

Arbeitswirtschaftliche Simulation  
verschiedener Melkverfahren

Dr. C. L. Pen

Dr. H. Schön

Institut für Landtechnik  
der TU München-Weihenstephan

Arbeitswirtschaftliche Simulation  
verschiedener Melkverfahren

Dr. C. L. Pen

Dr. H. Schön

Bericht für die Firma Alfa-Laval

Weihenstephan 1974

# Inhalt

## Teil I Ein-Mann-Betrieb

	Seite
I. Allgemeine Bemerkungen	1
1. Methode	1
1.1 Darstellung der Systemstruktur durch einen Graph	1
1.2 Darstellung der Zeitelemente nach einer empirisch ermittelten Verteilung	3
1.2.1 Form der Verteilung	4
1.2.2 Darstellung der Verteilung	5
1.2.3 Simulation der Verteilung	5
2. Unterstellte Zeitelemente und ihre Streuung	7
2.0 Wegegeschwindigkeit	7
2.1 Kühe in Melkstand einlassen (TEIN)	7
2.2 Kraftfutter geben (TF)	8
2.3 Euter reinigen (TAR)	9
2.4 Melkzeuge ansetzen (TAN)	10
2.5 Maschinen-Hauptgemelk (TM)	10
2.6 Ausmelken (TAM)	11
2.7 Blindmelkzeiten (TB)	13
2.8 Melkzeuge abnehmen (TAB)	13
2.9 Kühe austreiben (TAUS)	14
3. Melkstandformen und Arbeitsablauf	16
3.1 Fischgrätenmelkstände	16
3.2 Karussellmelkstände	18
II. Simulationsergebnisse	19
0. Erläuterungen	19
0.1 Ablaufprotokoll	19

	Seite
0.2 Ablaufzeichnung	20
0.3 Simulationsergebnisse	20
0.4 Graphische Darstellung der Ergebnisse in Form von Verteilungen	21
1. Normaler Melkstand und Melkstände mit ideal funktionierenden teilautomatisierten Melkzeugen	22
1.1 2 x 4 FGM normal	22
1.2 2 x 4 FGM mit autom. Abnahme	22
1.3 2 x 6 FGM mit autom. Abnahme	22
1.4 2 x 8 FGM mit autom. Abnahme	22
1.5 2 x 10 FGM mit autom. Abnahme	22
1.6 14'er Fischgräten-Karussell mit autom. Abnahme	22
2. Duovac-System	22
2.1 2 x 6 FGM mit Duovac-System	22
2.2 2 x 8 FGM mit Duovac-System	22
2.3 2 x 8 FGM mit Duovac-System und autom. Abnahme	22
2.4 2 x 10 FGM mit Duovac-System	22
2.5 2 x 10 FGM mit Duovac-System und autom. Abnahme	22
2.6 14'er Fischgräten-Karussell mit Duovac u. autom. Abnahme	22
2.7 14'er Fischgräten-Karussell mit Duovac-System	22
2.8 8'er Tandam Karussell und autom. Abnahme	22
3.0 Zusammenfassung der Ergebnisse	23

Seite 15 fehlt in der Originalpublikation

## I. Allgemeine Bemerkungen

=====

Die Simulation setzt arbeitswirtschaftliche Analysen an bestehenden Systemen voraus, bei denen der gesamte Arbeitsablauf in Zeitelemente, die durch Zeitmeßpunkte abgetrennt und definiert sind, zerlegt wird. Diese Zeitelemente sind austauschbar und können in verschiedenen Arbeitsmodellen frei kombiniert werden [1]. Dafür wurden bisher deterministische Modelle angewandt, in die das Zeitelement als ein - möglichst repräsentatives - Datum einging, obwohl bei landwirtschaftlichen Arbeitsverfahren in der Realität große Streuungen auftreten.

Auch der Arbeitsablauf ist bei diesen Modellen starr vorgegeben, während in der Praxis zufällige Änderungen laufend vorkommen. Für verfeinerte arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Systemen mit stark variierten Bedingungen, wie sie vor allem bei Arbeiten am lebenden Tier gegeben sind, empfiehlt sich deshalb ein stochastisches Modell.

Ein solches Modell setzt die Beschreibung der Systemstruktur voraus, wobei logische Schalter eine dynamische Ablaufänderung ermöglichen. Weiterhin gehen in dieses Modell Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die einzelnen Zeitelemente ein.

### 1. Methode

#### 1.1 Darstellung der Systemstruktur durch einen Graph

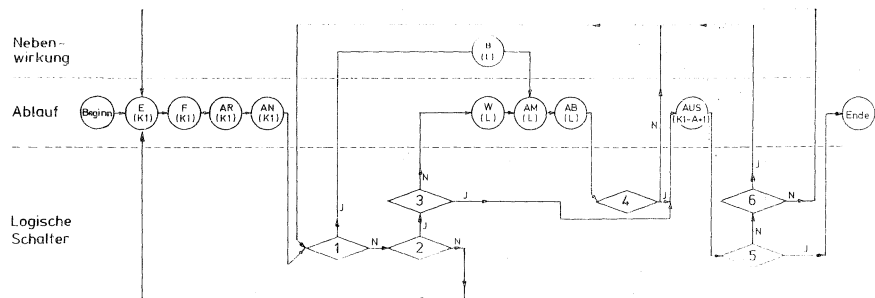
Nach der Graphentheorie läßt sich die Struktur komplexer Systeme durch Knotenpunkte darstellen, die durch gerichtete Kanten verbunden sind. Diese Knotenpunkte beschreiben Zeitelemente, bzw. Ereignisse eines Arbeitsvorganges; die gerichteten Kanten stellen Beziehungen zwischen den Elementen her.

Die Eingangspfeile eines Knotenpunktes symbolisieren gleichzeitig den Zustand vor der Ausführung der im Knoten genannten Tätigkeit. Knoten mit mehreren Ausgängen sind logische Schalter, welche den weiteren Ablauf des Arbeitsprozesses dynamisch steuern. Der Arbeitsablauf in einem Melkkarussell, das hier als Beispiel für die verschiedenen Melkverfahren steht, läßt sich demnach wie folgt beschreiben,

**Systemdarstellung der Melkarbeiten im Karussellmelkstand**

$E(K1), F(K1), AR(K1), AN(K1)$ , = Eintreiben, Füttern, Anrüsten u. Ansetzen von Kuh Nr. K1  
 $B(L), AM(L), AB(L)$  = Blindmelken, Ausmelken u. Absetzen von Kuh Nr. L

$AUS(K1-A+1)$  = Austreiben der Kuh vor dem Ausgang  
 K1 = die Nr. der Kuh, die im Eingang steht  
 L = die Nr. der Kuh, die nächst fertig gemolken wird  
 A = Buchstabenzahl, W(L) = Wartezeit des Melkers auf das Milchfließen der Kuh L



- Verzweigungen:
- 1 Tritt das früheste Milchfließende schon auf? (Vergleich mit Momentanzzeit) ...  $MIN < T$
  - 2 ist das Karussell voll besetzt? .....  $K1 = A$
  - 3 ist die erste Kuh im Stand fertig gemolken? .....  $F(K1 - A + 1) = 1$
  - 4 ist die Kuh beim Ausgang? .....  $L = K1 - A + 1$
  - 5 sind alle Kühe ausgetrieben? .....  $ANZ = N$
  - 6 sind alle Kühe schon eingetrieben? .....  $K1 = N$

PEN  
9. 2. 72

Abb. 1

Eine Kuh  $K_1$  wird in den Melkstand eingetrieben (E), gefüttert (F), angerüstet (AR) und es wird das Melkzeug angesetzt (AN). Ist im Melkstand noch keine andere Kuh mit der Milchabgabe fertig (Schalter 1 N), der Melkstand gefüllt, (Schalter 2 J) und keine Kuh fertig gemolken (Schalter 3 N) muß der Melker warten (W). Ist dagegen eine andere Kuh bereits mit der Milchabgabe fertig (Schalter 4 J) kommt es zu Blindmelkzeiten (B). Der Melker wird - um die Blindmelkzeiten

gering zu halten - möglichst bald zu dieser Kuh L gehen, diese ausmelken (AM) und ihr die Melkzeuge abnehmen (AB). Steht die Kuh beim Ausgang des Karussellmelkstandes (Schalter 4 J ) wird sie aus dem Melkstand entlassen (AUS) und - soweit noch Kühe zu melken sind (Schalter 5 N und Schalter 6 N ) - ein neues Tier eingetrieben (E).

Durch Darstellungen dieser Art können nicht nur alle anderen Melkverfahren, sondern alle in der Praxis vorkommenden Arbeitsabläufe genau und eindeutig beschrieben werden.

#### 1.2 Darstellungen der Zeitelemente nach einer empirisch ermittelten Verteilung

In einem zweiten Schritt erfolgt die quantitative Beschreibung der im Graph dargestellten Zeitelemente nach ihrer Verteilung. Da diese das Simulationsergebnis wesentlich beeinflusst, müssen die einzelnen Zeitelemente hinsichtlich ihres Mittelwertes und Streumaßes untersucht werden, Tafel 1

Tafel 1: Zeitelemente für das Melken (Mittelwerte und Streuungen)

Zeitelemente	n	emin/Kuh u. Melken	
		x	s
Eintreiben	599	19,0	11,7
Anrüsten	175	42,5	20,8
Melkzeuge ansetzen	195	26,6	5,1
Milchflußzeit	1473	557,8	173,0
Ausmelken	241	71,1	69,0
Melkzeuge abnehmen	474	9,3	6,9
Austreiben	599	8,1	5,0

### 1.2.1 Form der Verteilung

Die Zeitelemente für das Melken weisen aber nicht nur unterschiedliche Durchschnittswerte und Streuungen auf, sondern auch jeweils typische Formen ihrer Verteilung. Dabei muß bei den Arbeitszeitelementen - im Gegensatz zu den bisherigen Unterstellungen [2, 3, 4] - eine Normalverteilung weitgehend ausgeschlossen werden, häufig auch eine Übereinstimmung mit einer anderen theoretischen Wahrscheinlichkeitsverteilung (z.B. Binomial-, Poisson- oder Gleichverteilung [5, 6]).

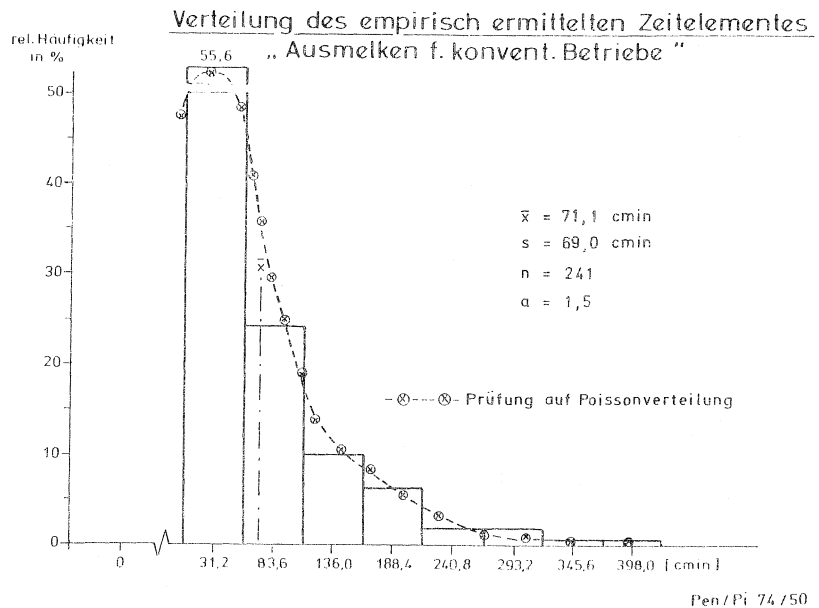


Abb. 2

Als Beispiel ist in Abb. 2 die Verteilung des Arbeitszeitelementes Ausmelken dargestellt. Lediglich Werte für einige Prozeßzeiten, z.B. die Melkzeit für das Hauptgemelk, scheinen aus einer normalverteilten Grundgesamtheit zu stammen, Abb. 3. Es empfiehlt sich deshalb, für alle Zeitelemente die jeweils typische Verteilungsform gesondert zu ermitteln.



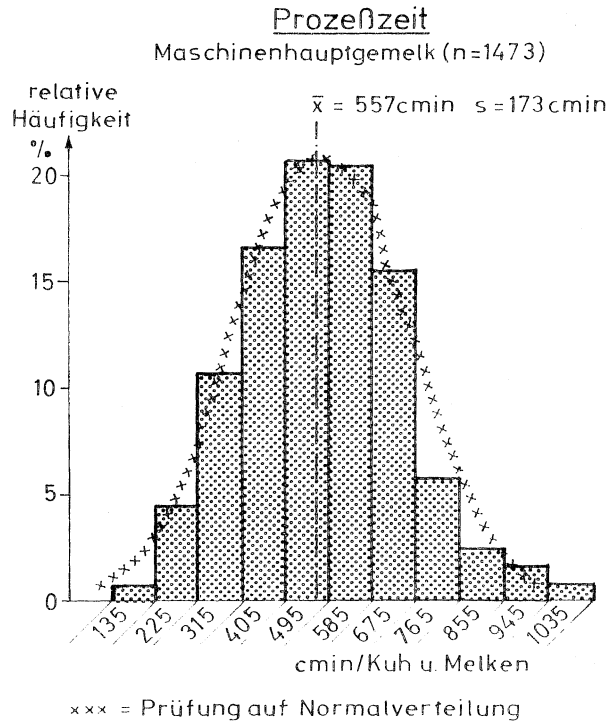


Abb. 3

### 1.2.2 Darstellung der Verteilung

Für die Simulation werden die Formen der Verteilung durch eine Klassifizierung nach Sturges [7] festgelegt. Je nach Stichprobenumfang  $n$  wird die Klassenzahl  $k$  nach folgender Formel berechnet:

$$k = 1 + 3,32 \cdot \log n.$$

Die Klassenbreite  $b$  ist dann der Quotient der Differenz  $R$  des größten und kleinsten Meßwertes und der Klassenzahl  $k$ :

$$b = \frac{R}{k}.$$

Damit kann die Form der jeweiligen Verteilung einzelner Zeitelemente durch die relative Klassen- bzw. Summenhäufigkeit festgelegt werden.

### 1.2.3 Simulation der Verteilung

Diese empirisch ermittelten Verteilungen gehen in das Simulationsmodell ein. Mit Hilfe einer für die Monte-Carlo-Methode [8, 9] entwickelten Technik, Abb. 4, werden aus den gleichverteilten Zufallszahlen ZG 1 bis 100 die benötigten Zeitwerte  $Z$  erzeugt.

Simulation der Zufallszahlen nach  
einer vorgegebenen, diskreten  
Verteilung

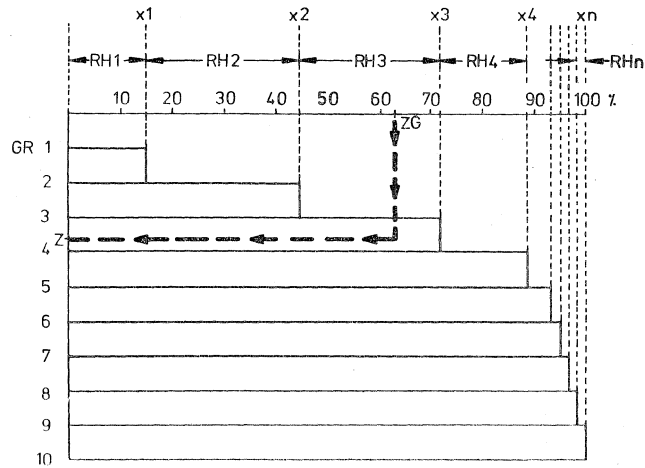


Abb. 4: Simulationsprinzip der Zufallszahlen

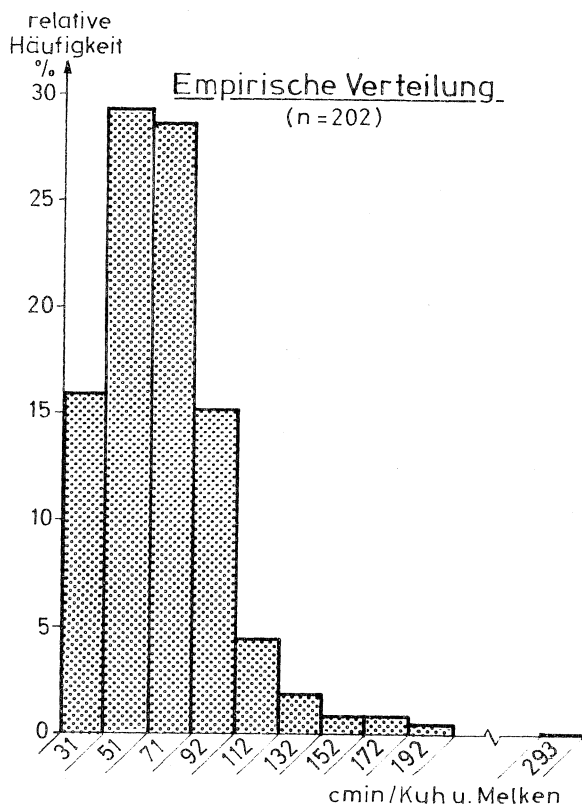


Abb. 5: Vorgegebene Verteilung

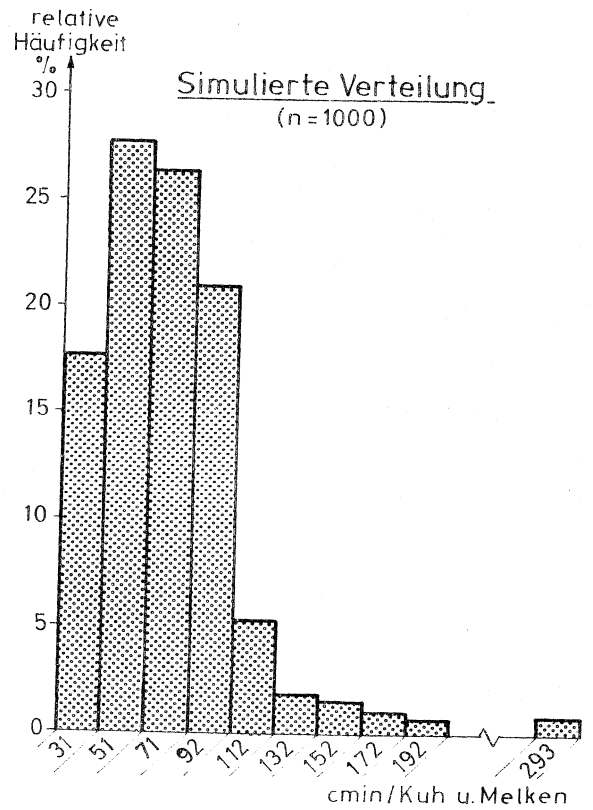


Abb. 6: Verteilung der simulierten Werte

Von einer Klasse mit größerer relativer Häufigkeit (RH) ist zu erwarten, daß diese auch eine größere Anzahl Zeitwerte liefert als eine Klasse mit kleineren RH-Werten. Somit können aus einer beschränkten durch Arbeitszeitstudien gewonnenen Zahl von Meßwerten beliebig viele Zeitwerte für die Simulation erzeugt werden. Für einen Vergleich ist in Abb. 5 die empirisch ermittelte Verteilung und in Bild 6 die durch Simulation gewonnene Verteilung aufgetragen. Es ergibt sich eine hinreichende Übereinstimmung in der Verteilungsform.

## 2. Unterstellte Zeitelemente und ihre Streuung

Den Zeitelementen der stochastischen Simulation liegen empirisch ermittelte Zeitwerte und -Streuungen aus einer Vielzahl praktischer Betriebe zugrunde.

### 2.0 Wege

Die vom Melker zurückgelegten Wege ergeben sich aus den Melkstandabmessungen und dem Arbeitsablauf und werden durch die Simulation ermittelt. Als Geschwindigkeit wurden  $v = 60$  m/min unterstellt (eigene Messungen und MTM).

### 2.1 Kühe in den Melkstand einlassen (TEIN)

Elementbeschreibung: Öffnen der Eintriebstür vom Melkstand aus; bis: Schließen des Melkstandgatters.

Arbeitstechnik: Mechanische Nachtreibhilfe; gerader Zugang zum Melkstand; mech. Schließen und Öffnen von Melkstandtür und Gatter.

Unterstellt: Fischgrätenmelkstand

n = 599

$\bar{x}$  = 19 min/Kuh und Melken

s = 11,7 cmin

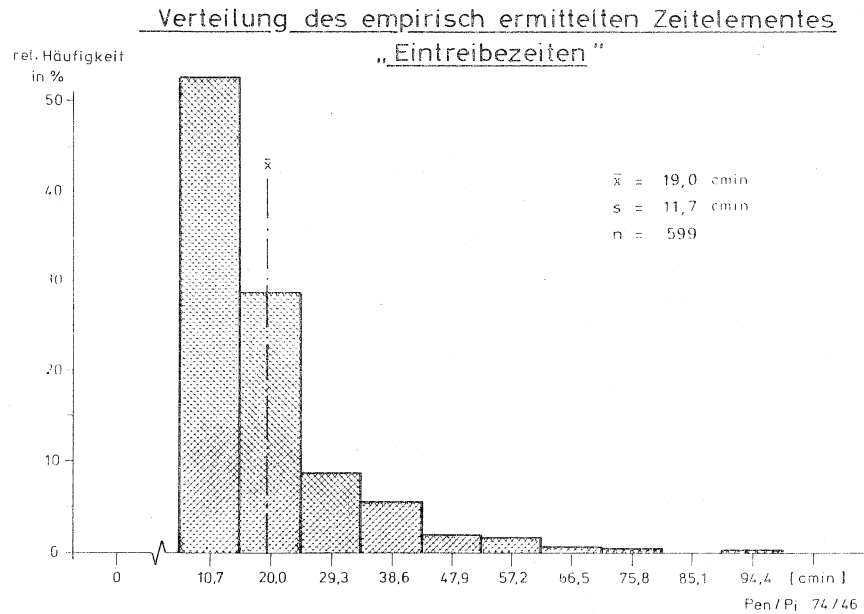


Abb. 7: Verteilung des Zeitelementes "Eintreiben" beim Fischgrätenmelkstand

Karussellmelkstand:

0 cmin, da wegen Nachtreibehilfe Kühe direkt am Melkkarussell stehen und ohne menschlichem Zutun nach Eingewöhnung das Karussell betreten.

2.2 Kraftfutter geben (TF)

Zeitaufwand bei funktionierenden automatischen Kraftfutterzuteilern nicht meßbar.

Unterstellt: 0

### 2. 3 Euter vorbereiten (TAR)

Elementbeschreibung: Hinlangen zum Waschlappen bis:  
Ende Vormelken;

Arbeitstechnik: umfaßt: Naßreinigung, Massage  
(und Vormelken) wie durchschnittlich in der Praxis ausgeführt;  
Extremwerte für sehr schmutzige Tiere wurden ausgeschieden.  
Dieser Wert dürfte inetwa auch einer verbesserten Anrüsttechnik  
(Papiertuch, Vormelken) entsprechen.

Unterstellt:  $n = 175$   
 $\bar{x} = 42,5 \text{ cmin/Kuh und Melken}$   
 $s = 20,8 \text{ cmin}$

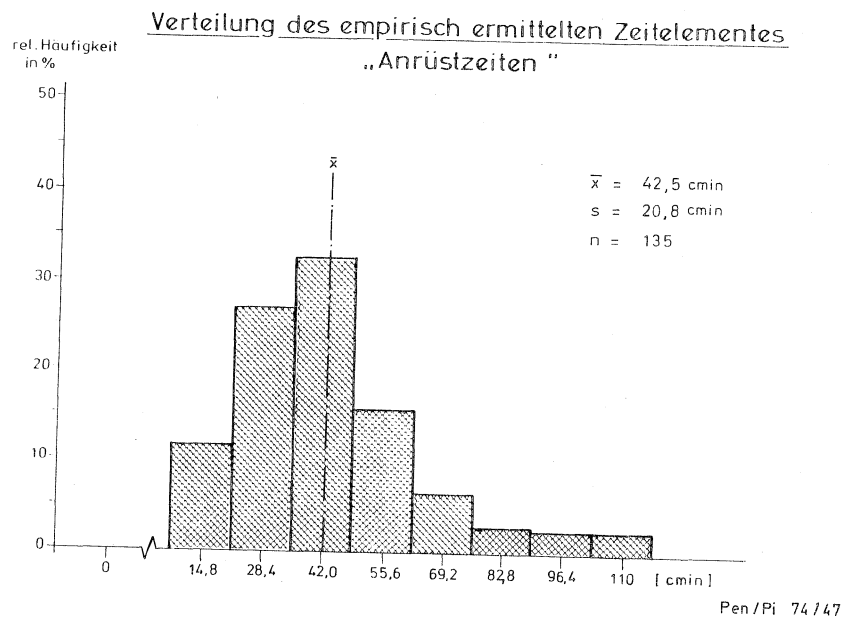


Abb. 8: Verteilung des Zeitelementes "Euter vorbereiten".

## 2.4 Melkzeuge ansetzen (TAN)

Elementbeschreibung: Hinlangen zum Melkzeug; bis: Überprüfung des einsetzenden Milchflusses.

Arbeitstechnik: Gleicher Wert für alle Melkstandformen und bei Wechsel- und Einzelmelkzeugen sowie Melkzeugen mit auto.Abnahme.

Unterstellungen:  $n = 195$   
 $\bar{x} = 26,6$  cmin/Kuh und Melken  
 $s = 5,1$  cmin

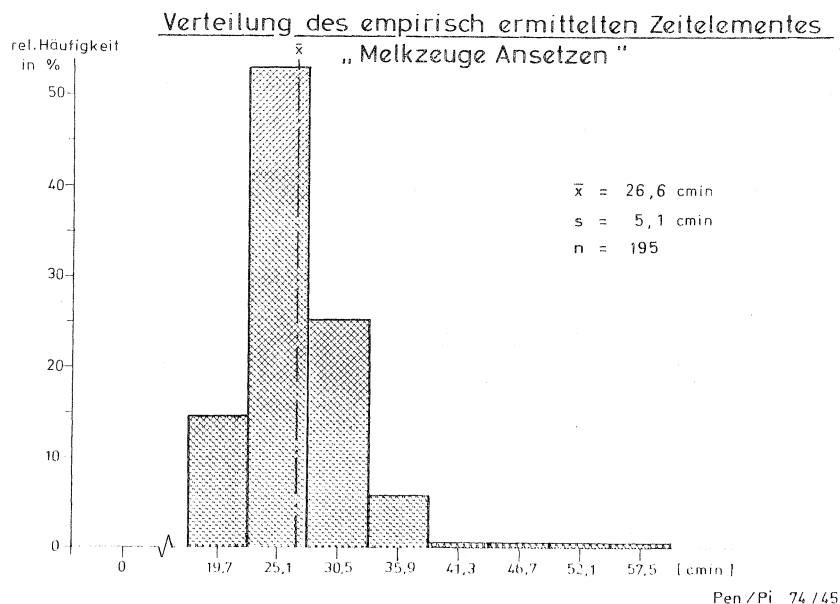


Abb. 9: Verteilung des Zeitelementes "Melkzeuge ansetzen"

## 2.5 Maschinen - Hauptgemelk (TM)

Elementbeschreibung: Selbsttätige Milchabgabe  
= 200 g/min;

Arbeitstechnik: In der Praxis Süddeutschlands ange-  
trockene Werte bei unterschiedlichen  
Rassen und unterschiedlichen techni-  
schen Bedingungen. In der Verteilung  
sind keine Werte für trockenstehende  
Kühe enthalten.

Unterstellungen: n = 1472  
 $\bar{x}$  = 557,8 cmin/Kuh und Melken  
s = 173,7 cmin

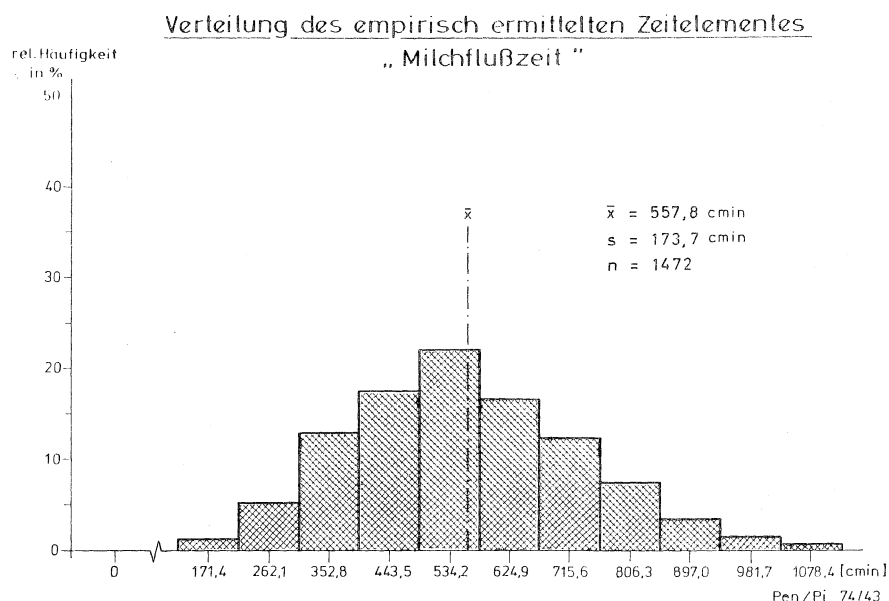


Abb. 10: Verteilung des Zeitelementes "Maschinen-  
hauptgemelk"

## 2.6 Ausmelken (TAM)

Elementbeschreibung: Alle am Euter bei laufender  
Melkmaschine vorgenommenen  
Manipulationen.

Unterstellungen: Konventionelle Melkzeuge:  
n = 241  
 $\bar{x}$  = 71,1 cmin/Kuh und Melken  
s = 63,0 cmin

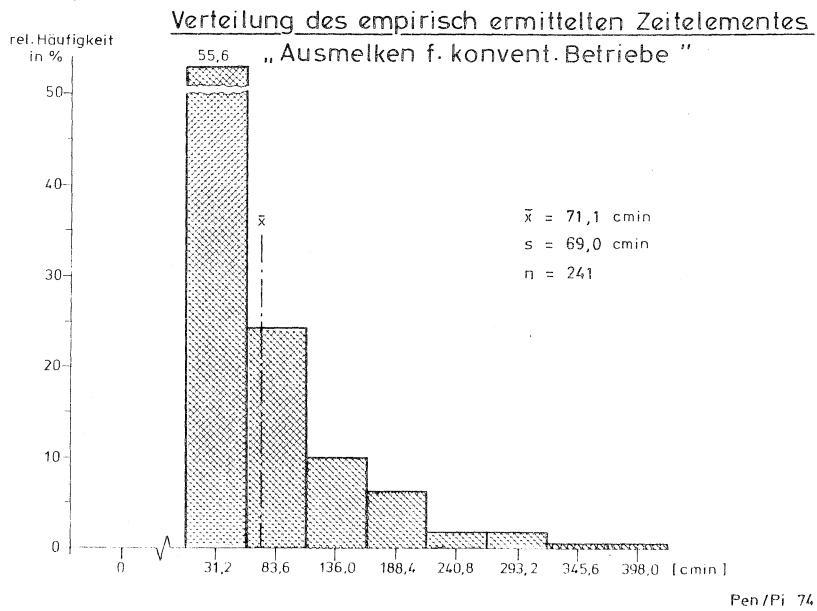


Abb. 11: Verteilung des Zeitelementes "Ausmelken"

Duo-vac-System:    n = 238  
 $\bar{x}$  = 4,2 cmin  
 s = 14,8 cmin

Automatische Abnahme: Hier wurde davon ausgegangen,  
 daß nicht mehr nachgemolken wird  
 = 0 cmin

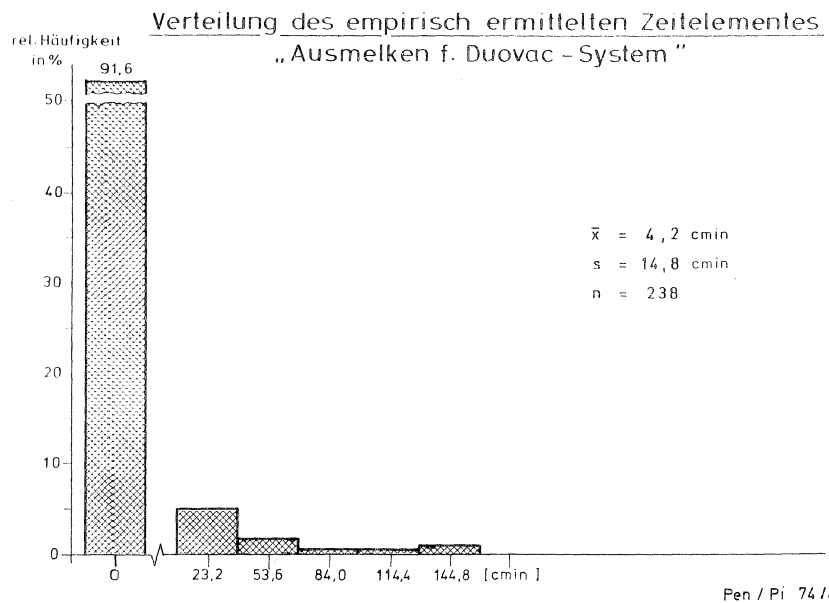


Abb. 12:



## 2.7 Blindmelken (TB)

Elementbeschreibung: Selbsttätiges Melken der Maschine am Euter bei einem Milchfluß unter 200 g/min.

Unterstellungen: Keine empirisch ermittelten Werte sondern durch Simulation errechnet.

## 2.8 Melkzeuge abnehmen (TAB)

Elementbeschreibung: Hinlangen zum Melkzeug; mit dem Ziel der Abnahme bis MZ aufhängen am Melkstandgerüst, in der Melkstandmitte oder übersetzen zur anderen Melkzeugseite (Wechselmelkzeuge).

Unterstellungen:  $n = 474$   
 $\bar{x} = 8,1 \text{ cmin}$   
 $s = 5,0 \text{ cmin}$

automatische Abnahme:

0

Verteilung des empirisch ermittelten Zeitelementes

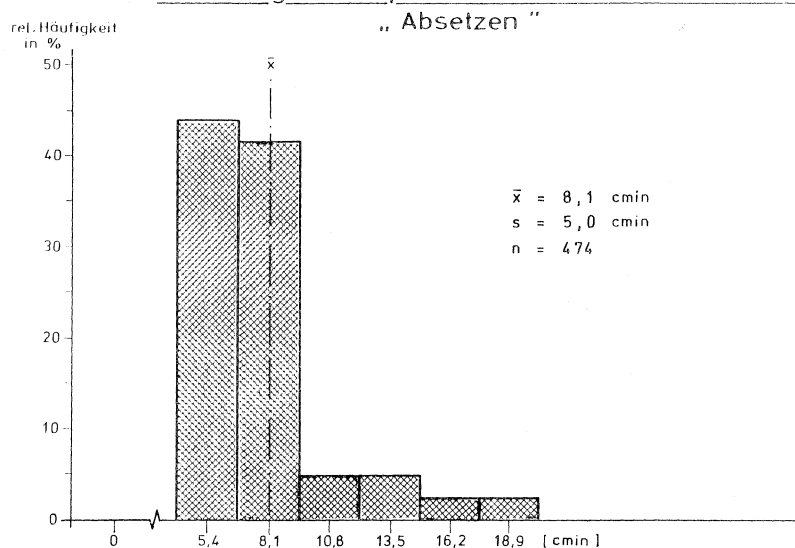


Abb. 13:

## 2.9 Kühe austreiben (TAUS)

Elementbeschreibung: Öffnen der Melkstandtür bis Schließen des Melkstandgatters.

Arbeitstechnik: Angetroffene Werte in der Praxis bei verschiedenen Fischgrätenmelkständen und technischen Ausführungen.

Unterstellungen: Fischgrätenmelkstand:

$$n = 559$$

$$\bar{x} = 18 \text{ cmin/Kuh und Melken}$$

$$s = 6,9 \text{ cmin}$$

Karussellmelkstand:

0 cmin.

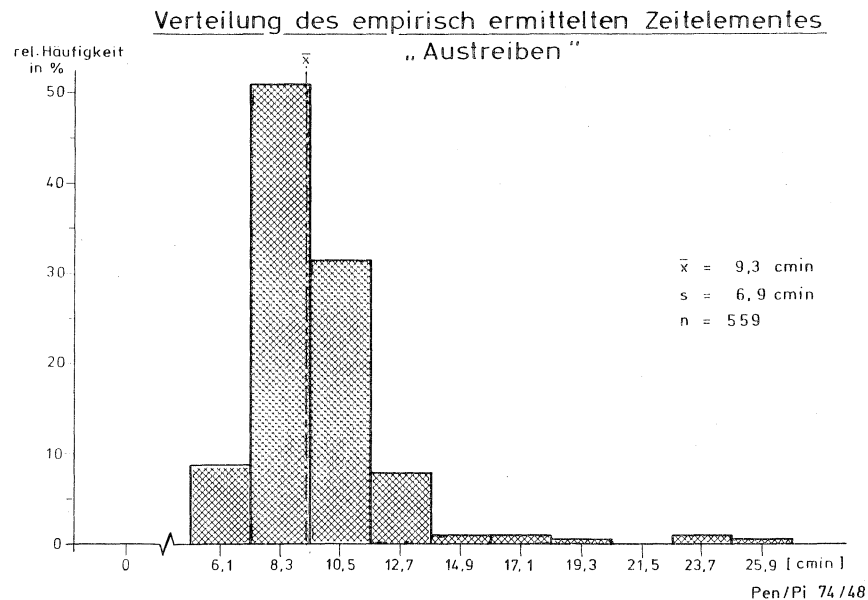


Abb. 14: Verteilung des Zeitelementes "Kühe austreiben" bei Fischgrätenmelkständen.

### 3. Melkstandformen und Arbeitsablauf

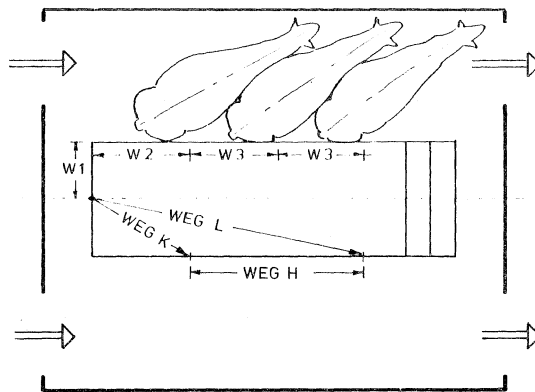
=====

Für die Simulation wurden folgende Melkstandformen und Arbeitsorganisationen unterstellt:

#### 3.1 Fischgrätenmelkstand

##### Melkstandabmessungen zur Simulation von Laufwegen eines Melkers

Anzugebende Größe : W1, W2, W3  
Berechnete Größe : WEG K, WEG L, WEG H



Pen/Pi 74/49

Abb. 15: Abmessungen der unterstellten Fischgrätenmelkstände

O = Ausgangspunkt der AK  
beim Einlassen der Tiere

$W_1$  = kürzester Abstand zur Melkstandreihe  
= 52,5 cm

$W_2$  = Weg zur 1. Melkbucht  
= 45 cm

$W_3$  = Weg zwischen den Buchten  
= 90 cm

Arbeitsablauf bei konventionellen Melkzeugen:  
siehe Abb.: 16

Berechneter Arbeitsverlauf im Melkstand 2x3 mit  
doppelter Melkzeugbesetzung

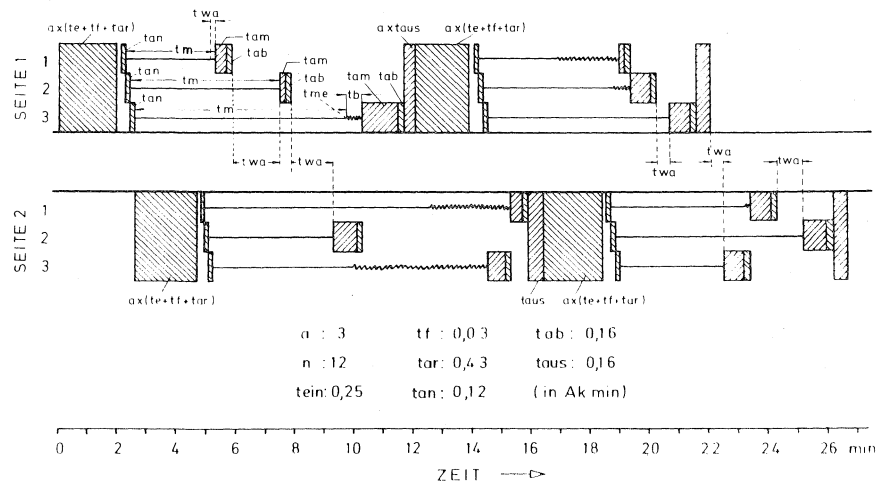


Abb.: 16 Arbeitsablaufschema bei Fischgrätenmelkständen

Arbeitsablauf bei automatischer Melkzeugabnahme:  
wie in Abb.: 20 aber:

1. Ausmelken und Abnehmen sind gleich  
= 0
2. keine Arbeitswege zur Melkzeugabnahme  
auftreten
3. keine Blindmelkzeiten anfallen.

Sonderheiten des Arbeitsablaufes beim Duovac-System:

1. Arbeitsablauf nach Reihenfolge der Tiere.
2. Verkürztes Nachmelken (siehe 2.6)
3. Kein Blindmelken

### 3.2 Karussellmelkstände

Die Form unterschiedlicher Buchtenanordnungen bei Karussellmelkständen beeinflusst im Simulationsmodell lediglich die Arbeitswege. Für den Weg A wurden bei Tandemanordnung 2 m, Fischgrätenanordnung 1 m unterstellt.

#### Kenngröße A für die Laufwege-Simulation in Karussellmelkständen

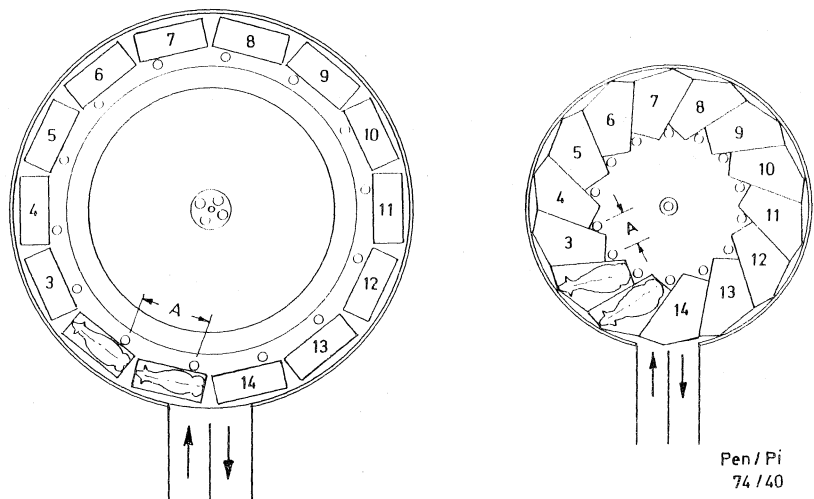


Abb. 17: Unterstellte Abmessung bei Karussellmelkständen

### Simulation des Arbeitsablaufes beim Melken

6er Karussell mit konventionellen Melkzeugen

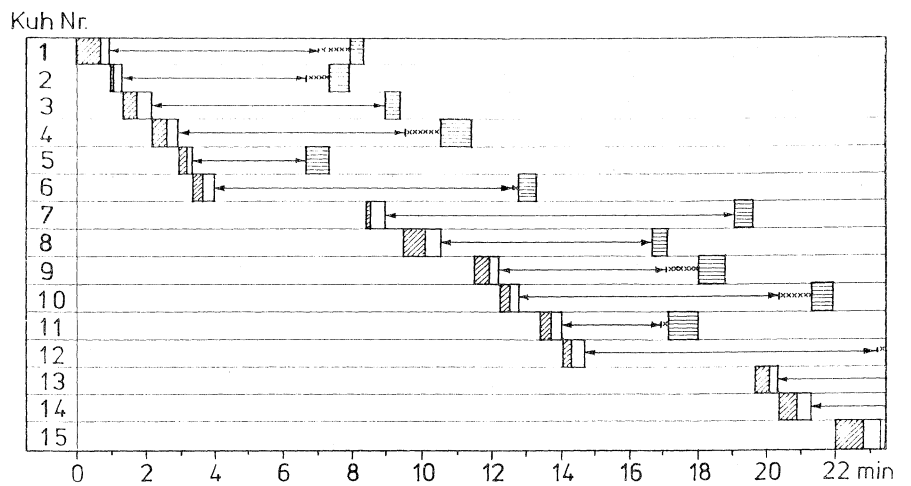


Abb. 18: Arbeitsablaufschema bei Karussellmelkständen mit konventionellen Melkzeugen

Bei automatischer Abnahme gelten folgende Sonderheiten:

1. Zeit für Melkzeugabnahme TAB = 0
2. Zeit für Ausmelken TAM = 0
3. Keine Laufwege
4. Kein Blindmelken

Beim Duovac-System gelten folgende Sonderheiten:

1. Verkürztes Nachmelken (2.6)
2. Kein Blindmelken
3. Wartezeiten nur dann, wenn Melkstand voll gefüllt und die Kuh vor dem Ausgang noch milch abgibt.

## II. Simulationsergebnisse

=====

### 0 Erläuterungen

Mit den unterstellten Zeitelementen (Abschnitt I-2) und den Arbeitsorganisationen (Abschnitt I-3) wurden die verschiedenen Melkverfahren für eine 80 Kuhherde 99 mal simuliert. Dabei werden folgende Daten geliefert.

#### 0.1 Ablaufprotokoll

Das ausgedruckte Ablaufprotokoll dient zum Nachvollzug der Simulation. Dabei werden bei fortschreitender Zeit (in Minuten) die einzelnen Arbeitsschritte erläutert.

Zeichenerklärung:

MINTIME(5,84): das nächste Milchflußende tritt bei 5,84 min auf.

(L=1, K=4) : die betreffende Kuh ist auf Melkstandseite 1, Bucht 4

(TWA=6,61) : die ablaufbedingte Wartezeit für die AK beträgt 0,61 min

(TB=1,64): die Blindmelkzeit dieser Kuh beträgt 1,64 min.

## 0.2 Ablaufzeichnung

Die Ablaufzeichnung ist die vom Computer aufgezeichnete graphische Darstellung des Arbeitsablaufes, allerdings nur in einem zufälligen Ausschnitt. Bei dieser Darstellung ist über einer Zeitachse (in min.) der Zeitverbrauch beider Melkstandseiten (FgM) und beim Melkarussell die einzelnen Kühe aufgetragen. Abkürzungen siehe Abschnitt I-2.

## 0.3 Simulationsergebnisse

In dieser Tabelle sind die Ergebnisse der einzelnen Simulationsdurchläufe wiedergegeben. Die einzelnen Kenngrößen sind:

Gesamtzeit: Durchschnittlicher Arbeitszeitaufwand in min/Kuh und Melken für die Melkarbeiten vom Einlassen der ersten Kuh bis zum Auslassen der letzten Kuh; also ohne Vor- und Nacharbeiten.

Wartezeit: Durchschnittliche Zeit in min/Kuh und Melken, in der die Arbeitskraft aus organisatorischen Gründen unbeschäftigt ist.

Laufwege: Durchschnittliche Arbeitswege der AK in Meter/Kuh und Melken.

Melkleistung: Arbeitsleistung einer AK an gemolkenen Kühen je Stunde (nur Hauptzeit ohne Vor- und Nacharbeiten) in Kühe/AKh

Verweildauer: Durchschnittliche Standzeit der Tiere im Melkstand in min/Kuh und Melken

Blindmelkzeiten: Durchschnittliche Maschinenmelkzeit ohne zutun der Arbeitskraft bei einem Milchfluß unter 200 g/min in min/Kuh und Melken (nur bei konventionellen Melkmaschinen).

0. 4 Graphische Darstellung der Ergebnisse in Form von Verteilungen.

Durch die stochastische Simulation bringt jeder Durchgang (genau wie in der Praxis mehrere Zeitmessungen auch bei gleichen Betrieben und AK) jeweils abweichende Ergebnisse. Die Form dieser Verteilung ist für jedes untersuchte Melkverfahren für die Gesamtheit, Wartezeit, Arbeitswege, Melkleistung, Verweildauer und gegebenenfalls auch für die Blindmelkzeit dargestellt. Diese Darstellung läßt Schlüsse auf die häufigsten Werte sowie den jeweiligen Abweichungen zu.



1.1 bis 2.8 siehe Computer Protokoll

1. Normaler Melkstand und Melkstände mit ideal funktionierenden teilautomatisierten Melkzeugen

1.1 2 x 4 FGM normal

1.2 2 x 4 FGM mit autom. Abnahmen

1.3 2 x 6 FGM mit autom. Abnahmen

1.4 2 x 8 FGM mit autom. Abnahmen

1.5 2 x 10 FGM mit autom. Abnahmen

1.6 14'er Fischgräten-Karussell mit autom. Abnahmen

2. Duovac-System

2.1 2 x 6 FGM mit Duovac-System

2.2 2 x 8 FGM mit Duovac-System

2.3 2 x 8 FGM mit Duovac-System und autom. Abnahme

2.4 2 x 10 FGM mit Duovac-System

2.5 2 x 10 FGM mit Duovac-System und autom. Abnahme

2.6 14'er Fischgräten-Karussell mit Duovac und autom. Abnahme

2.7 14'er Fischgräten-Karussell mit Duovac-System

2.8 18'er Tandam Karussell und autom. Abnahme

## 3.0 Zusammenfassung der Ergebnisse

(Zahlen in Klammern: von - bis)

Auftr. Nr.	Melkverfahren	Melkleistung (Kühe/AKh)	Laufweg (Meter/Kuh)	Verweildauer (min)	Blindmelkzeit (min/Kuh)
1.1	2x4 FGM/ 8 MZ, normal	33,0 (29.6-36.2)	5,7 (5.5-6.0)	13,7 (12.4-15.2)	2,0 (1.9-3.8)
1.2	2x4 FGM/ 8 MZ, autom. Abn.	41,5 (37.4-46.5)	3,0 (3.0-3.0)	10,7 (9.6-19.7)	-
1.3	2x6 FGM/12 MZ, autom. Abn.	52,1 (48.8-56.8)	3,2 (3.2-3.2)	12,5 (11.6-13.4)	-
1.4	2x8 FGM/16 MZ, autom. Abn.	56,9 (52.4-61.2)	3,4 (3.4-3.4)	14,3 (13.3-15.6)	-
1.5	2x10 FGM/20 MZ, autom. Abn.	59,0 (54.4-63.4)	3,5 (3.5-3.5)	16,6 (15.2-18.1)	-
1.6	14'er Karussell, FG, autom. Ab.	75,8 (71.3-88.3)	0,0 (0.0-0.0)	9,6 (8.8-10.3)	-
2.1	2x6 FGM/12 MZ, Duovac	49,8 (45.0-54.5)	6,1 (6.0-6.2)	13,2 (12.2-14.9)	-
2.2	2x8 FGM/16 MZ, Duovac	53,3 (46.0-58.5)	6,5 (6.4-6.6)	15,5 (14.2-18.1)	-
2.3	2x10 FGM/20 MZ Duovac	54,6 (50.8-58.5)	6,7 (6.6-6.8)	18,3 (17.1-19.8)	-
2.4	2x8 FGM/16 MZ, Duovac, Abn.	55,3 (49.1-59.9)	3,4 (3.4-3.4)	14,8 (13.6-16.6)	-
2.5	2x10 FGM/20 MZ Duov. Abn.	57,5 (51.7-61.7)	3,5 (3.5-3.5)	17,2 (15.9-19.7)	-
2.6	14'er Karussell, FG, Duov.	67,3 (61.9-73.7)	2,2 (2.1-2.3)	11,0 (10.1-11.8)	-
2.7	14'er Karussell, FG, Duov. Abn.	72,9 (67.4-80.1)	1,0 (0.9-1.1)	10,1 (9.2-11.1)	-
2.8	8'er Karussell, Tandom, Abn.	55,0 (50.6-59.7)	0,0 (0.0-0.0)	8,2 (7.5-8.7)	-

## L i t e r a t u r

- [1] Hammer, W.: Gedanken zur Anwendung der SvZ in der Landwirtschaft, Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 17/25.
- [2] Bickert, W.G., J.B.Gerrisch u. D.V. Amstrong: Semiautomatic milking in a polygon parlor: a simulation. ASAE-Paper No. 70-349, Michigan 1970.
- [3] van Elderen, E.u.S.P. van Hoven: Model for machinemilking in parlors. Proceeding of the 1970 Summer Computer Simulation Conference, Denver/USA 1970.
- [4] Price, D.R., K.W.Hentington u. R.M. Peart: Computer simulation of dairy milking parlors. ASAE.Paper No. 71-354, Michigan 1971.
- [5] v.Henneberg, B., C.I. Pen u.H. Auernhammer; Untersuchungen von Verteilungen einiger Arbeitselemente in der Innenwirtschaft. Die Landarbeit, wissenschaftliches Beiheft Nr. 2, Bad Kreuznach 1973.
- [6] Ordolff, D.: Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen. KTBL-Schrift Nr. 158, Frankfurt 1972.
- [7] Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1969, S. 51 u. S. 95.
- [8] Marsaglia, G.: Generating discrete random variables in a computer. Comm. of the ACM Bd. 6 (1963).

- [9] Namneck, P.: Vergleich von Zufallszahlengeneratoren.  
Elektron. Rechenanlagen (1966)  
H. 8, S. 28/32.
- [10] Pen, C.L., H. Schön u. K.O. Semmler: Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter Melkzeuge.  
Grundl. Landtechnik Bd. 23 (1973)  
Nr. 1, S. 18/22.
- [11] Bickert, G.W., J.B. Gerrisch u. J.H. Hutt: Simulated milking rates in various semi-automatic milking-parlors.  
ASAE-Paper No. 71-353, Michigan 1971.
- [12] Peart, R.M.: Applications of systems techniques to design and planning agricultural system engineering.  
Transaction of the ASAE Bd. 13 (1970)  
Nr. 5, 835/836.
- [13] Lindemann, P.: Betriebswirtschaftliche Funktionsmodelle in Fortschritt der Kybernetik  
München, Wien:  
Oldenbourg 1967, S. 431/444.
- [14] Link, D.A. u. W.E. Splinter: Survey of simulation techniques and applications to agricultural problems.  
Transactions of the ASAE Bd. 13 (1970)  
Nr. 5, S. 837/843.
- [15] Schön, H., C.L. Pen u. K.O. Semmler: Arbeitswirtschaftliche Beurteilung moderner Melkverfahren.  
Mitt.d.DLG Bd. 87 (1972) Nr. 50 S.1261.
- [16] Schön, H. u. C.L. Pen: Untersuchungen über Melkarbeit und Melktechnik in Laufställen.  
Mitt.d.DLG Bd.83 (1968) Nr.37, S.1275/  
78