

Rationalisierung der Meßwerterfassung

Dipl.-Ing. H. Reichart/Dr. rer. nat. K. Busch, KDT, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Sowohl bei experimentellen Untersuchungen als auch zur Steuerung von Maschinen und Anlagen ist die Erfassung von Meßwerten erforderlich. Die Beschaffung dieser Informationen ist häufig sehr aufwendig. Neben der statistischen Versuchsplanung (optimaler Stichprobenumfang, Wahl der Meßpunkte, Meßfrequenz, Wahl der Versuchsanlage), der Auswahl geeigneter Meßfühler und einem zweckmäßigen Versuchsaufbau bzw. einer günstigen Installation der Betriebsmeßtechnik ist der Weg vom Meßfühler bis zur rechentechnischen Auswertung rationell zu gestalten; dabei ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren, Mathematikern, Physikern und Elektronikern erforderlich.

2. Verfahren der Meßwerterfassung

Im Bild 1 werden acht Möglichkeiten für den Weg der Informationen vom Untersuchungsobjekt bis zu ihrer Auswertung gezeigt (vgl. [1]). Für die Auswahl eines geeigneten Verfahrens können u. a. folgende Bewertungskriterien herangezogen werden:

- manueller Aufwand
- gerätetechnischer Aufwand
- Güte der Datensicherung
- Auswertzeit
- Einsatzmöglichkeit bei nichtstationären Untersuchungsobjekten
- Verfügbarkeit.

Die traditionelle Form der Meßwerterfassung auf Urlisten, deren Umschreiben in EDV-Belege und schließlich das Übertragen auf die maschinenlesbaren Datenträger Lochband (LB), Lochkarte (LK), Magnetband (MB) und Magnetkarte (MK), bindet während der Versuchsperioden beträchtliche Kapazitäten und wird damit häufig zum limitierenden Faktor für die Versuchsprogramme. Die Versuchsergebnisse liegen oft so spät vor, daß z. B. sequentielle Versuche oder Optimumsuchver-

fahren (Box-Wilson-Verfahren, Simplex-Verfahren) nicht oder nicht rationell angewendet werden können. Trotz dieser Nachteile wird die Meßwerterfassung über Urlisten wegen ihrer universellen und einfachen Anwendbarkeit nicht aus der experimentellen Forschung verdrängt werden.

Für umfangreiche Versuchsreihen und Routineuntersuchungen empfiehlt es sich — in Abstimmung mit der Rechenstation — EDV-gerechte „Urlisten“ zu entwerfen. Dadurch entfällt das nochmalige Umschreiben der Daten.

Dynamische Vorgänge werden häufig auf Meßschrieben erfaßt. Die entsprechenden Meßgeräte (Tastograph, Oszillograph, Motorkompensator) sind im landtechnischen Versuchswesen sehr verbreitet.

Die Schriebe können ein- oder mehrfarbig, als Punktfolge oder als Strich vorliegen. Die Meßschriebbreite variiert von rd. 20 mm bis rd. 300 mm. Infolge der aufwendigen manuellen Auswertung (punktweises Ausmessen) kann in vielen Labors der geplante Arbeitsumfang nicht voll bewältigt werden. Aufbauend auf den langjährigen Erfahrungen der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik der TU Dresden in der Entwicklung von Nachfahrgeräten, wurde gemeinsam von dieser Sektion und dem Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock ein Meßschriebeauswertegerät auf der Basis eines Klassiergeräts entwickelt und gefertigt. Dieses Gerätesystem wird im Abschnitt 3 beschrieben.

Die Erzeugung maschinenlesbarer Datenträger (LB, LK, MB, MK) direkt am Meßgerät erlaubt eine rationelle Datenerfassung. Als universelles digitales Erfassungssystem wird das Gerätesystem ESDM-31 vom VEB Funkwerk Erfurt eingesetzt.

Mit der Entwicklung der Mikrorechenstechnik bietet sich zunehmend die Möglichkeit, die Auswertung direkt am Meßgerät durch Ge-

räterechner zu realisieren. Die universelle Einsetzbarkeit der Mikrorechnersysteme erlaubt es, auch Eigenentwicklungen von Versuchstechnik mit Geräterechnern auszurüsten. Im Forschungszentrum für Tierproduktion wurde der Geräterechner MWR 1/1 entwickelt und für die Datenverdichtung in Respirationkammern eingesetzt. Geräterechner können sowohl separat als auch in Rechnerhierarchien eingegliedert werden.

Die direkte Kopplung der Meßstellen mit einem Prozeßrechner ist sinnvoll, wenn große Datenmengen anfallen und wenn der Rechner in der Nähe der Meßgeräte installiert werden kann (beim KRS 4200 bis 120 m). Es ergeben sich folgende Vorteile:

- Sofortauswertung großer Datenmengen
- Änderung von Auswertalgorithmen über die software
- Kontrolle der Versuchsbedingungen
- Möglichkeit der Rückwirkung auf den untersuchten Prozeß
- maschinenlesbare Datenträger werden nicht benötigt
- Aufbau von Rechnerhierarchien ist möglich (vgl. [2]).

3. Meßschriebeauswertegerät

Das im Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock entwickelte Meßschriebeauswertegerät besteht aus dem Nachfahrgerät für Meßschriebe und dem Klassiergerät [3].

Es dient zur Rationalisierung der Erfassung und Auswertung dezentral gewonnener Meßschriebe mit einer Breite zwischen 30 und 250 mm bei linearer Registrierung der Meßkurve auf dem Schreibpapier. Mit dem Nachfahrgerät wird die Meßkurve manuell nachgefahren, die so gewonnenen digitalen Meßwerte werden im Klassiergerät entsprechend einer vorgegebenen Klassenanzahl (4, 8, 16 oder 32) digital in Klassen sortiert. Die Schrittweite der Probenentnahme aus der Meßkurve ist von 0,1 bis 20 mm in Vorschubrichtung wählbar. Je Sekunde lassen sich aufgrund der gegebenen technischen Möglichkeiten des Klassiergeräts bis zu 1000 Meßwerte registrieren.

Im Ergebnis des Nachfahrens einer Meßkurve steht im Klassiergerät die absolute Häufigkeitsverteilung dieser Meßkurve.

Ausgegeben werden kann diese durch eine Anzeigeeinheit bzw. durch eine Ausgabe über ein Meßwertlochsystem (Meßwertdrucksystem) des Gerätesystems ESDM-31 mit einer Anschlußfähigkeit nach SI 1.2.

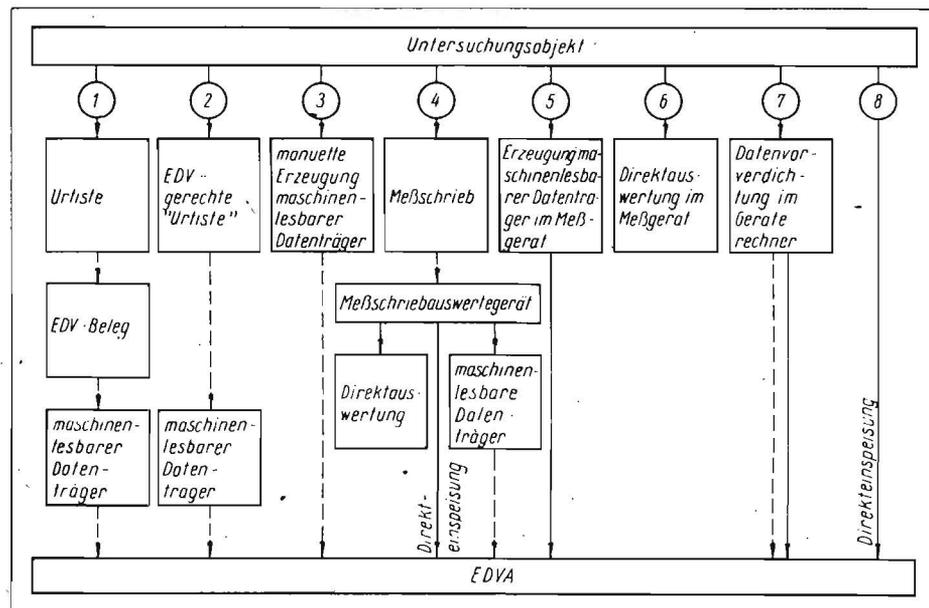
Die maximale Anzahl der registrierbaren Meßwerte je Auswertungszyklus beträgt etwa 10000 unter der Voraussetzung, daß je Klasse nicht mehr als 999 Meßwerte registriert werden.

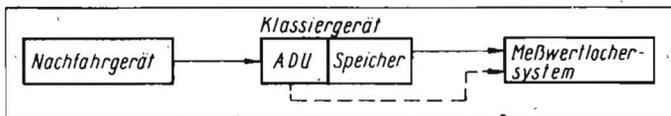
3.1. Aufbau des Meßschriebeauswertegeräts

Das Meßschriebeauswertegerät (Bild 2) besteht aus den Teilsystemen Nachfahrgerät, Klassiergerät sowie einem Gerätekomples ESDM-31 zur Datenregistrierung und -ausgabe.

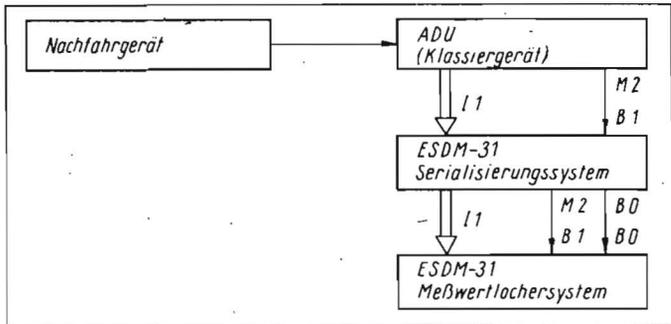
Auszuwertende Meßschriebe werden in das Nachfahrgerät eingespannt, und nach Kalibrierung und Festlegung der Klassenanzahl (vgl. Abschnitt 3.2.) sowie der Schrittweite der

Bild 1. Verfahren der Meßwerterfassung

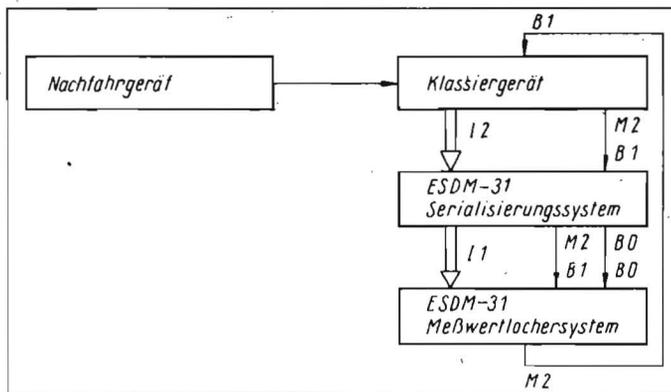




2



3



4

Bild 2. Aufbau des Meßschriebswertegeräts
 Bild 3. Systemverkettung zum Ablocken der Meßwerte
 Bild 4. Systemverkettung zur automatischen Ausgabe des Klassiergeräts

Probenentnahme wird der Meßschrieb nachgefahren. Die Vorschubgeschwindigkeit ist beliebig regelbar. Das Nachfahrgerät liefert die Zeitpunkte der Probenentnahme sowie die aktuellen Werte der aufgezeichneten Meßgröße in Form eines analogen Spannungswertes an das Klassiergerät. Ein Analog-Digital-Umsetzer (ADU) setzt den Spannungswert in eine digitale Größe mit 5 Bit Auflösung (32 Stufen) um. Für die Weiterverarbeitung können diese Werte entweder auf Lochband ausgegeben oder — und das ist die Hauptanwendung — im Klassiergerät in Form einer Häufigkeitsverteilung gespeichert werden, die man anzeigen und ausgeben kann.

Bild 3 zeigt die Systemverkettung zum Ablocken der Meßwerte des Nachfahrgeräts in offener Kette. Bei diesem Einsatzfall lassen sich aufgrund der begrenzten Ausgabe-geschwindigkeit des Lochersystems bis zu 5 Meßwerte je Sekunde ablocken.

Im normalen Einsatzfall werden die Meßwerte des Nachfahrgeräts in 4, 8, 16 oder 32 Klassen je nach Anzahl und Art der Meßwerte klassiert. Die Klassierung erfolgt während des Nachfahrens des Meßschriebs. Dazu wird die absolute Häufigkeitsverteilung in einem elektronischen Speicher gebildet. Der Speicherinhalt (Häufigkeitsverteilung) kann schrittweise angezeigt und automatisch auf Lochband ausgegeben werden (Bild 4).

3.2. Wahl der Klassen

Bei der Klassierung von Meßwerten dynamischer Prozesse müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Die Wahl der Klassenanzahl k ist eine Funktion der Anzahl der Meßwerte N .
- Die Wahl der Klassenanzahl k ist außerdem abhängig von der Verteilungsfunktion der Meßwerte.

Exakte mathematische Aussagen sind hierzu nicht bekannt. Es gibt in [1] jedoch Abschätzungen, die Erfahrungswerte darstellen. In Tafel 1 sind Richtwerte für die Wahl der

Tafel 1. Wahl der Klassen k in Abhängigkeit von der Anzahl der Meßwerte N

k	Gleichverteilung	Normalverteilung
4	40	40
8	1000	1000
16	10000	5000
32	20000	10000

Klassenanzahl k angegeben, wobei für die Gesamtheit der Meßwerte die Normalverteilung bzw. die Gleichverteilung als Orientierung angesetzt wurden.

3.3. Einsatzbedingungen

Die Einsatzmöglichkeiten des Meßschriebswertegeräts werden durch mehrere Faktoren eingeschränkt. Ein Problem besteht in der exakten manuellen Nachführung des Schreibstiftes entsprechend der aufgezeichneten Meßkurve. Dabei verlangt eine große Dynamik der Meßkurve eine große Auslenkung des Nachführstiftes bei geringem Vorschub. Die Grenzen des Nachfahrgeräts liegen hier im Bereich der sog. „Peak-Auswertung“ von Analysengeräten. Vorteilhafter ist die Anwendung bei Temperatur-, Druck- oder anderen Aufzeichnungen. Die Auflösung des nachfolgenden Analog-Digital-Umsetzers wurde gerade aus diesem Grund mit 5 Bit gewählt; das entspricht einem Digitalisierungsfehler von etwa 3% über den gewählten Auflösungsbereich. Der Auflösungsbereich kann dabei entsprechend der Lage der Meßkurve auf dem Meßschrieb beliebig gewählt werden.

Die Sortierung der Meßwerte in den Speicher des Klassiergeräts wird durch die Arbeitsgeschwindigkeit des Analog-Digital-Umsetzers und des Speichers begrenzt und liegt bei rd. 1000 Meßwerten je Sekunde, wird also im Einsatzfall nicht annähernd erreicht.

Der Speicher des Klassiergeräts hat 32 Speicherplätze mit je 12 bit (BCD), so daß auf einen Platz (eine Klasse) maximal 999 Meßwerte

sortiert werden können. Die Ausgabe-geschwindigkeit sowohl der aktuellen Meßwerte als auch des Speichers des Klassiergeräts wird durch die Arbeitsgeschwindigkeit des Meßwertdruckersystems bestimmt. Beim Einsatz von Gerätesystemen ESDM-31 liegt diese bei etwa 5 Datenworten je Sekunde.

Mehrkanal-Meßschriebe erfordern für jeden Kanal ein getrenntes Nachfahren.

Der Einsatz eines solchen Meßschriebswertegeräts ist überall dort sinnvoll, wo an dezentral stationierten Meßeinrichtungen umfangreiche Meßkurven gewonnen werden, deren manuelle Ausmessung sehr aufwendig ist. Damit stellt ein solches Gerät eine echte Rationalisierung in der experimentellen Forschung dar. Mit der weiteren Entwicklung und Verfügbarkeit der Elemente der Mikroelektronik werden der Aufwand und die Genauigkeit derartiger Anlagen künftig entscheidend verbessert werden können.

4. Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Meßwertfassung werden in acht Klassen eingeordnet und kurz erläutert. Die Funktion und Leistungsparameter eines in Kooperation von der TU Dresden und dem Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock entwickelten Meßschriebswertegeräts werden vorgestellt. Auf Einsatzmöglichkeiten in der experimentellen Forschung wird hingewiesen.

Literatur

- [1] Rasch, D., u. a.: Verfabrensbibliothek Versuchsplanung und -auswertung. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1978.
- [2] Autorenkollektiv: Lehrmaterial zur Aspirantenausbildung, Heft 4 „Modellierung“, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin 1976.
- [3] Reichart, H.: Entwicklungsunterlagen Klassiergerät. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock 1978 (unveröffentlicht).

KATALOG

über die lieferbare und in Kürze erscheinende Literatur des VEB VERLAG TECHNIK kostenlos erhältlich durch jede Fachbuchhandlung oder direkt durch den Verlag, Abteilung Absatz—Werbung