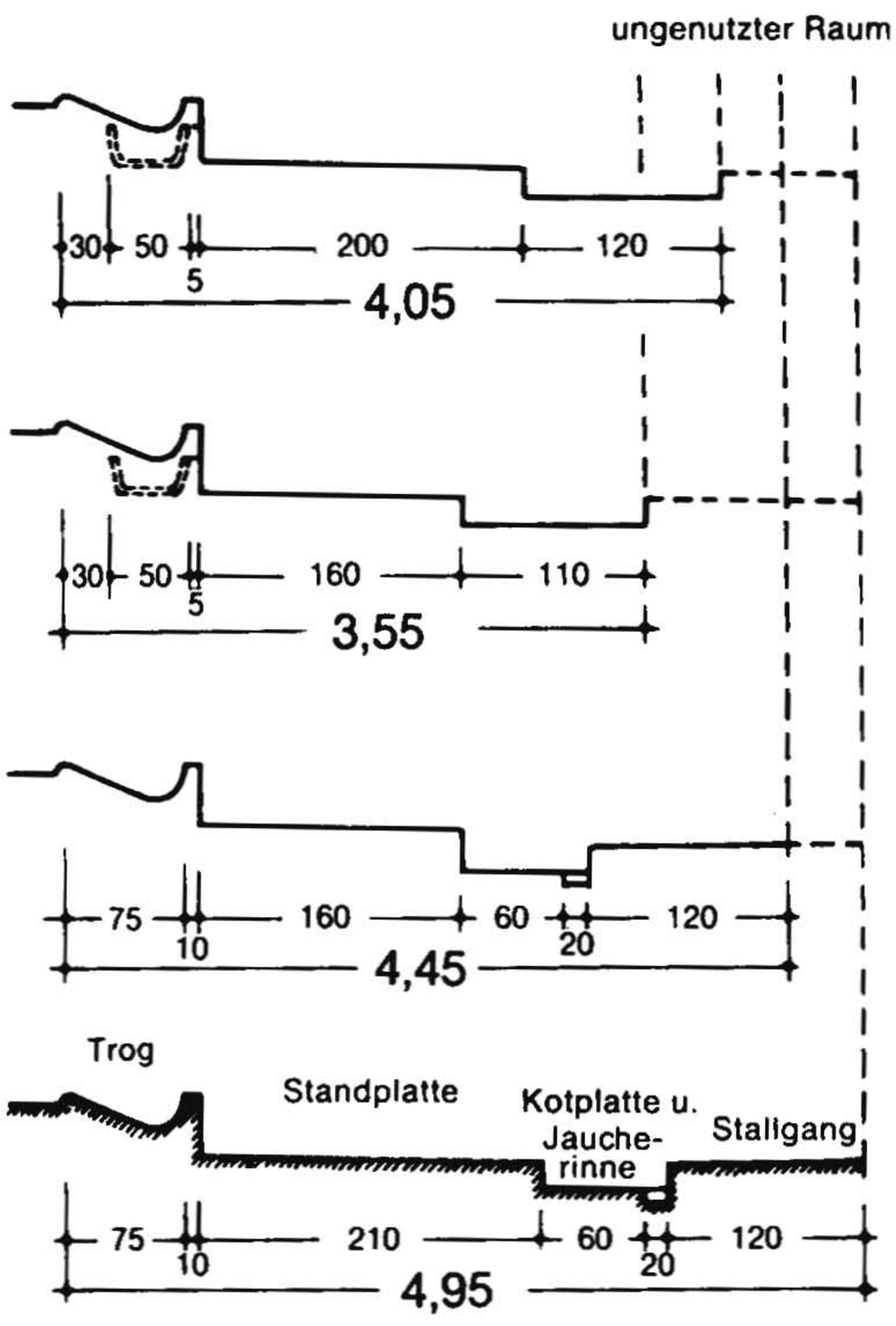
Diese AUffassungen führen zu verschiedenen Ansichten bei Errichtung neuer Stallräume. Es ist daher angebracht, vorweg einige Zusammenhänge von Tierhaltung und Aufstallung zu erwähnen.

Bisher war ein gegenseitiger Austausch von Rindvieh- und Schweinestall, also den beiden in der Regel wichtigsten Ställen, zweifellos am besten in einem Einraumstall möglicn. Dieser Lösung stehen jedoch Bedenken der Tierzüchter und Tierhygieniker entgegen. Unter der Voraussetzung, daß eine einwandfreie Belüftung gegeben ist, beziehen sich die Einwände auf gegenseitige Krankheits- und Seuchenübertragung, auf unterschiedliche Optimaltemperaturen, die in engem Zusammenhang mit der Deckenhöhe stehen, sowie auf gegenseitige Störungen durch Geräusche.

Der Einraumstall bringt andererseits für kleinere bis mittlere Viehbestände (15-30 GV) erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile, eine gute Stallübersicht und vor allem bei entsprechender Einteilung eine gewisse Wandelbarkeit. Daher ist dieser Stall als ein häufig bevorzugter Siedlungstyp anzutreffen. Technisch wird die Austauschbarkeit allerdings durch die gegebenen Aufstallungsformen erschwert. Der auf Abbildung 33 durchgeführte Vergleich von Maßen des Rindviehanbindestalles mit den Abmessungen von Aufstallungen für Schweine macht die Schwierigkeit einer Annäherung deutlich. Wie den Tabellenwerten zu entnehmen ist, kann ohne wesentliche Veränderung raumumschließender Bauteile der aus Gründen der Warmhaltung unbedingt vorgeschriebene Lichtraum je GV nicht für jede Tierart geschaffen werden.

Umstellungen im Einraumstall erschweren auch die Weiterbenutzung und Erweiterung der technischen Einrichtungen für Entmistung und Fütterung.

Die Funktionsbereiche von Füttern und Entmisten beeinflussen im besonderen Maße die Anlage von Stallräumen. Ein echter Vielzweckstall kann nur entstehen, wenn es gelingt, jede Aufstallungsänderung um die Mistachse zu konzentrieren. Vorteilhaft für eine Wechselnutzung von Stallungen ist die Dungentfernung unter Flur mit mechanischen Einrichtungen oder mittels flüssiger Entmistung in Verbindung mit Aufstallungen auf Spaltenböden (5. Seiten 75 und 81).



	einreih.[1]) Aufstallg. Tiefe insg. m	GV/m Stallbr.	m³/GV[2])	empfohl. m³/GV
Zuchtschweine	4,05	0,2	85	42
Dänische Aufstallg. Mastschweine	3,55	0,6	21	15
Kurzstand	4,45	1	17	16-17
Mittellangstand	4,95	1	17	17

[1]) ohne Futtertisch
[2]) einschließl. 1/2 befahrb. Futtertisch mit 1,20 m Breite u. 2,50 m Stallhöhe

Abb. 33 Abmessungen verschiedener Aufstallungen, bezogen auf die Maße des Mittellangstandes, als Versuch einer Wandelbarkeit üblicher Stallräume

Tierart	Querprofil d. Stalles	Belegung	[1]) Tiere je 10 m Gebäudelg.	m³/GV	Ausbildung der Lauffläche	Ausbildung der Ruhefläche	mittl. Luftrate[2]) m³/h/GV (Entlüftungsart)
Rindvieh	2seitige Aufstallung, mech. Futterverteilung in Stallmitte, Liegeboxen an beiden Außenseiten. 12,00	0,16 Tiere/m² Jungvieh: 70 cm Troglg. Kühe: 80 cm Troglg.	18–20	17,0	[3]) Spaltenboden über der Kotgrube	Liegeboxen	120 freie Lüftung (evtl. komb. mit Zwangslüftung)
Mastschweine	3 Futtergänge 4 Buchtenreihen 12,00	je Tier i. Mittel 32 cm Troglg.	70	21	Spaltenboden über der Kotgrube	planbefestigte Fläche Spaltenboden	150 Zwangslüftung
Hühner	2 Kotgruben mit Futterbändern 12,00	7 Tiere/m²	840	120	eingestr. Scharraum auf planbefest. Fläche, einschl. 3 Kontrollgängen	erhöhter Lattenrost evtl. Maschendraht über Kotgrube	600 Zwangslüftung

[1]) 1 Rind = 1 GV
1 Mastschwein = 0,2 GV
1 Huhn = 0,003 GV
[2]) bei + 15° C Stalltemperatur, 85 % rel. Feuchtigkeit u. + 8° C Außentemperatur 100 % rel. Feuchtigkeit
[3]) bei 2,50 m Stallhöhe

Abb. 34 Wandlungsfähiger Stall für Rindvieh, Mastschweine oder Hühner

Deshalb wurden in Völkenrode (38) und Weihenstephan (17) Untersuchungen darüber angestellt, welche funktionellen und baulichen Voraussetzungen ein Stall haben muß, in dem ohne Veränderung seiner Abmessungen, seiner Ausführungsart und seines Profils bei weitgehender Verwendung gleicher Einrichtungen zur Versorgung der Tiere die Intensiv-Hühnerhaltung, die Schweinernast und gegebenenfalls -zucht sowie die Rindviehhaltung betrieben werden kann. Die Voraussetzungen für die Belegung eines derartigen Stalles, der eine Gebäudebreite ab 12 m besitzen sollte und mit einer Schleppschaufelentmistung in zwei mit Rosten überdeckten Kotgräben versehen ist, zeigt Abbildung 34. Die Innenmaße dieser veränderlichen Aufstallung sind von der am meisten Grundfläche beanspruchenden Kuhhaltung abhängig, wenn der Stall jedem tierischen Veredelungszweig dienen soll.

Weitere Studien von KIRSTEIN (34) haben wichtige Voraussetzungen für die Entwicklung funktionsgerechter Mehrzweckställe geschaffen. Sie enthalten Vorschläge, die für eine Typisierung und Vorfertigung der Bauelemente und der Einrichtungsteile solcher Ställe geeignet sind. Hinsichtlich einer leichten Wandelbarkeit wird ein mechanisches Entmistungsgerät bevorzugt, da in einem Stall mit Flüssigmistgruben unter dem Spaltenboden nicht bedenkenlos Hühner gehalten werden können.

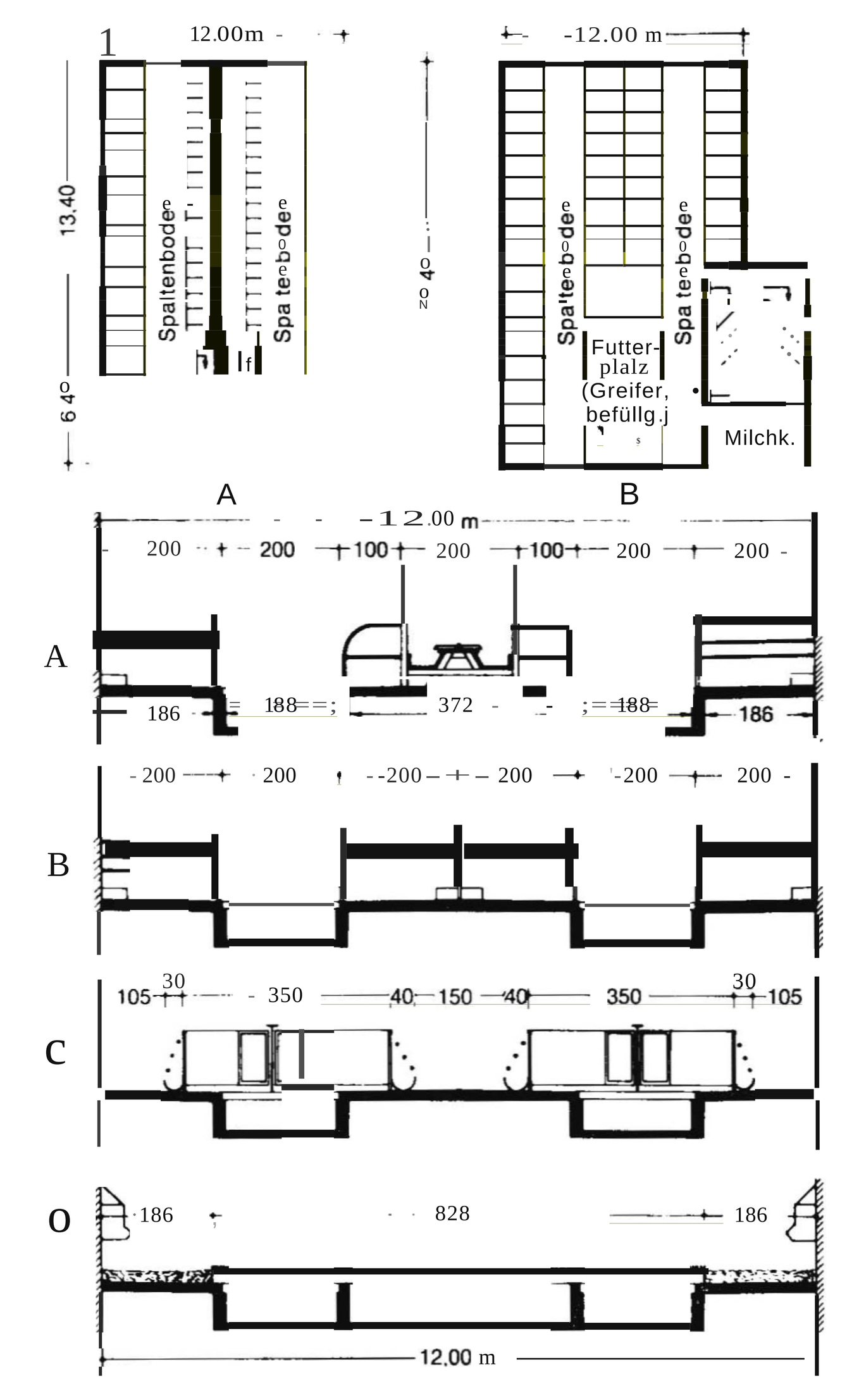


Abb. 35 Die Wandelbarkeit von zwei verschieden angelegten Boxenlaufställen (A + B) in Schweine- und Hühnerstall (e + 0)

Die Zahlen über den Raum- und Flächenbedarf in Abbildung 34 zeigen, daß der geschlossene und temperierte, zunächst für Rindvieh gedachte Boxenlaufstall wie kein anderer Stallquerschnitt alle Eigenschaften für eine verhältnismäßig einfache und leichte Wandelbarkeit besitzt. In diesem Stallprofil sind bisherige Stallanordnungen aufgelöst, so daß nicht nur der Gestaltungsraum oberhalb der Grundfläche, sondern auch sie selbst jeden veränderten Einbau zuläßt. Diese Bauart gestattet sowohl die Aufstallung von Milchkühen als auch von Schweinen und Hühnern mit einer für jeden Veredelungszweig arbeitssparenden Lösung, die sich um die mechanisierte Mistachse anordnet. Die in Abbildung 35 aufgetragenen Grundrisse und Profile von zwei funktionell verschieden angelegten, aber geschlossenen Boxenlaufställen für Kühe (A + B) lassen sich nach Herausnahme der Liege- und Freßplatzunterteilungen auf dem niveaugleichen Stallfußboden leicht in die Profile C + D für Mastschweine- und Legehennenhaltung abwandeln.
Es ist denkbar, daß in einem Betrieb mit ausgedehnter Ganztagsweide der leerstehende Boxenstall im Sommer nach geringen Umbauten mit Mastschweinen genutzt wird und im Winterhalbjahr wieder den Rindern zur Verfügung steht. Wird die Tierhaltung von Rindvieh und Schweinen auf Hühner umgestellt, kommt an Stelle des herausgenommenen Spaltenbodens über die Kotgrube ein Maschendraht - oder Baugewebegestell mit Sitzstangen. Die raumumschließenden Bauteile einschließlich der Fenster und Türen bleiben ebenso unverändert wie das Fußbodenprofil. Es werden nur die Einrichtungsteile ausgewechselt. Für die Mastschweinehaltung sind transportable Tröge an den Futterwegen längs der Außenwände vorgesehen.
Durch den unterschiedlichen Luftverbrauch der wechselweise unterzubringenden Tiere entstehen größere Anforderungen an die Regulierung der Luftverhältnisse eines solchen Stalles, wofür genau geplante Einrichtungen vorhanden sein müssen. Tabelle 34 gibt die Zahlenwerte an, die man im Durchschnitt für die verschiedenen Tierarten ansetzen kann.

Tabelle 34 Durchsdmittllcher Luftverbrauch für Atmung der Stalltiere sowie Wärme-, Wasserdampf- und Kohlendioxydaufkommen im Stall, bezogen auf ein Tiergewicht von 500 kg (nach STIETENROTH [81])

	Luftverbrauch ml/h je GV	Wärme kcal/h	Wasserdampf g/h	Kohlendioxyd /lh
Rindvieh	2,5	750	300	160
Schweine	3,0	1200	400	170
Hühner	6,0	3000	1600	360

Die in einem wandelbaren Stall unterzubringenden Tierarten haben - umgerechnet auf eine Großvieheinheit - einen stark abweichenden Bedarf an Stallraum und Luftverbrauch und, wie die Tabelle 34 zeigt, eine unterschiedliche Wasserdampfproduktion. Bezogen auf 1 GV Rind, verhalten sich die Ansprüche an die Stallräume bei Mastschweinen wie 1:1, bei Zuchtschweinen wie 1:2 und bei Hühnern wie 1:5. Das Verhältnis der durchschnittlich verbrauchten Stalluft in cbm/h/GV in der gleichen Folge der Tiere, jedoch beide Schweinehaltungsformen gleichgesetzt, ist wie 1:1,2 und 1:2,4, das der notwendigen mittleren Erneuerungsrate wie 1:1,25 und 1:5. Daraus geht hervor, daß Mehrzweckställe eine in weiten Grenzen regelbare Belüftungseinrichtung besitzen müssen, um den produzierten Wasserdampf möglichst vollständig abzuführen. Eine Zwangsentlüftung ist in der Regel bei einem Luftverbrauch ab 2,5 cbm/h/GV vorzusehen (81), (66). Bei Ställen ohne kopflastigen Bergeraum scheidet die Schwerkraftlüftung aus, so daß nur eine Lufterneuerung mit Ventilatoren in Frage kommt. Im Zusammenhang mit Stall-Lüftungsproblemen wird auf die ausführlichen Arbeiten von OBER (53) und STIETENROTH (81) hingewiesen.

Die anfallenden Kot- und Urinmengen geben Ammoniak und Schwefelwasserstoff an die Stalluft ab. In dem beschriebenen Mehrzweckstall lagern alle Exkremente unter dem Spaltenboden. Da sich Umsetzungsvorgänge in dem Dunggemisch nicht vermeiden lassen, muß damit gerechnet werden (33), daß durch den immer vorhandenen Luftaustausch infolge des Wärmegefälles zwischen Stall- und Dungkellerbereich mindestens in Höhe der liegenden Tiere eine etwas stärkere Konzentration von schädlichen Gasen auftritt. Somit ist eine ständige Frischluftzufuhr zur Beseitigung auch dieser Gasschichten erforderlich. Das trifft vordringlich für die Schweine- und Hühnerhaltung zu. Die folgenden Werte geben die noch zulässigen Verunreinigungsgrenzen an:

Tabelle 35 Höchstzulässiger Gehalt der Stalluft an schädlichen Gasen In I/cbm (81)

Kohlendioxyd (CÜ2)	3,5
Ammoniak (NH3)	0,1
Schwefelwasserstoff (H2S)	0,02

Der notwendige Austausch von Stall- und Frischluft hat Wärmeverluste im Stall zur Folge, die möglichst durch die von den Tieren abgegebene Gesamtwärmemenge gedeckt werden soll. Daraus ergeben sich empfehlenswerte Raumgrößen, die nicht überschritten werden sollten. Sie sind in der folgenden Tabelle einschließlich der noch vertretbaren Mindesttemperaturen angegeben.

Tabelle 36 MIndeststalltemperaturen (0 C) im Winter und empfehlenswerte Stallraumgrö8e (cbm) le GV (nach STIETENROTH [81])

	°C	m³
Rindviehstall	7	20
Schweinemaststall	10	20
Abferkelstall	13	42
Hühnerstall	10	100-120

Der auf Seite 105 beschriebene Stall besitzt die zur Wärmehaltung und zum Luftaustausch notwendige Raumgröße. Wärmetechnisch wenig günstig beurteilt werden freistehende Gebäude, die ein langgestrecktes Rechteck darstellen (81). Das trifft vor allem für einreihige Aufstallungen zu, die häufig traufseitig an Hallenbauten von Aussiedlungen angebracht werden. Tiefe Ställe mit möglichst quadratischem Grundriß und einem Dachraum sind vorteilhafter als schmale Ställe mit einer Dachdecke. Dieser Gesichtspunkt spricht für die zweireihige Anordnung bei Unterbringung von Tierbeständen. Er ist in dem Vorschlag für den Mehrzweckstall berücksichtigt. Mit den Daten in Abbildung 34 läßt sich errechnen, daß bei einer Stallänge von 10 m der gesamte Raum 300 cbm beträgt. Die Grundfläche hat ein Ausmaß von 120 qm. Nach den Angaben in Tabelle 36 werden diese Stallabmessungen allen wärme- und lufttechnischen Forderungen sowohl von Rindern als auch von Schweinen und Hühnern gerecht.

Der temperierte Laufstall mit demontierbaren Liegeboxen für Rindvieh und Kotgräben unter den Laufflächen entspricht den bisherigen Überlegungen zur Verwirklichung eines wandelbaren Stalles. Boxenställe mit planbefestigter Lauffläche eignen sich weniger gut für die vielseitige Verwendung, da diese einfachere Bauart häufig als Kaltstall für Rindvieh vorgesehen ist. Die Wärmedämmung aller umschließenden Bauteile stellt die wichtigste Voraussetzung für einen wandlungsfähigen Stallraum dar. Das zeigen die in Tabelle 36 aufgetragenen Kennwerte von Mindesttemperatur und Stallraumgröße je GV für die einzelnen Tierarten.

D. EINBAU VON BOXENLAUFSTÄLLEN IN ALTE UND NEUE WIRTSCHAFTSGEBÄUDE

1. ALTGEBÄUDE

In bestehenden Rinderstallungen vorgenommene Messungen ergaben, daß der wandelbare und anpassungsfähige Boxenlaufstall in besonderer Weise auch für den Einbau in Altgebäude geeignet ist. Verschiedene Bedingungen müssen hierzu erfüllt sein. Sie werden in den folgenden Ausführungen erläutert. Zunächst vermittelt Tabelle 37 über "Einfluß von Aufstallung und Einstreumenge auf das Bauvolumen je Kuh" den Raum- und Flächenbedarf vorherrschender Anbinde- und Laufställe. Daraus ist zu entnehmen, daß Spaltenboden- und Boxenlaufställe etwa den gleichen Raumbedarf wie Mittellangstand- und Kurzstandaufstallungen beanspruchen. Diese Tatsache kann als die wichtigste Voraussetzung für Umbauten von arbeitswirtschaftlich unzweckmäßigen Ställen angesehen werden.

Tabelle 37 Einfluß von Aufstallung und EInstreumenge auf das Bauvolumen Je Kuh

	Anbindestall		laufstall				
			mit Stroh			ohne Stroh	
	Mittel-langstand	Kurz-stand	einteilig	mehrteilig	Teil-Spalten-boden	Voll-Spalten-boden	Boxen-lauf-stall [3]
Einstreumenge je Tag ..... kg	7,00	–	15,00	6,00	3,00	–	–
Stallraum [1] . cbm	17,00	16,00	30,00	16,00 (R)[4] 10,00 (I)	20,00	16,00	18,00
Milchkammer cbm	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Melkstand .. cbm	–	–	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Jauche-(Gülle-) Grube ..... cbm	3,00	6,00 »	–	0,50	4,00	6,00	2,00
Dungstapel-platte ..... qm	3,00	–	–	1,00	–	–	2,00
Strohlager für 200 Tage . cbm	30,00	–	60,00	25,00	12,00	–	–
In8g. umbauter Raum ..... cbm	51,25	23,25	93,25	44,75	39,25	25,25	23,25

Erläuterung:
1) Mit befahrbarem Futtertisch; » Kurzstand mit Schwemmentmistung; [3]) Boxenlaufstall mit Spaltenbodenlauffläche und Schieberentmistung; [4]) (R) = liegeraum in cbm, (I) = lauf- und Freßplätze in qm.

a) Bestehende Ställe

Zuvor ist klarzustellen, welche Aufstallungsanordnungen alter Ställe in die Studien einbezogen wurden. Mehrfache auf Süddeutschland beschränkte überprüfungen zeigten, daß hauptsächlich zwei Anordnungen in Anbindeställen vorzufinden sind: die Queraufstallung und die Längsaufstallung.

Eine besondere Bauart, die sich durch die Form der Stalldecke ergibt, stellen die Gewölbeställe dar. Stallbreite und Stützenabstände sind entscheidend, ob solche Räume die Einfügung neuartiger Stallformen zulassen. Die Stallhöhe beeinflußt die Planung weniger, da der temperierte Stallbereich möglichst übernommen werden soll.

a1) QUERAUFSTALLUNG

Wo eine überlieferte Verbundbauweise zwischen Wohntrakt und Stall üblich ist, findet sich häufig auch die Queraufstallung in Rinderställen. In kleineren Betrieben oft nur ein- oder doppelreihig ausgelegt, wiederholt sich diese Stallunterteilung in milchviehstarken Betrieben bis zum Mehrfachen. Die Gebäudebreite schwankt zwischen 8 und 14 m; zwei Stützenreihen unterteilen den Raum in drei Abschnitte. Krippen, Anbindevorrichtungen und Freßgitter sind massiv ausgelegt, krippengleiche Durchfahrten werden kaum angetroffen. Die Lagerplätze besitzen das Maß des Mittellangstandes, manchmal auch noch Abmessungen für einen Langstand. Kurzstände mit Kotstufe sind vor allem in Norddeutschland vorzufinden.
Vor dem Einbau des Boxenlaufstalles in alte Ställe ist zunächst zu klären, ob die nicht immer mit den erforderlichen Einbaumaßnahmen übereinstimmenden Säulenabstände in Grenzen veränderlich sind. Wird die geschlossene Boxenlaufstallform mit zentraler Futterachse gegenüber den Boxen gewählt, besteht im Bereich des Freßplatzes nach Abbildung 36 ein Spielraum für die Abstützungen von jeweils 1 m links und rechts neben der Durchfahrt. Davon abweichende Standorte von nicht versetzbaren Stützen behindern die Mechanisierung des Entmistens oder den Verkehr auf der Futtertenne.
Auch der Boxenstall mit getrennten Funktionsbereichen ist in einem solchen Altgebäude unterzubringen. Es wäre dann lediglich zu entscheiden, ob der Freßplatz in einem genügend langen Gebäude unter einer Dachfläche anschließend an den Ruheraum oder in kürzeren Stallgebäuden getrennt in einem leerstehenden Scheunenteil angelegt werden kann. Bereitet das Umstellen von der Anbinde-Querstellung auf den Längsverlauf der Boxen bei einem beiderseitig abgeschlossenen Gebäude Schwierigkeiten, so kann bei größerer Stallbreite auch die Anordnung der Boxen mit Quergängen gewählt werden. Einen nicht zu unterschätzenden Einfluß übt die Dunglagerstätte auf die Umgestaltung von vorhandenen Räumen aus. Sowohl die mechanische Unterflur-Entmistung als auch die Dungbeseitigung auf der planbefestigten Lauffläche mit dem Frontladerschfepper erfordern gerade Fluchtlinien. Die Schwemmentmistung wird daher für abgewinkelte Funktionsbereiche vorzuziehen sein.

a2) LÄNGSAUFSTALLUNG

Die bei der Queranordnung ermittelten Änderungsmöglichkeiten treffen auch für die Längsaufstallung in Altgebäuden zu, wenn Liegeboxen eingefügt werden sollen (Abbildung 36). Es empfiehlt sich, die bereits vorgezeichnete Längsanlage einzuhalten. Vertiefte Dungplatten und vorhandene Jaucherinnen erschweren den Einbauvorgang nur unwesentlich. Die Liegeboxen werden an den Stallwänden aufgestellt, zur Stallmitte hin befinden sich Lauf- und Dunggänge. Für die Liegeflächenunterteilung selbst ist es gleichgültig, ob die Lauffläche planbefestigt ist oder aus einem Spaltenboden besteht. Beide Ausführungen setzen jedoch voraus, daß die Stützen für die Stalldecke außerhalb der Gangbreite liegen, um den Durchgang für das Entmisten offenzuhalten. Beträgt die lichte Weite von Außenwand zum Krippenanfang etwa 5 m, so können bei der Abwandlung des Anbindestalles in einen Boxenlaufstall die vorhandenen Tröge stehenbleiben und weiter verwendet werden. Gleiches gilt auch für den vorderen Abschnitt des früheren Liegeplatzes vor dem Futterbarren. Er kann bei entsprechendem Niveau als Freßplatz übernommen werden, wenn der anschließende Gang mit Spaltenbodenbelag versehen wird. Sobald in einer größeren Stallung mehr Tiere untergebracht werden sollen, ändert sich die Aufteilung mit der erforderlichen Trennung von Ruheraum und Freßplatz. Hierzu müssen alle vorhandenen Einrichtungen beseitigt werden, da abhängig von der Stall-

breite 4-6 Ruheboxenreihen unterzubringen sind. Die Einrichtung des Freßplatzes ist vom Fütterungssystem abhängig.
Unter Beibehaltung der geschlossenen Bauart eignen sich schmalere Gebäude unter 11 m Stallbreite nur für den einreihigen Boxenlaufstall. Wiederholte Untersuchungen ergaben, daß ein ungehinderter Betrieb einreihiger, geschlossener Boxenlaufställe nur bis etwa 20 Kühe aufrechtzuerhalten ist. Darüber hinaus muß der Stall unterteilt werden, um gegenseitige Behinderungen der Tiere auszuschließen. Englische Beobachtungen kommen zu gleichen Resultaten (44). Stallunterteilungen für größere Bestände erschweren andererseits den freien Zu- und Abgang zum Melkstand und erfordern zusätzliche Warteplätze (S. 90 und S. 91).

a3) GEWÖIBESTÄLLE

In Süddeutschland sind häufig Gewölbeställe für Rindvieh und teilweise auch für Schweine anzutreffen. Die massive Bauausführung und die besondere Form der Stalldecke erschweren in der Regel größere Änderungen. Versuche, solche Ställe durch Aufbrechen einer Außenwand zu mehrteiligen Offenlaufställen umzubauen, befriedigen nur selten wegen der geringeren Deckenhöhe und der starken Pfeiler im Liegebereich. Ein Entfernen des Gewölbes auf dem Wege des Umbaues hat sich meist als zu kostenaufwendig erwiesen. Ausdehnung und Abmessung der Felder in Gewölbeställen bieten für den Einbau eines Boxenlaufstalles vergleichsweise zu anderen Aufstallungsformen in der Regel gute Voraussetzungen. Es können allerdings nur Ruheboxen in der Gebäudelängsrichtung aUfgestellt werden, um die vorhandenen, nicht versetzbaren Pfeiler am Freßplatz einordnen zu können, wo sie am wenigsten stören. Selbst die mehrreihige Montage von Ruheboxen mit dazwischenliegenden Laufgängen ist in einem 12 m breiten Gewölbestall gut zu verwirklichen.
Auf Abbildung 36 sind die Profile und Maße üblicher Aufstallungen mit Anbindung im Vergleich zum Boxenlaufstall dargestellt. Die Übereinstimmung der wichtigsten Dimensionen ist erkennbar. Sie sind in den vorstehenden Ausführungen erläutert worden. Der geschlossene Boxenlaufstall läßt sich somit in die als Beispiel gewählten Stallprofile einfügen.

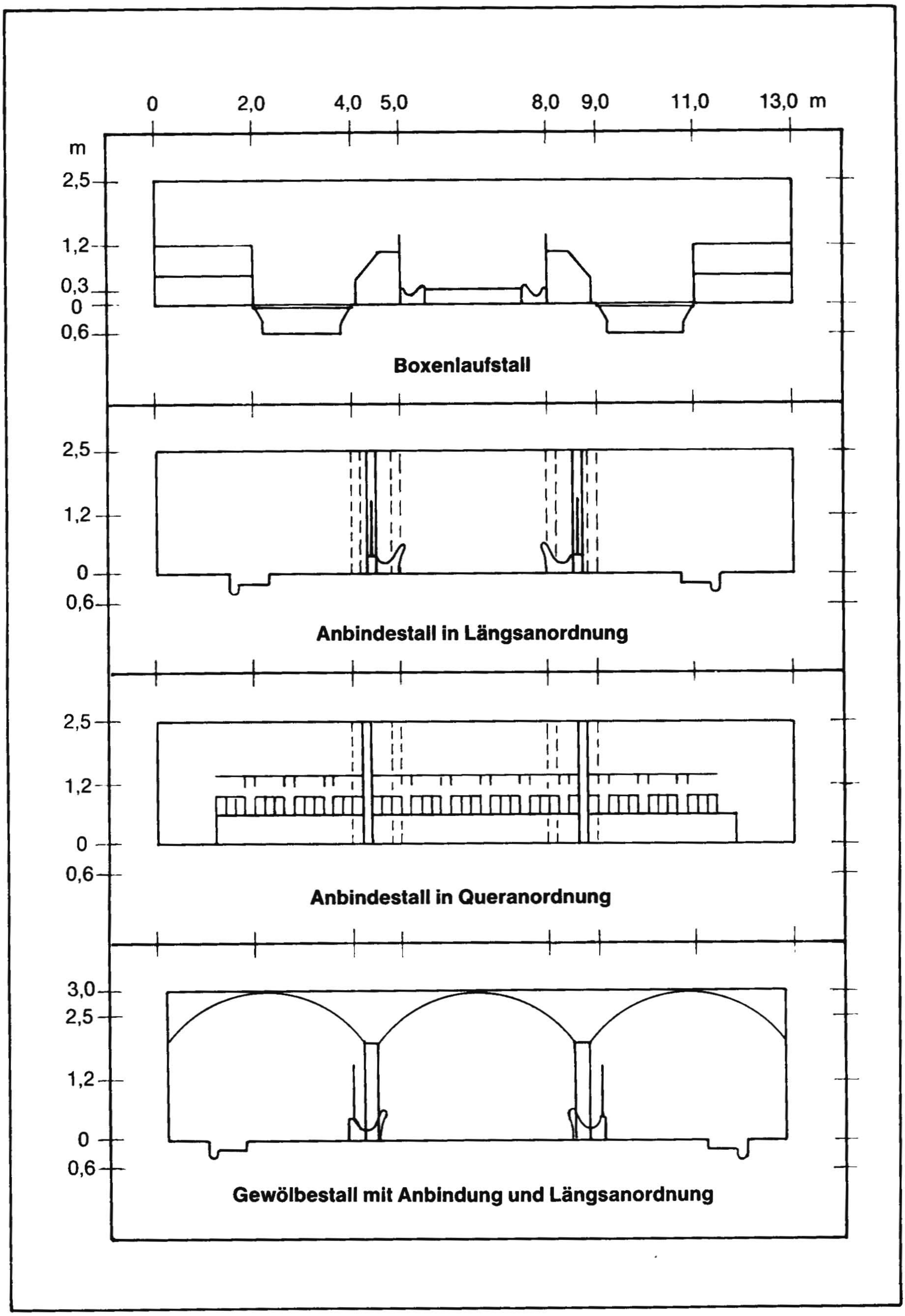
2. EINFOGUNG DER BOXENLAUFSTÄLLE IN TYPISIERTE SIEDLUNGSGEHÖFTE

Bei Errichtung von Boxenlaufställen im Rahmen von Aussiedlungen kann auf Strohbergeräume verzichtet werden. Das wirtschaftseigene Futter lagert in Silobehältern, das Rauhfutter erdlastig neben dem Stallgebäude. Zwischendecken entfallen, so daß ein neuerstellter Boxenlaufstall nur mit einer isolierten Dachdecke versehen ist und eine klare bauliche Lösung darstellt. Es wird anschließend von Planungsversuchen berichtet, wie die wichtigsten Boxenlaufstallösungen in typischen Siedlungsbauarten untergebracht werden können und wie sich daraus schließlich aufstallungsgerechte Bauarten entwickeln lassen.

a) EINREIHIGE AUFSTALLUNG

Der einreihige Liegeboxenstall, freistehend oder traufseitig verbunden mit erdlastigen Bergeräumen, ergibt ähnliche unzulängliche Wärmeverhältnisse, wie sie bereits für Altgebäude festgestellt wurden. In klimabegünstigten Lagen muß allerdings nicht immer ein wärmegedämmter Stall vorhanden sein.

Abb. 36 Profile und Maße üblicher Aufstallungen mit Anbindung (Mittellangstand) im Vergleich zum Boxenlaufstall



Auf Seite 107 wurde nachgewiesen, daß die Ausmaße des Boxenlaufstalles den Abmessungen der Anbindeaufstallungen im wesentlichen entsprechen. Somit ergibt sich kein zwingender Grund, bestehende Bindermaße für die Boxenställe abzuändern. Liegt der Freßplatz gegenüber der Liegeboxe, kann ein befahrbarer Futtertisch neben der

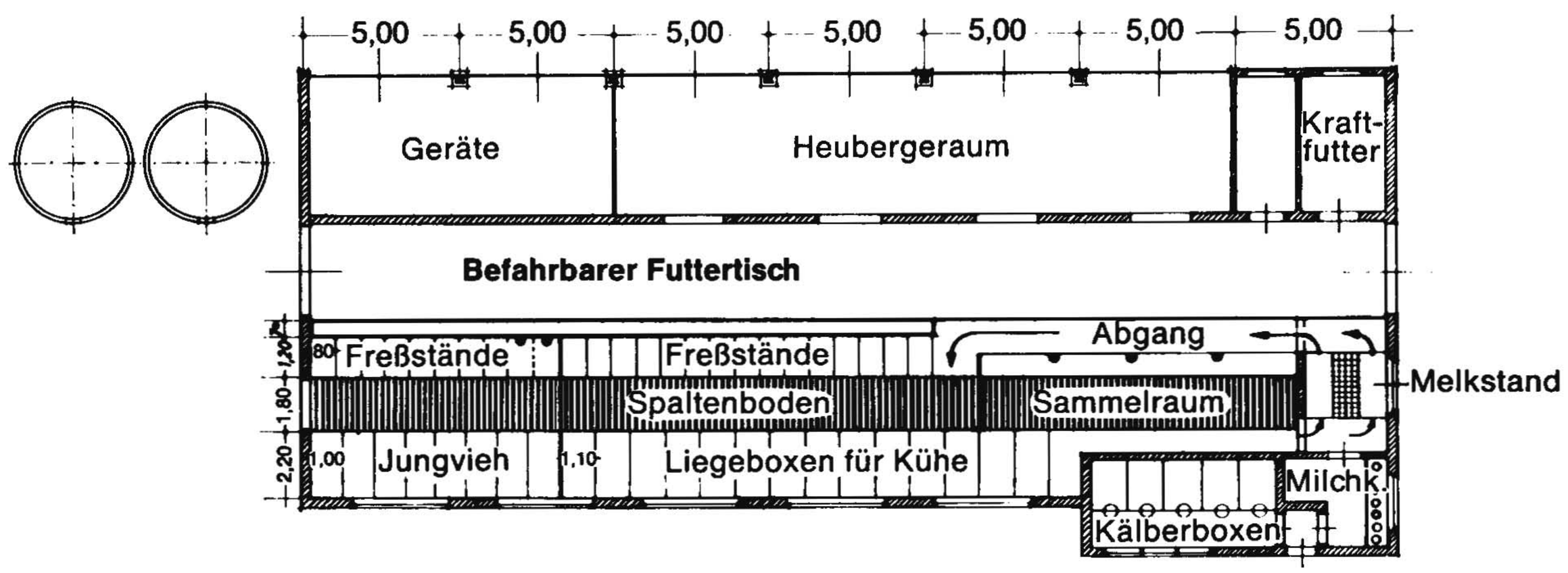


Abb. 37 Vorschlag zum Einbau eines einreihigen Boxenlaufstalles für 15 Kühe und acht Jungtiere mit Melkstand und befahrbarem Futtertisch

Krippe verlaufen. Bei einem 6 m breiten angebauten Stall läßt sich der Futtertisch auch in den Scheunenbereich verlegen. Das Einbeziehen einer Durchfahrt in den Stallraum ist erst ab einer Gebäudebreite von 8 m möglich.
Soll der Freßplatz getrennt außerhalb liegen, oder ist Selbstfütterung aus Fahrsilos vorgesehen, können bei 8 m Gebäudebreite zwei gegenüberliegende Boxenreihen montiert werden. Der Dung- und Laufgang befindet sich in der Mitte. Er muß leicht mit dem Reinigungsgerät zu befahren sein. Unter 5 m ist nur die einreihige Liegeboxenanordnung mit davorliegendem, befestigtem Durchgang möglich. Erforderlich ist hier auch ein getrennter Futterplatz. In Abbildung 38 sind die Ergebnisse der Planungsversuche als vergleichende Zusammenstellung über die Einfügung der Boxenlaufstallung in vorherrschende ein- und zweireihige Siedlungstypen dargestellt. Bauformen und Abmessungen entsprechen den von allen Siedlungsgesellschaften benutzten Binder- und Rastermaßen (66).

b) ZWEIREIHIGE AUFSTALLUNG

Für die Unterbringung einer größeren Anzahl von Kühen werden breitere Stallgebäude benötigt. Beim zweireihigen Boxenstall sind 13–14 m erforderlich, wenn in der Stallmitte gefüttert wird und die Verteilung vom Wagen aus vorgenommen werden soll. Die genannte Breite ist für getrennte Stallbereiche ebenfalls geeignet. Bei dieser Anordnung lassen sich mehrere Boxenreihen im Ruheraum unterbringen. Lediglich die Stützen für die Dachdecke müssen einen veränderten Standort erhalten. Sie stehen am günstigsten zwischen den Boxeneingängen und außerhalb der Laufgänge, während sich in der Stallmitte die beiden Boxenreihen befinden. Die planerischen Versuche kommen zu dem Ergebnis, daß die zweireihige Aufstallung im geschlossenen Stall hinsichtlich baulicher Gestaltung, aber auch für den Arbeitsablauf, die meisten Vorteile und Einsparungen erbringt. Der Vergleich mit anderen Stallhaltungsformen in Abbildung 39 stellt die günstige Relation von Bauvolumen und Kuh bei dieser Lösung heraus.

Abb. 38 Einfügung der Boxenaufstallung in die hauptsächlichsten ein- und zweireihigen Siedlungsbauarten

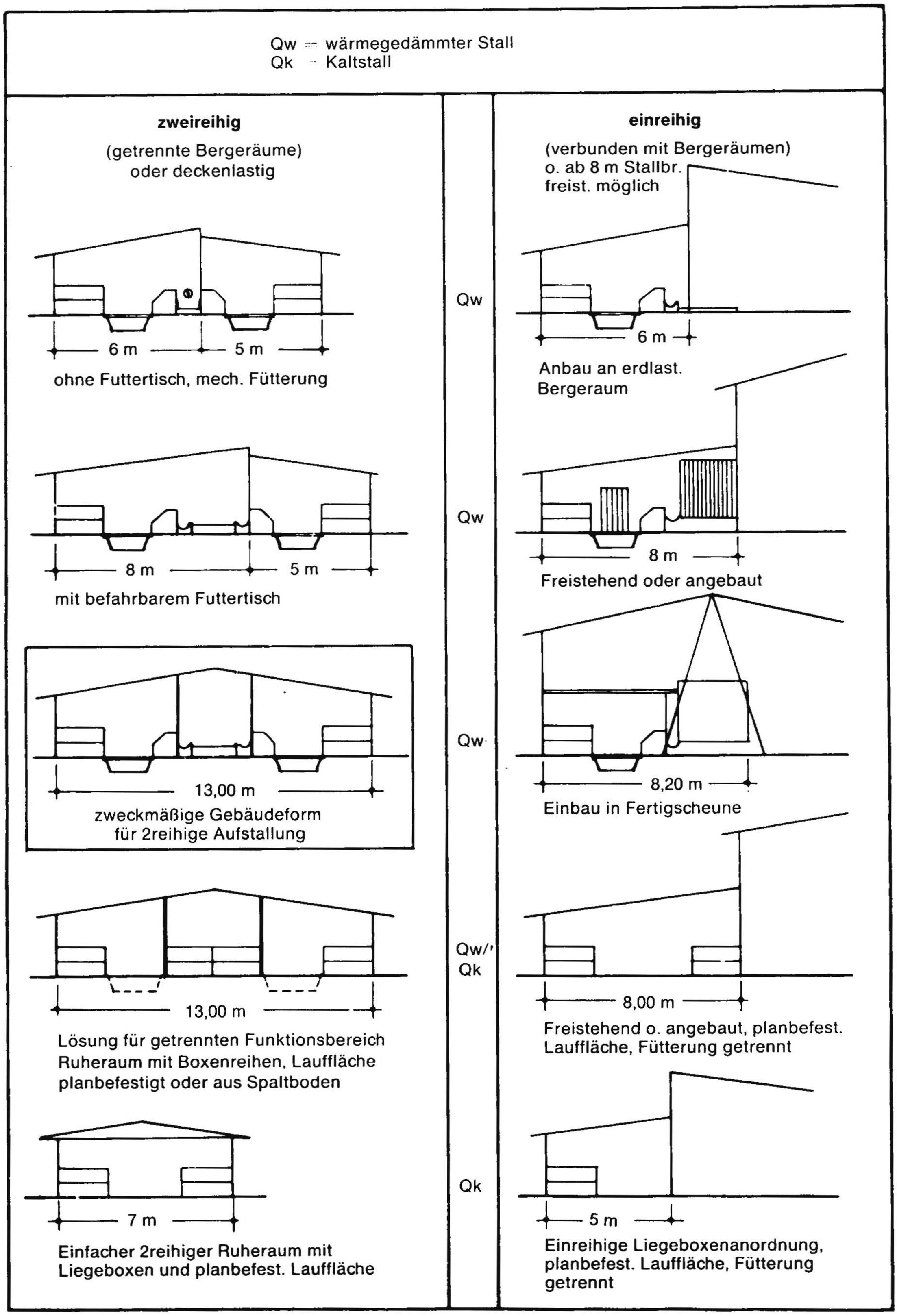
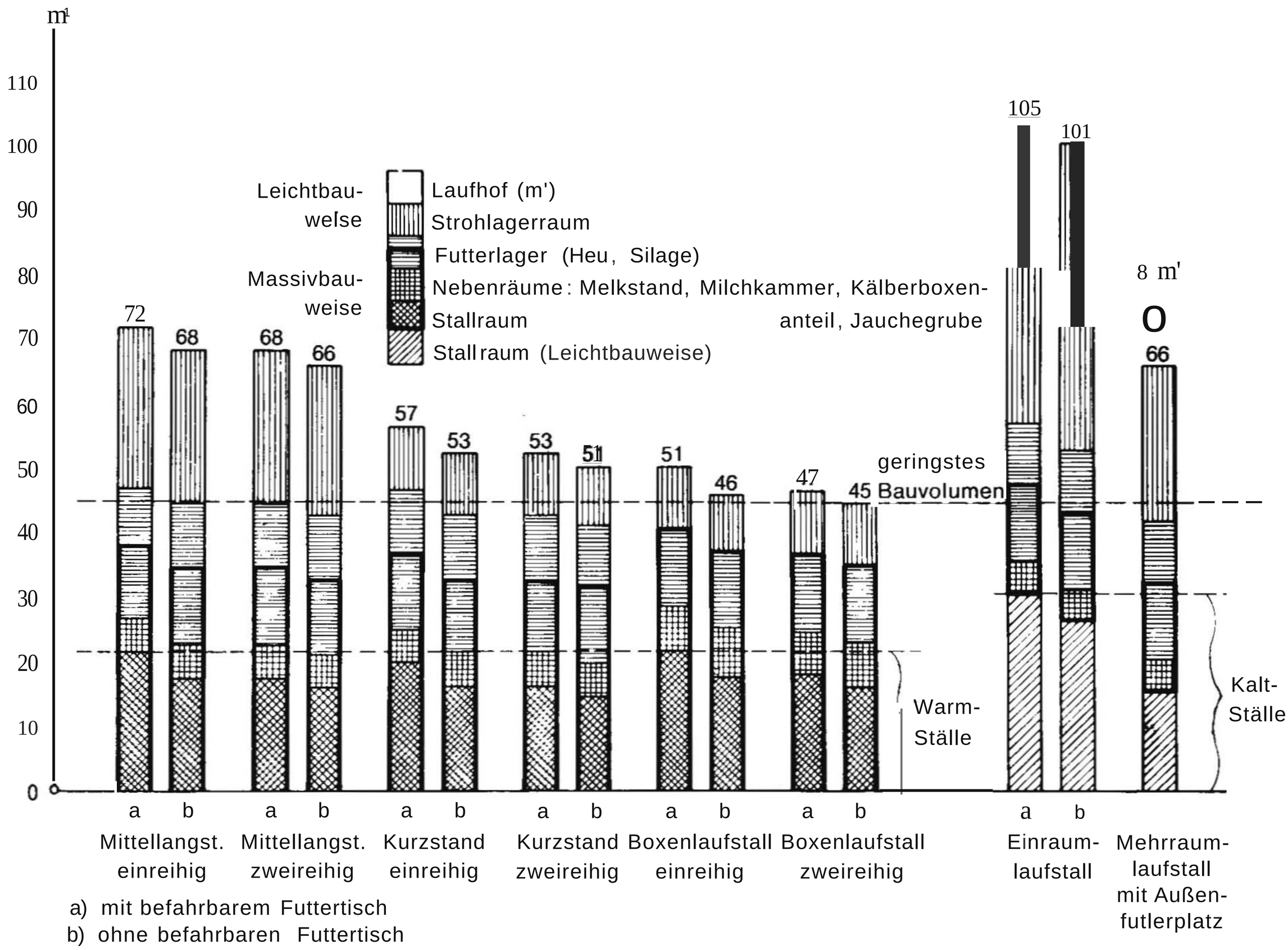


Abb. 39 Der Einfluß verschiedener Haltungsformen auf das Bauvolumen je Kuh (Festmistverfahren)



a) mit befahrbarem Futtertisch
b) ohne befahrbaren Futtertisch

Tabelle 38 Raum- und Kapitalbedarf einschließlich Kosten für die Futterachse bel verschiedenen Fütterungsverfahren (zweireihige Aufstallung)

System	Befahrbarer Futtertisch			Schneckenförderer			Kettenförderer			Schubförderer		
Kuhzahl	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
Umbauter Raum m1/Kuh	3,8	3,8	3,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Umbauter Raum DM/Kuh	266,-	250,-	236,-	98,-	92,-	87,-	98,-	92,-	87,-	98,-	92,-	87,-
Technik DM/Kuh	-	-	-	180,-	130,-	105,-	140,-	90,-	65,-	148,-	98,-	73,-
Kapitalbed. insgesamt DM/Kuh	266,-	250,-	236,-	278,-	222,-	192,-	238,-	182,-	152,-	246,-	190,-	160,-
Gebäudekosten DM/Kuh	18,80	17,70	15,60	6,90	6,40	5,75	6,90	6,40	5,75	6,90	6,40	5,75
Gerätekosten DM/Kuh	-	-	-	34,20	24,70	20,-	26,60	17,20	12,35	28,20	18,60	13,90
Gesamtkosten DM/Kuh/Jahr	18,80	17,70	15,60	41,10	31,10	25,75	33,50	23,60	18,10	35,10	25,-	19,65

Danach ist für den geschlossenen Boxenlaufstall (zweireihig) die Flächen- und Raumausdehnung des Mittellang-Anbindestalles maßgebend. Bei Verwendung von wärmedämmendem Material erhält man einen Warmstall. Einige Ausführungen von zwei- und mehrreihigen Liegeboxenanordnungen für typisierte Siedlungsgebäude sind Abbildung 38 zu entnehmen.
An Stelle von breiten Futterdurchfahrten kann für schmalere Ställe die mechanische Futtervorlage eingerichtet werden. Im Neubau führt das zur Verringerung des Bauvolumens, da mit der mechanischen Fütterung nur noch eine Stallbreite von 11 m nötig ist.

Die Unterschiede von eingespartem Bauvolumen und Aufwendungen für eine Futterverteilanlage in Tabelle 38 lassen erkennen, daß in geschlossenen, zweiseitig genutzten Ställen die Kosten des befahrbaren Futtertisches unter 40 Kühen wesentlich geringer sind als die der mechanischen Fütterung. Von den mechanischen Einrichtungen erweist sich die Schubstangenfütterung als kostengünstigste Anlage.

3. TYPENUNABHÄNGIGE BOXENLAUFSTALLFORMEN

In- und ausländische Erfahrungen zeigen, daß es am zweckmäßigsten ist, hauptsächlich zwei- und mehrreihige Boxenlaufställe zu bauen. Für den kostengünstigen Standort des Melkstandes im gleichen Stallgebäude, ohne zusätzliche Warteräume, wird für einen Bestand bis zu 35 Kühen die zweireihige Ausführung und für die größere Herde die Trennung der Funktionsbereiche in Liege- und Freßraum empfohlen (11), (44).

a) GESCHLOSSENER ZWEIREIHIGER BOXENLAUFSTALL

Dieser Vorschlag entspricht den in Weihenstephan ausgearbeiteten Plänen für einen temperierten, räumlich eingeschränkten Laufstall mit Liegeboxen. Die Versuche mit dieser Anordnung führten in zweieinhalbjähriger Dauer zu grundlegenden Verbesserungen, die bei der Stallplanung in verschiedenen Erprobungsbetrieben verwirklicht werden konnten. Der geschlossene zweireihige Boxenlaufstall benötigt für den Liege-, Bewegungs- und Freßbereich eine Fläche von 5-6 qm mit einem umbauten Raum zwischen 18 und 20 cbm je Kuh. Es ist damit gelungen, einen warmen Laufstall mit seinen Vorzügen für den mehr kontinentalen Klimabereich (Klimazone III) zu entwickeln. In diesem Stall besteht die Lauffläche sowie ein Teil des Freßplatzes aus Spaltenboden, damit der anfallende Dung und andere Verunreinigungen von den Tieren selbsttätig durch Schlitze beseitigt werden können. Das Ausbringen des Mistes aus Behältern oder Kanälen unter dem Rostboden ist voll mechanisierbar. Abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten eignen sich hierfür Festmist- oder Flüssigmistverfahren. Der Arbeitszeitbedarf für Einstreuen und Entmisten wird stark herabgesetzt. Die Abbildungen 40 und 41 zeigen zwei nach diesem Prinzip entwickelte Baulösungen.

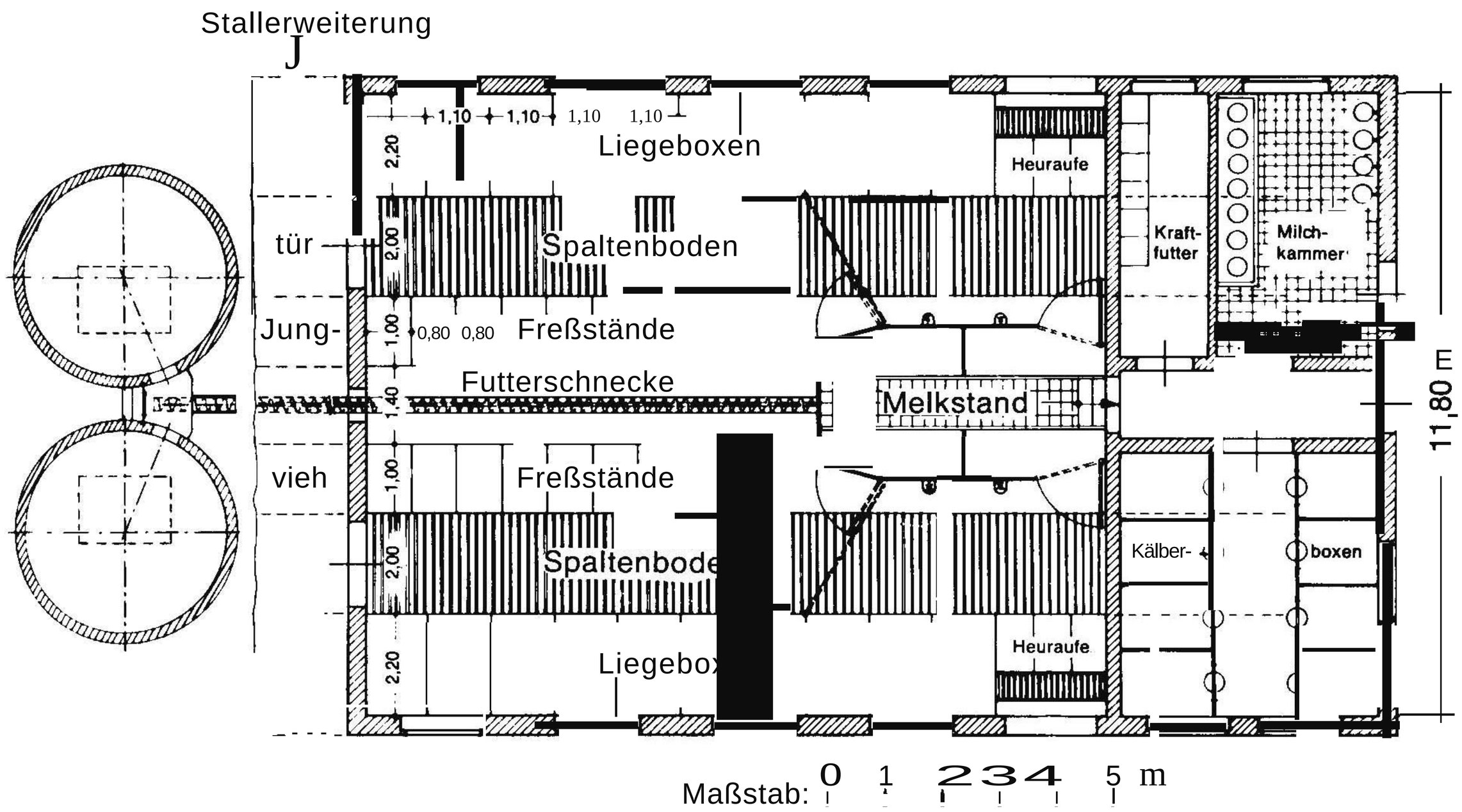


Abb. 40 Zweireihiger Boxenlaufstall mit Spaltenbodenlauffläche für 20 Kühe mit Melkstand im Stall und mechanischer Fütterung. Erweiterung für Jungvieh ist möglich

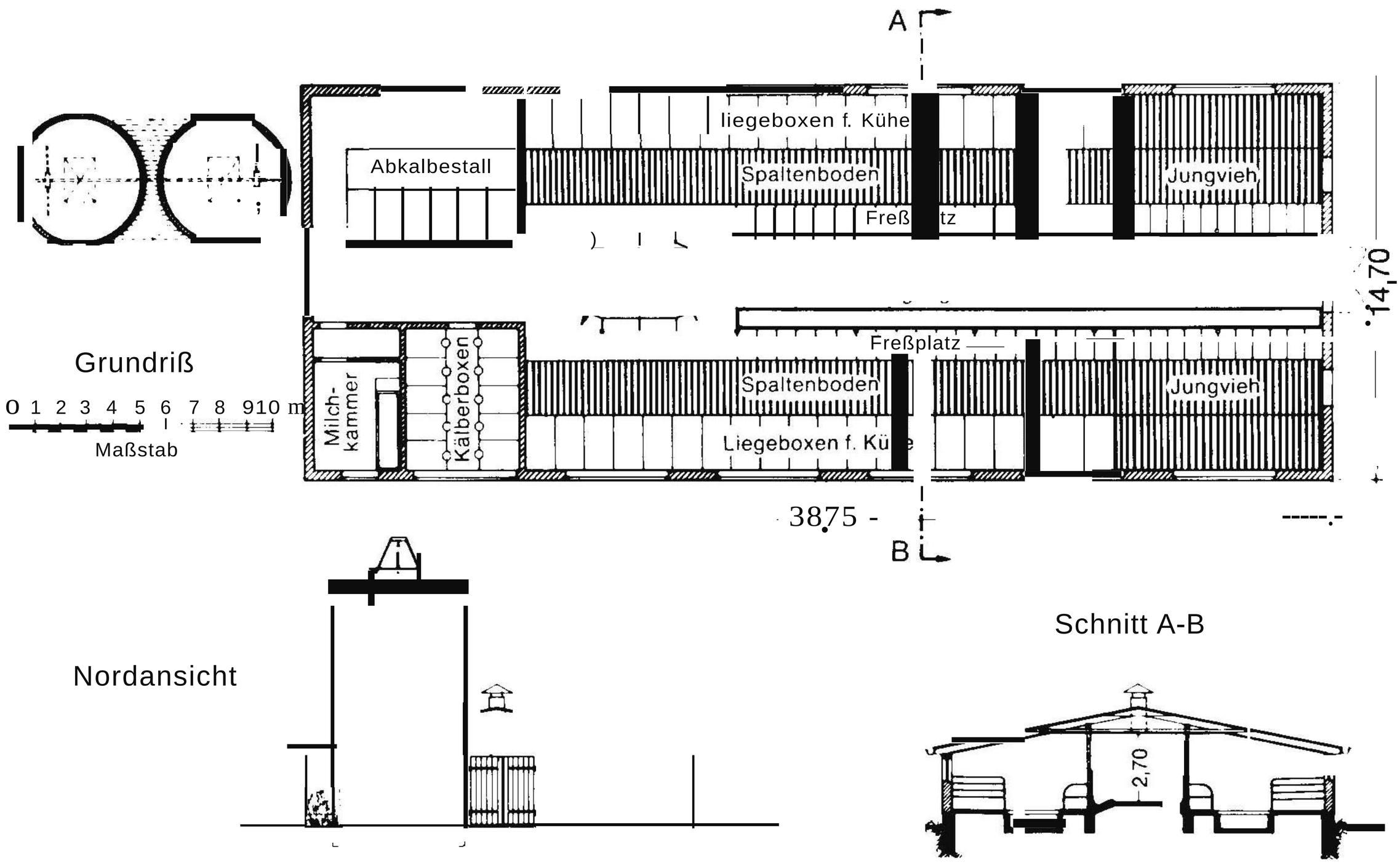


Abb. 41 Zweireihiger Boxenlaufstall mit Spaltenbodenlauffläche und versetzbarem Melkstand (2 X 2 Reihenstand) im Stall auf befahrbarem Futtertisch für 35 40 Kühe. Unterflurentmistung über Schleppschaufel oder Flüssigmistbereitung

b) STÄLLE MIT GETRENNTEN FUNKTIONSBEREICHEN

Geschlossener Stall: Bei größeren Ställen ist es vorteilhaft, Ruhe- und Freßbereiche zu trennen. Die hierzu notwendigen Einrichtungen lassen sich auch im geschlossenen Gebäude unterbringen. Derartige Lösungen stellen die Entwürfe auf den Abbildungen 42 und 43 dar. In der baulich leichter zu bewältigenden Längsanordnung wird entweder ein mechanisches Gerät für die Futterzubringung aus achsengerecht aUfgestellten Hochsilos eingesetzt oder die Selbstfütterung aus Fahrsilos ermöglicht, die unter dem gleichen Dach liegen. Befahrbare Futtertische zur Beschickung der Tröge vom Wagen aus sind am besten, abgesetzt vom Lagerraum, quer vor den Laufgängen anzulegen, um Ein- und Ausfahrt nicht zu behindern. Der eingebaute Fischgrätenmelkstand bildet den Stallmittelpunkt. Er gewährleistet durch seine Anordnung am Übergang von Ruhe- zu Freßplatz eine leichte Unterteilung größerer Herden, ohne daß weitere Warteplätze notwendig werden. Alle Nebenräume sind bautechnisch und arbeitswirtschaftlich günstig einzufügen. Es ist für die Arbeitsproduktivität in einem solchen Stall von entscheidender Bedeutung, daß die nur wenig mechanisierbaren Arbeitsabläufe - wie Milchbehandlung, Kälbertränken usw. - durch eine Einschränkung der Lastenwege und räumliche Konzentration der zusammengehörenden Arbeiten verkürzt und erleichtert werden. Deshalb ist es wichtig, nicht nur eine klare Futter- und Mistachse zu schaffen als Voraussetzung für die Technisierung dieser Arbeitsvorgänge, sondern auch die noch stark mit Handarbeit belastete Milchbehandlung durch bauliche Kombinationen arbeitssparend zu gestalten. Wie aus den Abbildungen 42 und 43 zu ersehen ist, können Melkstand, Milchkammer und Kälberstall ohne Umwege miteinander verbunden werden. Der Abkalbestall in Verlängerung der Futter- und Mistachse kann vom Laufstall aus beschickt werden; er weist eine direkte Verbindung zum Kälberstall auf. Damit ist der Arbeitskreis Milchgewinnung, Milchpflege und Kälberaufzucht geschlossen.

Das Problem der Säuberung geteilter Stallbereiche im abgeschlossenen Gebäude ist nur über die Spaltenbodenlauffläche zu bewältigen. In der Regel läßt sich hier die Flüssigmistbereitung besser als das Festmistverfahren anwenden.

Das erste Verfahren besitzt vor allem in abgewinkelten Stallanlagen eindeutige Vorteile.

Der Raum- und Flächenanspruch ist gegenüber dem Boxenstall mit geschlossenen Funktionsbereichen, wie aus Tabelle 39 hervorgeht, nur unwesentlich höher.

Halboffenstall: Die Kennzeichen der Bauausführung von Offenställen sind: nichtwärmeisolierte Bauteile und planbefestigte Kot- und Laufflächen, von denen Dung und Harn mit Frontladerschleppern oder Schiebern entfernt werden müssen. Auch übliche Laufställe können in der Liegehalle mehrere Reihen mit Ruheboxen aufnehmen. Wegen Frostanfälligkeit eignet sich der Spaltenboden für die Bewegungsflächen nur in dichtbelegten, von vier Seiten umschlossenen Räumen, die von den Tieren im Winter über zugsichere Eingangsschleusen zu erreichen sind. Längere Kälteperioden verursachen das Zufrieren der Spalten zwischen den Balken und gefährden darüber hinaus alle offen darunterliegenden Kanäle und Gruben. In diesem Zusammenhang angestellte Versuche (16) führten im Winter 1962/63 zum völligen Einfrieren der gesamten Anlage für die Dungentfernung.

Nach Tabelle 39 erhöht sich der Flächenbedarf für den Freßplatz und Auslauf in nichtüberdachten Anlagen vor allem bei der FuUeraufnahme aus Fahrsilos. Die handgesteuerte Reinigung der Laufplätze tritt wieder in den Vordergrund, insbesondere in niederschlagsreicheren Gegenden. Nach vorliegenden Erfahrungen mit Mehrraumställen sollten auch geteilte Boxenlaufställe in Gebieten mit über 700 mm Jahresniederschlag völlig unter Dach gelegt werden.

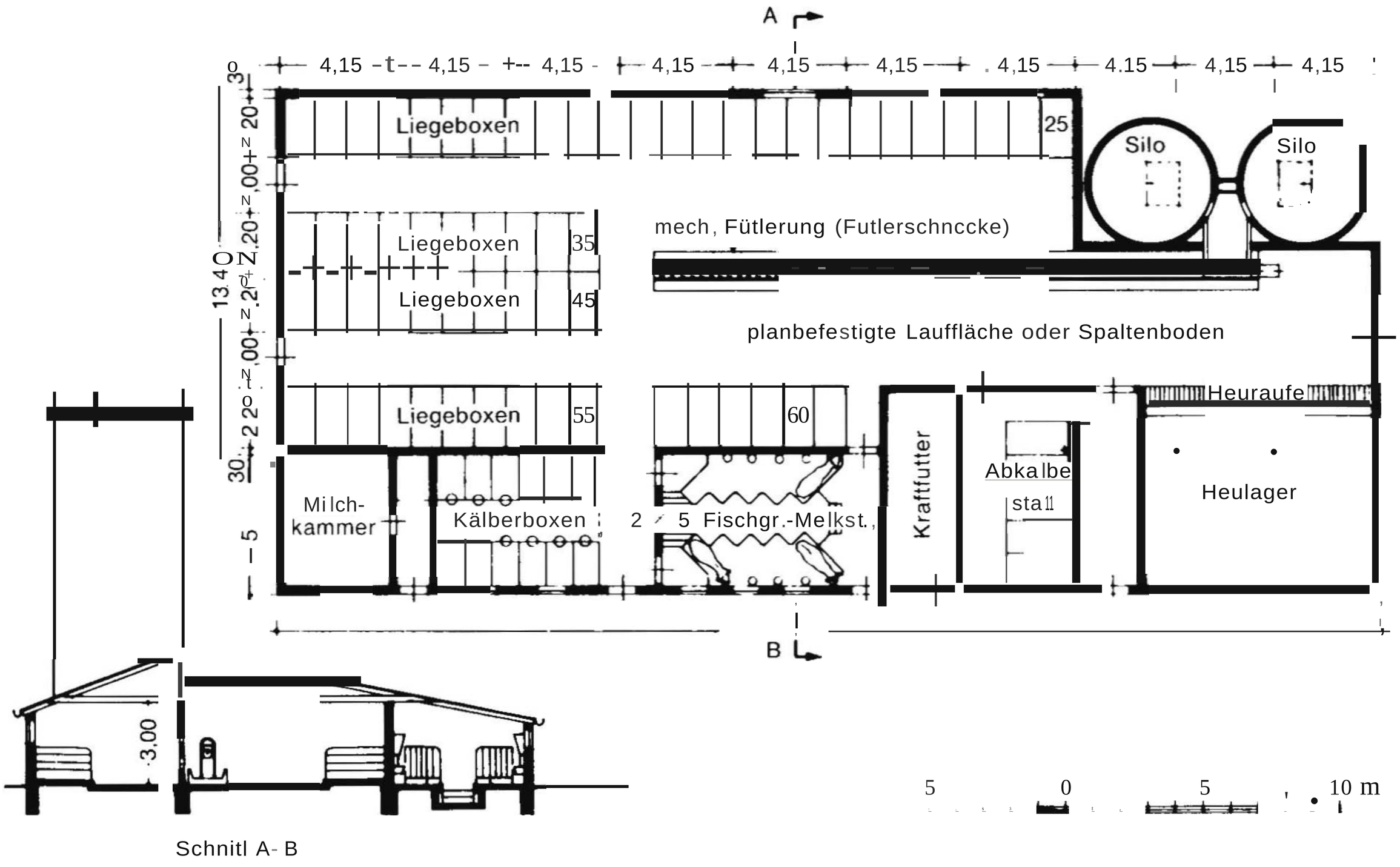


Abb. 42 Boxenlaufstall für 60 Kühe mit getrenntem Liege- und FreBplatz in einem Gebäude. (Mechanische Futterzubringung, Fischgrätenmelkstand, Entmistung: Ober- oder Unterflur)

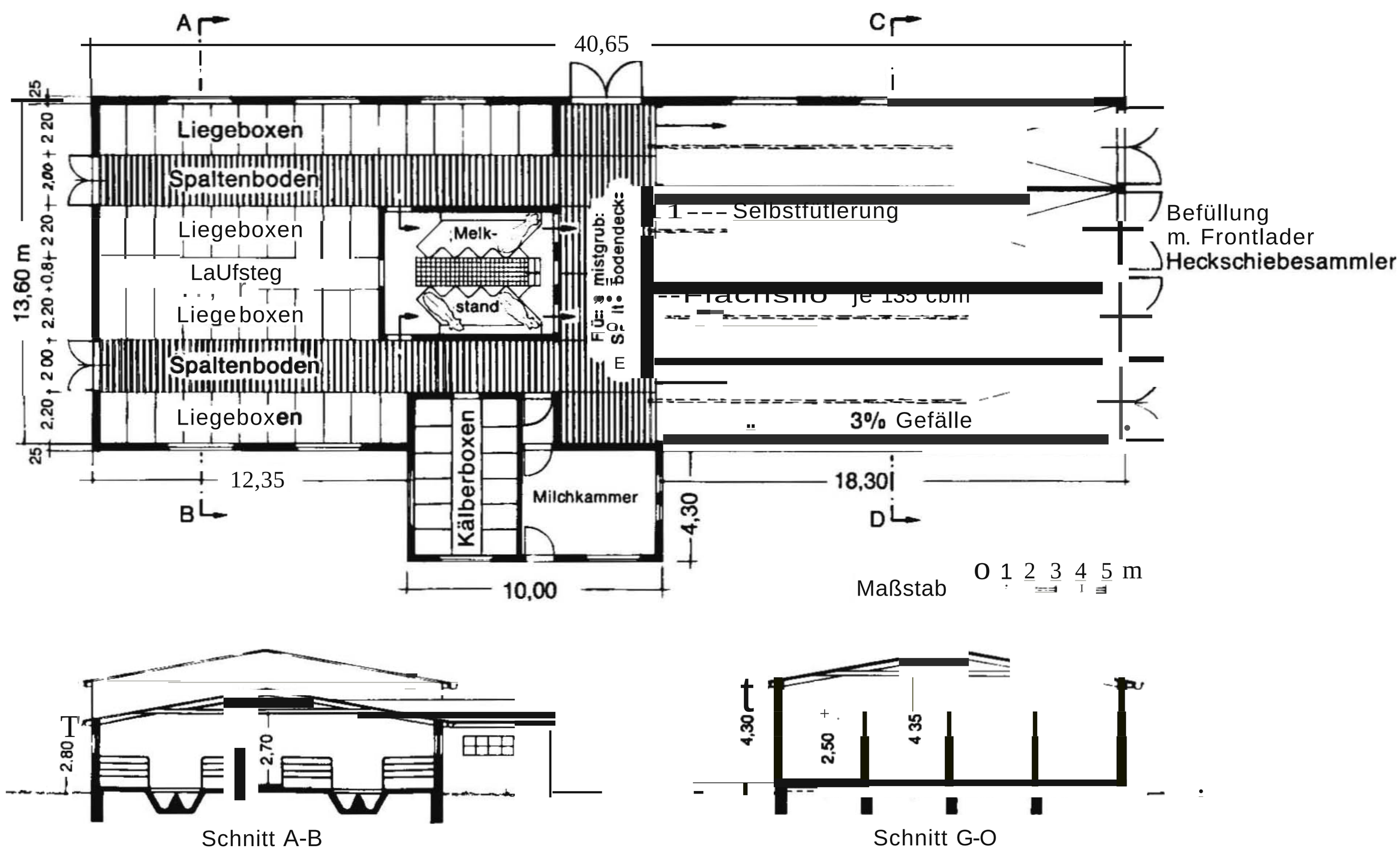


Abb. 43 Boxenlaufstall für 40—45 Kühe mit getrenntem Liege- und FreBplatz in einem Gebäude. (Rationierte SelbsUütterung in Flachsilos, Fischgrätenmelkstand, Spaltenboden-lauffläche und Flüssigmistanlage)

Tabelle 39 Flächen- und Raumbedarf je Kuh in vorherrschenden Bauarten von Boxenlaufställen (lichte Höhe Stallraum: 2,50 m)

	geschlossener Stallbereich	getrennte Stallbereiche in einem Gebäude	getrennte Stallbereiche im Offenstall
Liegeboxen m^2	2,20	2,20	2,31
Anteil Reserveboxe m^2		0,22	0,22
Laufgang zw. d. Boxen m^2	2,50	1,53	1,92
Freßplatz m^2	0,80	2,50	
Auslauf einschließlich Freßplatz m^2			6,00
Futterdurchfahrt 1) (Schnecke) m^2	1,28 (0,60)	0,45 2) (0,20)	0,45 2) (0,20)
Gesamtfläche m^2	6,78 (6,10)	6,90 (6,65)	10,90 (10,65)
Liege- und Fütterungsraum m^3	17,00	17,25	13,25
Strohlager 360 Tg. m^3		(5,00) 3)	5,00
Strohlager 200 Tg. m^3		(3,00)	3,00
Kotsammelplatte 4) m^2	2,00	2,00	2,00
und Jauchegrube m^3	2,00	2,00	2,00
Grube für Flüssigmist 4) m^3	6,00	6,00	
Melkstand m^3	5)	2,00	2,00
Milchkammer m^3	1,25	1,25	1,25

Anmerkung:
1) beidseitige Fütterung
2) 3 Tiere je Freßplatz
3) Einstreulos, wenn Spaltenboden-lauffläche und geschlossener Stall
4) je nach Verfahren
5) vereinfachter Melkstand i. Stallgebäude

Wie schon in der Einleitung angedeutet, geht, heute eine Reihe von Betrieben dazu über, ihr Großvieh wegen besserer Ausnutzung der eingesetzten Arbeitskraft in strohsparenden Laufställen zu halten.

Eine veränderte Stallhaltung wird sich aber nur durchsetzen, wenn Preise und Kosten unter dem bisherigen Einrichtungsbedarf üblicher Aufstallungen liegen. Weniger Lagerräume für Einstreu und Rauhfutter senken die Gesamtinvestitionen für ein Bauvorhaben ebenso wie vereinfachte Haltungsformen. Günstig ist die Anlage solcher Stallungen, wo größere Eigenleistungen der Betriebe einzubeziehen sind. Neue Stallräume müssen auch leicht erweiterungsfähig und wandelbar sein. Vorgefertigte Bauelemente gewinnen hierfür Bedeutung. In einer vielseitig nutzbaren Stallanlage ist der wechselnde Anspruch an eine ausreichende Klimatisierung und Hygiene zu berücksichtigen. Umstellungen müssen also auch unter diesem Gesichtspunkt geplant werden, da Rinder andere Stalluftverhältnisse benötigen als Schweine und Hühner.

Betriebswirtschaftliche überlegungen beschäftigen sich ebenfalls mit der Einordnung von Laufställen. Unter anderen ermittelte STEINHAUSER (80, S. 73) für 27 ha große Familienbetriebe im bayerischen Voralpengebiet eine optimale Betriebsorganisation, die den Boxenlaufstall für eine Milchkuhhaltung mit Ergänzungszucht vorsieht. Futtergrundlage ist Grünland und Silomaisanbau. Berechnungen von BISCHOFF (5, S. 318) - einer Programmplanung entnommen - kommen zu dem Ergebnis, daß Liegeboxen für Kühe in mittel- und großbäuerlichen Betrieben mit knapper Getreideernte-Arbeitskapazität nachhaltige Vorzüge besitzen. Kostensenkend wirkt sich das besonders in jenen Betrieben aus, wo Einstreumangel bisher zusätzliche Ausgaben durch Strohzukauf erforderte. Der Boxenstall ist vor allem dort überlegen, wo Arbeit freigesetzt und anderweitig ergiebig verwendet werden kann, wie z. B. bei einer ausgedehnten Mastschweinehaltung.

Abhängig von der Anordnung können Liegeboxen im Gegensatz zu überlieferten Aufstallungen in alten und neuen Gebäuden zur besseren Raumausnutzung beitragen.

Aber nicht allein Arbeits- und Kostenersparnisse sind entscheidend, sondern auch die in einem solchen neuen Stall erzielte Leistung. Ein Leistungsabfall läßt sich nur verantworten, wenn die Minderung geringer ist als die eingesparten Lohn- und Arbeitshilfsmittelkosten. In strohlosen Stallungen sind diese Fragen noch nicht ausreichend geklärt, Leistungsvergleiche und Prüfungen der Milch- und Fleischproduktion werden daher unbedingt erforderlich. Mastversuche bei gleicher Zusammensetzung des Futters sind in verschiedenartigen Aufstallungen angelaufen.

über Form und Trittfestigkeit des Spaltenbodens liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Die Anwendung der Rostbalken scheint in Ställen *mit* schweren Tieren über 700 kg nicht völlig problemlos zu sein und muß weiterhin genauestens beobachtet werden. Schwierigkeiten *bereitet* auch *die* Entleerung von Flüssigmistgruben, *die sich* unter dem Spaltenboden befinden. Erst nach Beantwortung dieser letzten Fragen wird man *in* der Lage *sein,* endgültig über die neuen einstreuarmen Laufställe zu urteilen.

Andererseits werden schon mehrere Dutzend Ställe im Bundesgebiet betrieben, und es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß der Boxenlaufstall häufig wieder zur geschlossenen Bauweise zurückführt. Infolge des geringeren Flächenanspruchs können dadurch alle Stallbereiche unter einem schützenden Dach liegen.

In den letzten Jahren hat keine andere Entwicklung in der Stallwirtschaft verschiedener westlicher Länder derartig rasch und vorbehaltlos Anklang gefunden, ohne daß es bisher mit den neuartigen Liegeplätzen zu irgendwelchen Schwierigkeiten gekommen ist.

ZUSAMMENFASSUNG

In den vorliegenden Ausführungen über die Planung neuer Stallformen für Milchvieh werden zunächst die verfahrensabhängigen Kosten untersucht und an Beispielen ihre Brauchbarkeit erläutert. Mit Hilfe der ermittelten Daten ist es möglich, jeweils die kostengünstigste Ausführung neuer Aufstallungen zu erkennen. In einem zweiten Teil wird über Versuche mit strohsparenden Boxenlaufställen berichtet. Zusammenfassend sind dazu folgende Ergebnisse mitzuteilen:

1. Die Errichtung neuer Stallgebäude ist abhängig von den Verfahren der Arbeitserledigung bei verschiedenen Haltungsformen der Tiere. Um diese Stallösungen vergleichen zu können, werden die Kosten der beim Milchvieh anfallenden Arbeitsgänge festgestellt. Sie beziehen sich auf die Hauptabschnitte der Stallarbeiten, die durch Melken, Entmisten, Einstreuen und Füttern gegeben sind.

2. Zur KostenermittJung werden die wichtigsten Anbinde- und Laufställe herangezogen. Gegenstand der Analyse sind neben der Arbeitserledigung im Stall auch die Verfahren der Futter- und Strohbergung sowie der Dungausbringung. Davon ausgehend, erfolgt eine Unterteilung üblicher Kostenbereiche in unmittelbare und mittelbare Kosten. Die Berechnung der Verfahren erstreckt sich auch auf die dazugehörigen Gebäudeanteile und bedient sich hierzu differenzierter cbm-Kosten. Dadurch entstehen brauchbare Grundlagen für die Anwendung optimaler Kostenkombinationen in Laufställen.

3. Aus den untersuchten Stallarbeitsgängen ergeben sich nachstehende Folgerungen für verbesserte Laufställe.

   a) Die Kostenanalyse verschiedener Melkverfahren zeigt, daß mit dem Melkstand erst ab 20-25 Kühen geringere Arbeitskosten als im Anbindestall mit Absaugleitung zu erzielen sind. Eine Senkung der Gesamtkosten ist möglich, wenn die Melkbuchten im Stallraum untergebracht werden, wodurch der Gebäudeaufwand für das getrennte Melkhaus entfällt.

   b) Zur Entmistung von Laufställen mit zweckmäßiger Anordnung von Lauf- und Freßplätzen können sowohl mechanische Geräte, wie Frontlader und Schleppschaufel, als auch Flüssigmistverfahren eingesetzt werden. Der zweiteilige Einraumlaufstall mit Spaltenboden am Freßplatz bietet hierzu bereits günstige Voraussetzungen. In diesem Stall entstehen keine täglichen Reinigungsarbeiten. Davon ausgehend, führt die Entwicklung zum Vollspaltenbodenstall oder zum Einbau von Liegeboxen. Beide Stallformen eignen sich für die Anwendung vollmechanisierter Entmistungsverfahren.

   c) Aus der Untersuchung des Arbeitsganges "Einstreuen" geht hervor, daß der strohlose Laufstall mit Liegeboxen für Kühe als beste Kombination einstreusparender Haltungsformen angesehen werden kann. Der Einbau des Spaltenbodens erwirkt die gleichen arbeitswirtschaftlichen Vorteile wie ein Kurzstand-Anbindestall. Die eingeschränkte Stallgrundfläche je Tier führt zur Gebäudekostenreduzierung, womit der teuere Spaltenbodenbelag mit Dunggrubenanteil gerechtfertigt werden kann. Außer den Gebäudekosten entfallen alle unmittelbaren und mittelbaren Kostenelemente.

   d) Der Vergleich von zweckmäßigen Fütterungsverfahren läßt erkennen, daß im Laufstall für das Füttern geringere Kosten als im Anbindestall entstehen. Der befahrbare Futtertisch erhält im verbesserten Einraumlaufstall seine Berechtigung, sobald ein Freßplatz für mehrere Tiere oder zumindest schmälere Stände als in Anbindeställen vorgesehen sind. Bei ganzjähriger Stallhaltung hat die mechanische Fütte-

rung den weitaus geringsten Arbeitszeitbedarf. Wenn es gelingt, die Selbstfütterung von Silage aus Flachsilos mit weniger Futterverlusten als bisher zu betreiben, wird dieses Fütterungsverfahren in Verbindung mit Laufställen zweifellos am besten zu beurteilen sein.

4. Angeregt durch die Arbeiten mit strohlosen Laufställen in den USA, England und Norwegen wurde die Stallbauart mit Ruheboxen in verschiedenen Versuchsanlagen weiterentwickelt und auf ihre Eignung für Altgebäude sowie Neubauten untersucht. Neben der Gestaltung von Liegeplätzen und Laufflächen befaßten sich die Versuche vor allem mit der Unterflurentmistung. Sowohl Schleppschaufeln als auch Flüssigmistverfahren kamen zur Anwendung. Verschiedene Lösungen von Melkmethoden und Melkständen sind erprobt und insbesondere verschiebbare Melkstände für kleine und mittlere Kuhbestände gebaut worden.

5. Die durch entsprechende Beispiele belegten Ausführungen lassen erkennen, daß es mit Hilfe der Liegeboxen möglich ist, die Stallhaltung von Milchvieh wesentlich zu vereinfachen. In der folgenden Zusammenstellung wird dieses Ergebnis zum Ausdruck gebracht.

Vorteile gegenüber dem eingestreuten Laufstall:

a) Der Boxenlaufstall erfordert keine Einstreu mehr. Strohbergeraum und Arbeitsaufwand für Strohbergung und Einstreuen fallen weg.

b) Der Boxenlaufstall mit Spaltenbodenlauffläche ist ein Warmstall, der sich im rauheren Klimabereich günstig auf die Leistung der Tiere auswirkt. Er läßt sich auch in Altgebäude einfügen.

c) In Liegeboxenställen werden Fest- und Flüssigmistverfahren für die tägliche Reinigung angewendet, sowohl bei planbefestigter Lauffläche als auch unter dem Spaltenboden.

Vorteile gegenüber dem Anbindestall:

a) Die mechanische Futterzuteilung und Selbstfütterung ist nur im Laufstall vertretbar. Beide Verfahren lassen sich im Boxenlaufstall ermöglichen.

b) Ebenso ist auch der Melkstand nur im Laufstall sinnvoll. Er bringt bei größeren Tierbeständen erhebliche Arbeitseinsparungen und -erleichterungen, letzteres gilt auch bei kleineren Herden.

LITERATURVERZEICHNIS

1 AGRICULTURAL ENGINEER'S DIGEST: Free stalls for dairy. Midwest plan service, Ames, Iowa (1963).

2 ANDERUM und NORDFELD: Versuche über Einsäuerung im Grabensilo und Turmsilo und mit gehäckseltem und nichtgehäckseltem Futter. Landtechn. Institut Ultuna, Mitteilung Nr. 284.

3 BALTZER, K.: Der Einfluß der Organisation bäuerlicher Betriebe auf die Planung von Wirtschaftsgebäuden. Berichte über Landtechnik, Heft 65, Wolfratshausen (1960).

4 BERGMANN, H.: Betriebswirtschaftliche Erwägungen zum Gebäudekapital. ALB 6 (1954).

5 BISCHOFF, T., und MUNZ, A.: Liegeboxenstall mit planbefestigter Lauffläche. Bauen auf dem Lande 14 (1963), Heft 12, S. 316-319.

6 BRENNER, W. G.: Wagen in neuer Sicht. Landtechnik 14 (1959), Heft 22, S. 778-785.

7 BRENNER, W. G.: Arbeitsverfahren mit dem Feldhäcksler und die Mechanisierung der Silowirtschaft. Landtechnik 16 (1961), Heft 1/2, Seite 6-15.

8 BRENNER, W. G.: Die Landmaschine im neuzeitlichen bäuerlichen Familienbetrieb. Bayer. Landw. Jahrbuch 38 (1961), Sonderheft 4, S. 67-79.

9 BRUNS, E. G.: Report of field trip to inspect free stall housing facilities for dairy cattle. Universität Wisconsin, USA, Februar 1963.

10 CLOUGH, P. A.: The facts about slats. Dairy-farmer 8 (1961), Heft 2, S. 21.

11 DUFFEE, F. W.: New models for stall barns. Reprint from Hoard's Dairyman, Magazine (1961).

12 DUFFEE, F. W.: Bericht der Universität Wisconsin, Febr. 1962. Unveräffentl. Manuskript.

13 EICHHORN, H.: Arbeitsverfahren mit der Sammelpresse. Landtechnik 16 (1961), Heft 1/2, S. 15-21.

14 EICHHORN, H.: Die Bergung von Mähdrescherstroh. Landtechnik 16 (1961), Heft 10, S. 346-352.

15 EICHHORN, H.: Heu- und Strohbergung mit Nieder- und Hochdrucksammelpressen. KTL-Arbeitsblätter für Landtechnik (1962), F-FU 281 und 282.

16 EICHHORN, H., und SEDLMEIER, M.: Ein neues Boxenlaufstallsystem für Rinder. Bauen auf dem Lande 14 (1963), Heft 2, S. 49-52.

17 EICHHORN, H.: Zur Planung von Boxenlaufställen. Bauen auf dem Lande 15 (1964), Heft 3, S. 45-52.

18 FARMER, B.: Losestall mit Einzelständen. Der Tierzüchter 14 (1962), Heft 15, S. 565.

19 GARBEN, R.: Melkstandanlagen und Milchpflegeräume als Planungs- und Kostenfaktoren neuzeitlicher Milchviehlaufställe. ALB-Schriftenreihe (1961), Heft 15.

20 GLERUM, J. C.: Versuche mit Boxenlaufställen und Ställen mit Spaltenböden. Manuskr. C.I.G.R.-Tagung Wageningen (Holland), Oktober 1963.

21 GREEN, N. K.: Slatted floors housing for caUle. Agriculture 68 (1961), Heft 9, S. 469-475.

22 GRIMM, K.: Kapitalintensive Verfahren der Rindviehfütterung. Landtechnik 19 (1964), Heft 9, S. 266-274.

23 GRIMM, K., und KROMER, K. H.: Mechanische Fütterungsanlagen für Rindvieh. Landtechnik 18 (1963), Heft 9, S. 278-282.

24 HAGEN, 0., BICKERS, J.: New partners: slats and loafing stalls. Farm Journal, Dezember 1963, S. 50 B - 50 D.

25 HAMMER, W., und RÜPRICH, W.: Bedeutung und Anlage von Spaltenböden in Viehställen. Bauen auf dem Lande 13 (1962), Heft 3, S. 72-79.

26 HAMMER, W., und RÜPRICH, W.: Spaltenbodenställe eine Modeerscheinung? Deutsche landwirtschaftliche Presse 85 (1962), Heft 14, S. 139 bis 140.

27 HANSSEN, G.: Voraussetzungen und Möglichkeiten der Selbstfütterung bei Milchvieh. Dissertation, Kiel (1958).

28 HESSELBARTH, K.: Untersuchungen über Freßlust, Futteraufnahmevermögen und Futtervorbereitung bei Milchkühen. Archiv für Tierernährung, Band 4, Heft 3, S. 145-195.

29 HESSELBACH, J.: Arbeitstechnik und Arbeitsverfahren der Milchgewinnung im landwirtschaftlichen Betrieb. Landarbeit und Landtechnik, Heft 30, Hamburg (1963).

30 HIRSCH, K.: Preise und Kosten landwirtschaftlicher Gebäude. Berichte über Landtechnik (1963), Heft 75.

31 HOFMANN, R.: Überbetriebliche Gemeinschaftsstallungen. Beton-Landbau 1 (1964), Heft 1, S. 3-8.

32 HUBER, M. G., und EWALT, H. P.: Individual stalls for dairy cattle in loose housing system. Cooperative Extension Service, Oregon State University, Corvallis (Sept. 1962) FS 8.

33 JEBAUTZKE, W.: Die Entmistung bei einstreuarmen und einstreulosen Aufstallungen. Landtechnik 19 (1964), Heft 9, S. 274 bis 281.

34 KIRSTEIN, K.: Mehrzwecknutzung von Stallräumen. Manuskript C.I.G.R.-Tagung Wageningen (Holland), Okt. 1963.

35 KOCH, G.: Möglichkeiten und Grenzen der Wandlungsfähigkeit von Wirtschaftsgebäuden. Bauen auf dem Lande 14 (1963), Heft 5, S. 125-128.

36 KÖNEKAMP, A. H.: Begriffsbestimmung und Bewertung von Siloformen. Mitteilungen der DLG 72 (1957), Heft 6, S. 127-128.

37 KÖSTLIN, A.: Rationalisierung der Landarbeit durch arbeitsparende Planung von landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden. Die Landarbeit 10 (1959), Folge 11/12.

38 KÖSTLIN. A.: Institut für landwirtschaftliche Bauforschung. Bericht über die Tätigkeit der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode im Jahre 1961, S. 74-81.

39 KÖSTLIN, A., WANDER, J. F., BALTZER, K.: Wirtschaftsgebäude in der Landwirtschaft als Betriebsmittel. Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 49, Dortmund (1961).

40 KREHER, G., und Mitarbeiter: KTL-Kalkulations-Unterlagen für Betriebswirtschaft. Band 1. Wolfratshausen b. München (1963).

41 KULKE, E.: Milchviehställe. Neu- und Umbauten. Verlag T. H. Mann GmbH, Hifdesheim (1961).

42 KURATORIUM FüR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT: Einstreuarme und einstreulose Aufstallungsformen in der Rinderhaltung. Bericht über eine KTL-ALB-Tagung. Weihenstephan (1963). Manuskript Nr. 4.

43 LANDZETTEL, W., REICHL. H.: Laufstall mit Spaltenboden. Unser Hof 2 (1961), Heft 8, S. 190-192.

44 LONG, D.: Cubicles: 770 cows give their verdict. The Farmers Weekly (April 1963), S. 86-89.

45 LONG. D.: Cubicle stalls and slatted floors. Manuskript C.J.G.R-Tagung Wageningen (Holland). Oktober 1963.

46 MAXA, R: Melkstände in alter und neuer Form. Mitteilungen der Bundesversuchs- und Prüfanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte. Wieselburg (Österreich) 9 (1963). Nr. 4.

47 MEIMBERG, P., und MÖLBERT. H.: Standortgemäßes und funktionsgerechtes Planen von bäuerlichen Gehöften. AVA Hessen (1959), Heft 5.

48 MEIMBERG, P., und MÖLBERT, H.: Gesamtplanung landwirtschaftlicher Siedlungen. AVA Hessen (1963). Heft 14.

49 MÖLLENBROK, H. G.: Neu aus den USA: Der Boxenlaufstall. Mitteilungen der DLG 78 (1963), Heft 9. S. 280-282.

50 MÖLLENBROK, H. G.: Wirtschaftsgebäude heute und morgen. DLP 86 (1963). Heft 11.

51 NEIN, R M.: A "private bedroom" for each cow. Hoard's Dairyman 10. (1961), August, S. 741 und 755.

52 NORDB0, H.: Erfahrungen mit Spaltenböden in Norwegen. Bauen auf dem Lande 15 (1964), Heft 2. S. 38-40.

53 OBER, J.: Gesundes Stallklima. Bayerischer Landwirtschaftsverlag Bonn-München-Wien (1957).

54 PALMER, L. M.: New loafing stalls: How to buifd and use them. Farm Journal, Dez. 1962, S. 28-30 und 59.

55 PALMER, L. M.: Slat-floor barn for all types of stock. Farm Journal, August 1963, S. 25 und 66.

56 POELMA, H. R: Erfahrungen mit der Schwemmentmistung ohne Wasser. Landtechnik 18 (1963), Heft 23. S. 790-791.

57 RAIFFEISENVERBAND BAYERN: Richtlinien der Maschinenbanken in Bayern vom Februar 1963. München (1963).

58 REISCH, E., und BISCHOFF, T.: Eine neue Stallform: Laufstall mit Einzelliegeplätzen. Mitteilungen der DLG 77 (1962), Heft 48, S. 1563 bis 1566.

59 REISCH, E.: Schwerpunktbildung in der tierischen Erzeugung. Vortrag auf der landw. Woche München, Febr. 1964.

60 REISCH, F.: Funktionsgerechte Gebäude für Milch- und Mastvieh. Bauen auf dem Lande 13 (1962), Heft 1/2, S. 22–34.

61 RIEBE, K.: Der moderne Kuhstall. Schriftenreihe der Landw. Fakultät der Universität Kiel (1958), Heft 20.

62 RIEBE, K., und SCHMIDT, H.: Fortschritte in der Landarbeit. Betriebs- und Arbeitswirtschaft in der Praxis. Hamburg und Berlin (1961), Heft 7.

63 RINTELEN, P.: Landwirtschaftliche Betriebsplanung. 6. Auflage München (1962).

64 RINTELEN, P.: Möglichkeiten und Grenzen der Betriebsvereinfachung. Archiv der DLG, Band 30, Frankfurt a. M. (1962).

65 RIJKENBARG, G. J. H.: Landwirtschaftlicher Montagebau in Standardtypen. Beton-Landbau 1 (1964), Heft 1, S. 12–14.

66 RUHRSTICKSTOFF AG.: Faustzahlen für die Landwirtschaft. 5. Auflage, Hiltrup und München (1963).

67 RÜHMANN, H.: Die technische Gestaltung und arbeitswirtschaftliche Beurteilung von Melkständen. Landtechnik 18 (1963), Heft 23, S. 782–788.

68 RÜHMANN, H.: Rüstzeiten beim Melken. Unveröffentlichtes Manuskript, München (1963).

69 RÜPRICH, W.: Verfahren der Fütterung. Beton (1963), Heft 9, S. 436 bis 441.

70 SCHAEFER-KEHNERT, W.: Kosten und Wirtschaftlichkeit des Landmaschineneinsatzes. Berichte über Landtechnik, Heft 51, Wolfratshausen bei München (1957).

71 SCHICK, R., STOTTMEISTER, W., und LAMPRECHT, P.: Die Einrichtung von Liegeboxen – eine Möglichkeit der einstreuarmen Haltung im Offenstall. Die deutsche Landwirtschaft 13 (1962), Heft 10, S. 513–518.

72 SCHNAPPERELLE, H.: Gedanken zum Boxenliegestall. Die deutsche Landwirtschaft 11 (1960), Heft 10, S. 514–516.

73 SCHRÖDTER, J., und SCHRÖDER: Der Melkstand und seine baulichen Einzelheiten. ALB-Schriftenreihe, Heft 2, Wolfratshausen (1953).

74 SCHURIG, M.: Die mechanische Entleerung von Gärfutter-Hochsilos durch Silo-Obenfräsen. Der Landmaschinenfachbetrieb (1962), Folge 24.

75 SCHÜERHOLZ, H.: Minimale Gebäude- und Arbeitskosten bei gegebenem Betriebsprogramm. Landbauforschung Völkenrode 13 (1963), Heft 1, S. 35–40.

76 SCHÜERHOLZ, H.: Über die Bewertung der Gebrauchsfähigkeit von Wirtschaftsgebäuden landwirtschaftlicher Aussiedlungshöfe. Bauen auf dem Lande 14 (1963), Heft 3, S. 82-87.

77 SEDLMEIER, M.: Ein Weg zur einstreuarmen Laufstallhaltung. Unser Hof 4 (1963), Heft 10, S. 340-343.

78 SHIRELY, B. F.: Labor analysis study on dairy-herd. Manuskr. Purdue-Univ., USA (1962).

79 STEFFEN, G., und HAMANN, H. O.: Die betriebswirtschaftliche Einordnung verschiedener technischer und baulicher Lösungen der Veredelungswirtschaft. Landtechnik 17 (1962), Heft 1/2, S. 59-69.

80 STEINHAUSER, H.: Die optimale Abgrenzung von Acker- und Grünland in Betrieben des bayerischen Voralpengebietes mit Hilfe der Programmplanung. Agrarwirtschaft 13 (1964), Heft 3, S. 73-83.

81 STIETENROTH, K.: Stallüftung und was damit zusammenhängt. ALB-Schriftenreihe, Heft 18, Wolfratshausen (1963).

82 VOGEL, G.: Überlegungen zum Thema Stall oder Weide. Unser Hof 3 (1962), Heft 10, S. 273-276.

83 WITT, M., SOMMERKAMP, G., JUNGEHÜLSING, H., HUTH, W. F.: Zur Frage der Erzeugungskosten der Milch. Mitteilungen der DLG 78 (1963), Heft 2, S. 35-38.

84 WENNER, H. L., und SCHULZ, H.: Möglichkeiten des Frontladereinsatzes in der Innenwirtschaft. Landtechnik 17 (1962), Heft 9, S. 296-302.