

# Zufallsbehaftete Ausbildung von Maßketten im landtechnischen Anlagenbau

Dipl.-Ing. H. Didik, KDT, Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 1. Einleitung

Im landtechnischen Anlagenbau, speziell bei der Errichtung der Anlagen und der technischen Ausrüstung, wird es mit zunehmendem Mechanisierungsgrad komplizierter, entsprechende Montagetechnologien aufzustellen und sie während der Montage der Ausrüstungsteile einzuhalten. Probleme treten immer dort auf, wo durch die Aneinanderreihung vieler Bauteile lange Montageeinheiten entstehen, deren Teil- oder Endmaße an übrige angepaßt werden müssen. Die Aneinanderreihung einer Menge von Einzelmaßen, die durch die Einzelteile verkörpert werden, wird nach [1] als Maßkette bezeichnet. Sie sind in ihrer absoluten Länge und in ihrer Zuordnung für die Montage der Ausrüstungsteile von Bedeutung, wenn es um die rationelle Durchführung der Endmontage geht und bedürfen einer grundsätzlichen Betrachtung, wenn ihre nur temporäre, periodische Zuordnung zueinander einen Teil des technologischen Ablaufs bei Betreiben einer Tierproduktionsanlage ausmacht. Im letztgenannten Fall ist die Kenntnis der möglichen Länge der Maßketten, die von einer immer gleichen Anzahl von Gliedern (Montage-teilen) gebildet werden, deshalb so wichtig, weil damit die Funktionssicherheit des Arbeitsablaufs beeinflußt werden kann.

## 2. Theoretische Grundlagen

Betrachtet man die Montage einer Käfigbatterie, die über die Länge einer Stalleinheit aufgestellt wird, ist die Auswahl der zur Verfügung stehenden Einzelteile dem Zufall unterworfen. Es entsteht demzufolge eine Maßkette, deren Länge gleichfalls zufallsbehaftet ist. Dabei ist entscheidend, mit welchen Toleranzen die Einzelteile gefertigt wurden und wie ihre gegenseitige Lage zueinander im Verband angeordnet wurde. Diese genannten Einflüsse können als Fehler angesehen werden, die beim Zusammenbau der Käfigbatterie auftreten und das Endmaß der Maßkette mitbestimmen:

$\omega_T$  Fehlergröße der Fertigung der Einzelteile

$\omega_F$  Fehlergröße der Lage der Einzelteile zueinander

Beide Fehlerarten sind zufallsbehaftet und gehorchen den Gesetzen der Normalverteilung [2]. Es ist notwendig, die angegebenen Fehleranteile auf dieser Basis mathematisch miteinander zu verknüpfen. Dazu kann das Fehlerfortpflanzungsgesetz dienen, das für zufällig auftretende Fehler gilt. Hierbei sind die Werte der mathematischen Statistik, Mittelwert  $\bar{x}$  und Standardabweichung  $s$  einer Grundgesamtheit von Einzelwerten, von Bedeutung. Nach [3] gilt folgende Gleichung:

$$s_{ges} = \pm \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_n^2} \quad (1)$$

### Verwendete Formelzeichen

$\omega_T$	Fehlergröße der Fertigung
$\omega_F$	Fehlergröße durch Lage der Einzelteile zueinander
$\omega_i$	Gesamtfehlergröße am $i$ -ten Glied der Maßkette
$s_{ges}$	Gesamtstandardabweichung (Gesamtfehler)
$s_T$	Fehler der Fertigung
$s_F$	Lagefehler
$T_T$	Toleranz der Fertigung
$T_F$	Lagetoleranz
$f$	Gesamtfehler
$l_i$	Länge der Maßkette
$l_{soll}$	Sollmaß der Maßkette
$nzz$	normalverteilte Zufallszahl

Es müssen also die angegebenen Fehlerarten getrennt nach Größe und Richtung für ihre Wirkung auf die Maßkette untersucht werden. Werden Absolutwerte aus ihrer Gesamtschwingweite ausgewählt und nach obigem Gesetz verknüpft, ergibt sich daraus eine Gesamtstreuung und damit der zufällige Summenfehler aus Fertigungsfehler und Lagefehler. Der nächste Schritt ist die Verrechnung des Summenfehlers zu einer Längeneinheit. Sie wird zum Sollmaß der Einzelkettenglieder als jeweils zufällig auftretende Toleranz dieses Maßes addiert. Da es sich um normalverteilte Größen handelt, kann mit Hilfe der Simulation berechnet werden, welcher Anteil des Summenfehlers auf das Sollmaß der Teile aufgeschlagen wird. Die Rechenoperationen zur Erzeugung normalverteilter Zufallszahlen und zur Ermittlung der somit zufällig auftretenden Istlängen sowie der Teilsumme und der Gesamtsumme der Maßkette können z. B. mit der EDVA R 300 durchgeführt werden. Im einzelnen kann mathematisch folgendermaßen verfahren werden: Bei Voraussetzung, daß die in Gleichung 1 angegebenen Einzelstreuungen und damit auch die Summenstreuung im Betrag  $1/3$  der Einzelfehleranteile entspricht, gilt folgendes:

$$\bar{s}_T = \pm T_T/3 \quad (2)$$

$$\bar{s}_F = \pm T_F/3 \quad (3)$$

Damit ergibt sich für die Gesamtstreuung:

$$s_{ges} = \pm 1/3 \sqrt{T_T^2 + T_F^2} \quad (4)$$

Der gesamt betrachtete Fehler hat somit die Größe:

$$f = \pm 3 s_{ges} \quad (5)$$

Diese Größe wird zur Ermittlung der zum Sollmaß zuziehenden Toleranz eingesetzt. Mit Hilfe der normalverteilten Zufallszahlen kann geschrieben werden:

$$l_i = nzz \cdot s_{ges} + l_{soll} \quad (6)$$

Die Länge  $l_i$  ist die zufällig auftretende Größe der Einzelteile der Maßkette, die bei Wirkung der zufällig auftretenden Fehler der Fertigung und der Lage montiert wird.

Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist die Kenntnis der Größe der Toleranzfehler, die durch die Fertigung entstehen (Genauigkeitsklasse der Fertigung nach TGL 2897), und der möglichen Lageungenauigkeiten, die durch die konstruktive Ausbildung der Einzelteile vorgegeben ist. Beides ist für den konkreten Fall der Anwendung zu ermitteln.

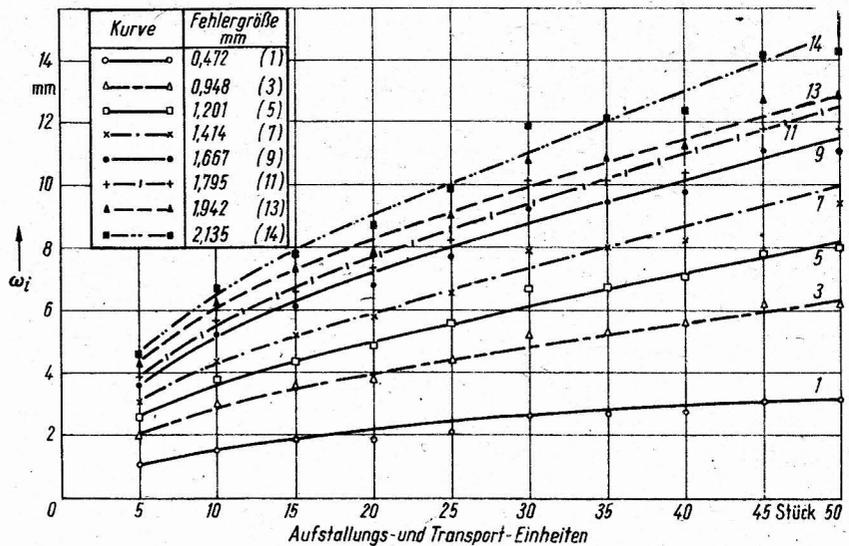
## 3. Anwendungsbeispiel

Das Problem der Zuordnung von Maßketten, die räumlich getrennt angeordnet sind und einer ständigen Veränderung unterliegen, ist im Zusammenhang mit der technischen Ausrüstung einer Ferkelproduktionsanlage aufgetreten, die in [4] vorgestellt wurde.

Hier ist ein Fügen der Maßkettenendglieder Haltungstechnik (Aufstellungs- und Transporteinheiten) und der Fütterungstechnik zur kontinuierlichen Futterversorgung der Tiere unerlässlich. Die sich periodisch verändernde Maßkette Haltungstechnik soll als Anwendungsbeispiel dienen.

Die zugrunde gelegte Genauigkeitsklasse der Fertigung für die Aufstellungs- und Transporteinheiten sei nach TGL 2897 die Toleranzreihe „grob“ /5/. Für die geforderten Sollabmessungen der Aufstellungs- und Transporteinheit bedeutet das die Einhaltung einer Toleranz von  $\pm 2$  mm für die

Bild 1. Verlauf der Fügefehler als Ergebnis der Berechnung



Breite der Haltungseinrichtung und  $\pm 10'$  für die Winkelabweichungen am äußeren Rahmen.

Daraus ergibt sich für die Fertigungsfehlergröße der Wert  $T_T = \pm 10$  mm und für die maximal mögliche Lageabweichung  $T_F = \pm 8$  mm.

Um verschiedene Fehlerbereiche in ihrer Wirkung auf Veränderung der Istlänge an der Maßkette einschätzen zu können, werden außer den Vollbeträgen der o. g. Fehler auch Teilbeträge beider untersucht. Nach Gl. 1 werden die im Bild 1 enthaltenen Fehlergrößen ermittelt. Mit Hilfe der Rechenvorschrift nach Gl. 5 und 6 wird auf der EDVA R 300 die Fügefehlergröße bestimmt. Mit den im Bild 1 dargestellten Kurvenverläufen kann über eine beliebige Anzahl von Einzelgliedern der Maßkette hinweg das Toleranzfeld des Sollmaßes ermittelt werden. Am Beispiel beträgt diese Anzahl  $n = 50$ .

#### 4. Schlußfolgerungen

Das angegebene Berechnungsverfahren stützt sich in entscheidendem Maße auf die Möglichkeiten, die die elektro-

nische Rechentechnik zur Nachbildung zufälliger Prozesse bietet. Es ist dabei notwendig, einen Algorithmus aufzustellen, der die natürlichen Gegebenheiten der Zuordnung einzelner Maßkettenglieder genügend genau widerspiegelt. Dieser Algorithmus ist für jeden Anwendungsfall gesondert nach den spezifisch herrschenden Eigenschaften beim Bilden der Maßkette aufzustellen. Einer theoretischen Erweiterung der Anzahl der Maßkettenglieder steht bei Vorhandensein dieses Algorithmus nichts im Wege.

#### Literatur

- [1] Balakschin, S. B.: Technologie des Werkzeugmaschinenbaus. Berlin: VEB Verlag Technik 1953
- [2] Smirnow, N. W.; Dunin, I. W.: Mathematische Statistik in der Technik. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1969.
- [3] —: TGL 0-1319 Meßtechnik (Grundbegriffe).
- [4] Rössel, D.; Franke, W.; Didik, H.; Weiss, A.: Betrachtungen zu technischen Lösungen für eine künstliche Ferkelaufzucht. agrartechnik 24 (1974) H. 8, S. 390—395.
- [5] —: TGL 2897 — Zulässige Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe (DDR-Standard). A 9944

## Selbstreinigung von Tränkgefäßen horizontalumlaufender Futterketten

Dipl.-Ing. K. Sandler, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

### Problem- und Aufgabenstellung

Die genaue Beachtung veterinärhygienischer Erfordernisse ist eine wesentliche Voraussetzung für die Tiergesundheit in der industriemäßigen Kälberproduktion. Das gilt insbesondere auch für die Fütterungshygiene im K1-Bereich von Kälberanlagen. Ein wesentlicher Bestandteil der Fütterungshygiene ist die Reinhaltung der Tränkgefäße außerhalb der Service-Perioden. In der Praxis erfolgt die Verabreichung von Tränke und Trockenfutter häufig in denselben Gefäßen. Dabei werden die Gefäße vor jeder Fütterung einer Spritzwasserreinigung mit Trinkwasser unterzogen. Diese Verfahrensweise dient dem Zweck, die Bildung von schimmelnden Futterkrusten auszuschließen. Ein Verzicht auf die Reinigung ist möglich, wenn das Verkleben zwischen Resttränke und Trockenfutter auf andere Weise verhindert werden

kann. Das hätte eine Senkung des technischen und ökonomischen Aufwands zur Folge. Durch technische Maßnahmen ist zu gewährleisten, daß die Resttränke vollständig genug aus den Tränkgefäßen ausläuft. Von Bedeutung sind dabei Behälterform, Auslaufzeit und Auslaufwinkel (Bild 1). In experimentellen Untersuchungen war der Einfluß vorstehend genannter Faktoren auf das Ausfließen von Resttränke zu klären. Dabei waren Parameter herauszuarbeiten, die gewährleisten, daß

- den hygienischen Erfordernissen entsprochen wird
- die zum Auslaufen der Gefäße erforderliche Baulänge y der Futterkette im Service-Bereich möglichst gering wird (Bild 2)