

- Boxenlaufstall zweireihig, ohne Jungvieh (Abb. 3)
- Freßliegeboxenstall zweireihig, ohne Jungvieh (Abb. 4)
- Anbindestall zweireihig, mit und ohne Jungvieh (Abb. 5)

Die einzelnen Abbildungen zeigen die für die einzelnen Stalltypen in Frage kommenden Bestandsgrößen und die Kosten der Errichtung für den Kostenblock „Gülle“ in DM/GV.

Ein Vergleich der Errichtungskosten für den Kostenblock „Gülle“ der verschiedenen Stalltypen zeigt, daß die Kostenverläufe bei gleicher Güllelagerungszeit keine großen Unterschiede aufweisen. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß bei aller Verschiedenheit der Stalltypen gleichmäßig 6 m³ Nettolagererraum anzusetzen sind. Die Kostenprogression bei den kleineren Bestandsgrößen wird in erster Linie durch die technische Einrichtung verursacht, die nahezu

einen Fixposten darstellt. Insbesondere die Güllepumpe schlägt hierbei stark zu Buche.

Bei den Lagerungsarten mit Hochbehälter kann unter Ausnutzung einer geeigneten Hanglage die sonst erforderliche Vorgrube eingespart werden. Die Gesamtersparnis von etwa 2 400,- bis 3 000,- DM wirkt sich allerdings je GV nur geringfügig aus.

Der Vergleich der beschriebenen Güllelagerungsalternativen zeigt folgende Rangfolge in bezug auf die Errichtungskosten, mit dem ungünstigsten Fall beginnend:

- Güllelagerung zu 100 % außerhalb des Stalles im Hochbehälter,
- Güllelagerung zu einem Drittel unter Spaltenböden und zu zwei Drittel außen im Hochbehälter und
- Güllelagerung zu 100 % unter Spaltenböden im Güllekeller.

Datenaufbereitung mit X;Y-Koordinaten-Digitalisiergeräten

Von Hermann Auernhammer, Weißenstephan *)

Landtechnische Versuche werden auch finanziell zunehmend aufwendiger. Dabei führen viele Versuche nicht zum gewünschten Ergebnis oder werden nur unvollständig ausgewertet, weil die Datenaufbereitung sehr schwierig und zeitaufwendig ist. Dies trifft vor allem bei der analogen Meßwerterfassung und bei der Ablaufbeobachtung visueller oder fotografischer Art zu. Wie dazu das Digitalisiergerät nutzbringend eingesetzt werden kann, soll der folgende Beitrag an ausgewählten Beispielen zeigen.

Technological trials in agriculture are becoming also financially more and more expensive. On the other hand, many trials do not provide the findings desired or are uncompletely evaluated because of data preparation being extremely difficult and time consuming. This applies mainly to the analog registration of measured data and the visual or photographic flow observation. The way a digitizer may advantageously be used to this purpose is shown in the light of a number of selected examples.

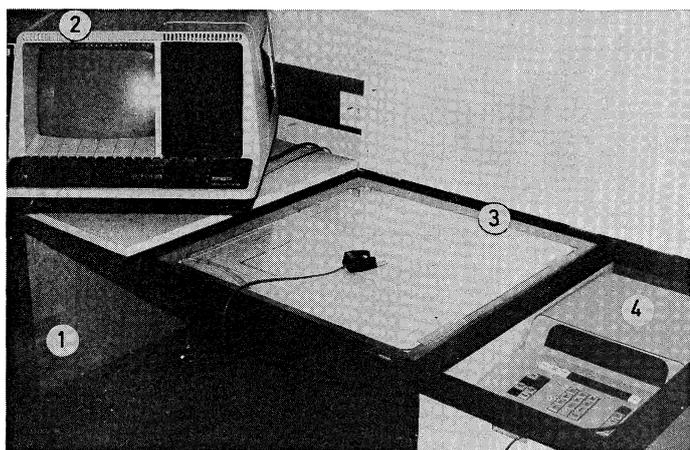


Abb. 1: Vollständige Anlage für die graphische Bildanalyse mit Mikrocomputer (1), Sichtgerät (2), Auswertetablett mit Fadenkreuzcursor (3) und Digitalisiergerät (4); (Auflösung 0,067 mm; Genauigkeit $\pm 0,15$ mm; Meßdicke 7 mm).

Versuche führen allgemein zu Daten und erst diese wiederum zum hoffentlich verallgemeinerungsfähigen Ergebnis. Dabei bestehen große Unterschiede in der Datenart und der Datenanzahl. Die Spannweite reicht hierbei von nur wenigen bis nahezu unendlich vielen Einzeldaten, von Daten qualitativer Art bis zu echten quantitativen Meßwerten und von analoger bis zu digitaler Darstellungsform.

Während nun Einzeldaten bei Ausgabe in größeren Zeitabständen einfach und sicher manuell festgehalten werden können, ist bei großem Datenanfall in kurzer Zeit die Aufzeichnung der Daten auf

geeigneten Datenträgern unumgänglich. Abhängigkeiten vom Zeitablauf werden dabei häufig analog dargestellt, um am Kurvenverlauf optisch die entsprechende Auswirkung sofort ablesen und beurteilen zu können. Sind die Meßwerte dagegen qualitativer Art (etwa Aktionen eines Tieres oder ähnliches), dann kann hierbei die Filmaufnahme das Merkmal dokumentieren und in der Wiedergabe eine optische Einordnung ermöglichen.

Optisch ist in beiden Fällen aber nur eine versuchsspezifische Beurteilung möglich. Für eine Verallgemeinerung werden Vergleiche benötigt und Tests müssen über die Wahrscheinlichkeitstheorie die allgemeine Gültigkeit der Stichprobenergebnisse bestätigen oder ablehnen. In beiden Fällen werden somit für die üblichen Verfahren der Auswertung digitale Daten benötigt.

Datengewinnung

Analoge Daten in Kurvenform können bei bekannter Zielsetzung, etwa der Ermittlung des Mittelwertes, über den Integrator ausgewertet werden, wenn die Ausgangsdaten beispielsweise auf Magnetband vorliegen. Sollen weiterführende Auswertungen wie die Ermittlung der Maxima, der Minima, der Streuung oder Anteile oberhalb frei wählbarer Grenzen durchgeführt werden, bedarf es der Umwandlung in digitale Form. Dies ist mit dem Einsatz elektronischer Bauteile gut möglich, wobei aber zwei gravierende Nachteile bleiben:

- Zufällige Einflüsse bei der Datenaufzeichnung, etwa eine falsche Justierung oder kurzfristige Spannungsschwankungen werden mechanisch mitbearbeitet und müssen bei der nachfolgenden Weiterbearbeitung manuell oder durch ein Extraprogramm beseitigt werden.
- Der Analog-Digitalwandler erzeugt eine je nach Wandlungsintensität sehr große Datenmenge. Diese muß gespeichert werden, auch wenn bei der anschließenden Auswertung daraus nur wenige Parameter abgeleitet werden.

Insbesondere bei der Tierbeobachtung wird über die Aufzeichnung mit Video-Anlagen oder über Filmaufnahmen mit der Zeitraster-technik versucht, das Geschehen zu dokumentieren und über verschiedene Techniken auszuwerten. Methodische Ansätze zur Auswertung von Video-Aufnahmen sind auch für den landwirtschaftlichen Bereich erarbeitet worden [3] und erbringen für spezielle Fälle ausreichend genaue Aussagen.

Für eine allgemeine Anwendung sind dagegen diese Verfahren weiterhin sehr problematisch, weil

- über Filmaufnahmen in kurzer Zeit ein sehr großes Datenmaterial erzeugt wird und
- vielfach die erforderliche Genauigkeit nicht erbracht werden kann!

X;Y-Koordinatendigitalisiergerät

Insbesondere das zuletzt genannte Problem lösen X;Y-Koordinatendigitalisiergeräte. Sie können analoge Daten und unter bestimmten Voraussetzungen auch graphische Daten (Filmaufnahmen) einfach

*) Dr. Hermann Auernhammer ist wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Landtechnik, Weißenstephan. Im Sonderforschungsbereich 141 „Produktionstechniken der Rinderhaltung“ bearbeitet er als Projektleiter die Fragen der Prozeßanalyse und Systemoptimierung.

und schnell in digitale Form umwandeln [4]. Äußerst vorteilhaft ist dabei:

- Das zu bearbeitende Datenmaterial kann vor dem Digitalisierungsvorgang optisch begutachtet und auf Fehlerfreiheit überprüft werden.
- Die erzeugten digitalen Daten können während der Umwandlung statistisch ausgewertet, im offline-Betrieb gespeichert oder im online-Betrieb mit einem Mikrocomputer sofort nach spezifischen Wünschen und Anforderungen verarbeitet werden.

Im wesentlichen werden bei Digitalisiergeräten heute zwei Verfahren angewendet.

Die Position wird *m e c h a n i s c h* erfaßt und über zwei Längenmessungen der Koordinatenpunkt bestimmt. Dies ist vor allem bei Plotter/Digitalisierern die Regel, während alleinige Digitalisiergeräte fast ausschließlich über *I n d u k t i o n* einen Punkt auf einem Tablett lokalisieren und über die Laufzeitmessung den Koordinatenpunkt bestimmen. Diese Geräte (Abb. 1) unterliegen keiner starren Verbindung zwischen der Bildpunktaufnahme und der Auswerteeinheit. Somit können mit demselben Gerät unterschiedliche Tablettgrößen wechselweise eingesetzt werden. Ebenso können durchscheinende Tablett zum Einsatz kommen, wobei eine Projektion auf die Rückseite und die eigentliche Arbeit auf der Tablett-oberseite möglich ist.

Geräteinsatz im offline-Betrieb

Offline-Betrieb bedeutet Ausgabe von Koordinaten oder anderen Daten über ein Display oder über eine geeignete Peripherie auf einen Datenträger. Grundsätzlich sind dabei je nach Umfang der im Gerät installierten Optionen mehrere Leistungen möglich. Die wesentlichsten sind:

x,y-Koordinaten: Für beliebige Punkte auf dem Meßtablett werden bei dieser Auswertung bei frei wählbarem Nullpunkt die entsprechenden x,y-Koordinaten ermittelt. Durch stetige (fortlaufende) Digitalisierung werden komplette analoge Kurven ausgewertet, wobei die Koordinatenpunkte in äquivalenten Zeitabständen (bis etwa 100/s) erzeugt werden.

Längemessung: Bei dieser Form der Auswertung ermittelt das Digitalisiergerät bei Eingabe der Anfangs- und Endpunkte den linearen Abstand oder bei stetiger (nicht linearer Digitalisierung) die reale Länge eines Kurvenzuges.

Flächenmessung: Diese Möglichkeit gestattet bei diskreter Meßart die Ermittlung der Fläche zwischen linearen Eckpunkten eines Vielecks oder bei stetiger Messung beliebig ausgebildeter Flächen.

Allgemein können alle Messungen über je einen Umrechnungsfaktor sowohl für die X- als auch für die Y-Achse dem realen Maßstab angepaßt werden. Außerdem können je nach Umfang der Geräteausstattung verschiedene Statistiken wie Mittelwert, Standardabweichung, Minimal- und Maximalwerte der Dateneingabe ermittelt werden.

Spezielle Anwendungsgebiete für landtechnische Versuche ergeben sich mit diesen Möglichkeiten in vielfältiger Art. Als einige wenige Beispiele sind zu nennen: Ermittlung der Pflanzenabstände aus photographischen Aufnahmen bei eingblendetem Längenmaßstab; Erfassung der Pigs von Leistungs- oder Drehmomentkurven; Integralbildung von Meßschrieben beliebiger Art; Vermessung von Tierbeobachtungsbildern als zweidimensionale Darstellung (etwa Freßbewegung der Tiere aus vertikalen Bildaufnahmen bei konstantem Krippenniveau [5]).

Geräteinsatz im online-Betrieb

Während im offline-Betrieb alle Koordinatenpaare oder entsprechende andere Parameter ausgegeben und damit meist manuell weiter bearbeitet werden müssen, ergeben sich im online-Betrieb mit einem Mikroprozessor sehr viel weitergehende Möglichkeiten. Zwei Beispiele sollen diese Auswertungsart demonstrieren.

Milchflußkurvenanalyse (Meßschriebe)

Melkmaschinen können mit unterschiedlich hohem Vakuum, unterschiedlicher Taktzahl und unterschiedlichem Saug-Entlastungsverhältnis [6] eingesetzt werden. Alle Faktoren zeigen ihre Auswirkungen in der Milchabgabe des Tieres. Analog stellt sich diese mit

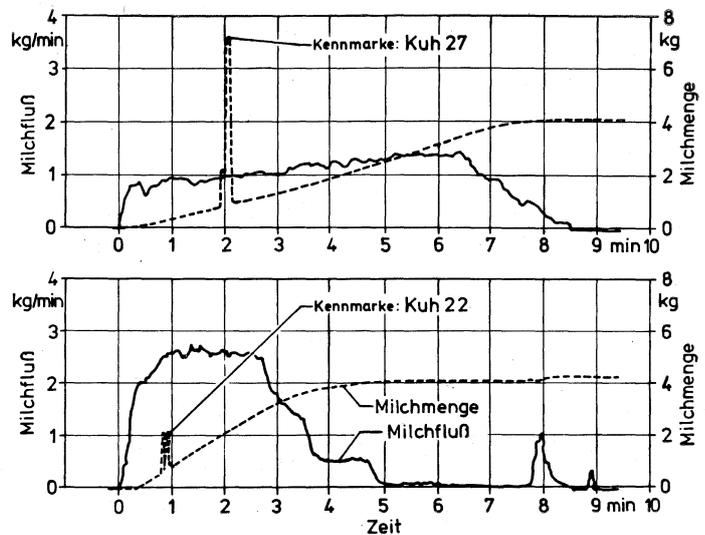


Abb. 2: Milchmengen- und Milchflußdiagramme zweier Kühe mit gleicher Milchmenge aber unterschiedlicher Milchabgabe

der Milchflußmenge je Zeiteinheit als Kurvenzug wie auf Abbildung 2 dar. Daraus kann eine optische Beurteilung sofort einen Eindruck über den Gesamtverlauf zeigen, die echten Einflüsse sind dagegen erst über die Ermittlung spezifischer Parameter wie Gesamtgemelk, Hauptgemelk, Blindgemelk, Nachgemelk, höchster Milchflußwert, Zeitpunkt des höchsten Milchflußwertes und vielen anderen zu ermitteln.

Wird nun mit einem speziellen interaktiven Auswerteprogramm im Mikrocomputer [2] und mit stetiger Eingabe der x,y-Ordinaten vom Meßschrieb auf dem Tablett (Nachfahren des Kurvenzuges mit einem Fadenkreuz-Cursor, Abbildung 3) eine derartige Kurve analysiert, dann können bei dieser Auswertung die geforderten Parameter sofort ermittelt werden. Da die einzelnen Koordinatenmeßpunkte später nicht mehr benötigt werden, entfällt deren Speicherung. Die ermittelten Parameter sind dagegen auf geeigneten Medien abzulegen und damit für jede spätere statistische Auswertung verfügbar. Zusätzlich können begleitende Versuchsbedingungen über die Tastatur des Mikrocomputers eingetippt und mit abgelegt werden, so daß alle erforderlichen Sortiervorgänge möglich sind. Gleichzeitig dienen die Einzelparameter einer Mittelwertanalyse für eine Meßserie, wodurch nach Digitalisierende unmittelbar eine Gesamteinordnung möglich wird und eventuell in der Meßkette aufgetretene Fehler sofort erkannt werden. Aufgrund des minimalen Zeitbedarfes für die Auswertung (etwa 2 min je Kurve) kann jeder Versuch sofort ausgewertet werden; da nur die geforderten Parameter zu speichern sind, bleibt auch das gespeicherte Datenmaterial in Grenzen und selbstverständlich können jederzeit andere Parameter durch ein eigenes Programm und erneute Digitalisierung ermittelt werden.

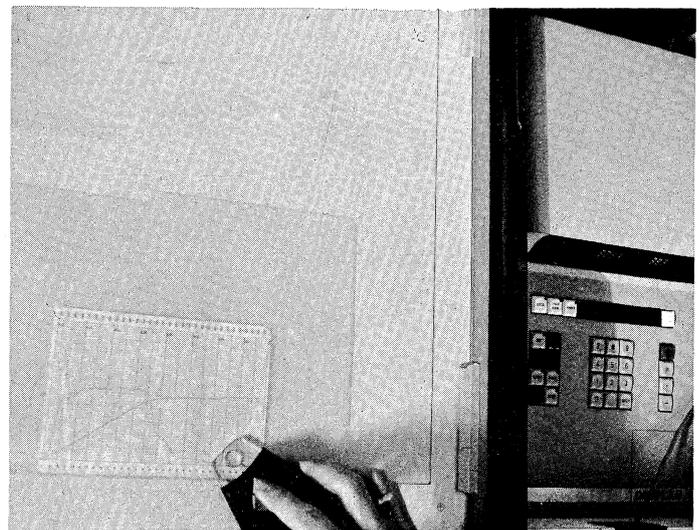


Abb. 3: Manuelles Nachfahren der Milchflußkurve mit den Fadenkreuzcursor (rechts sichtbar das Digitalisiergerät mit Darstellung der Koordinaten im Display)

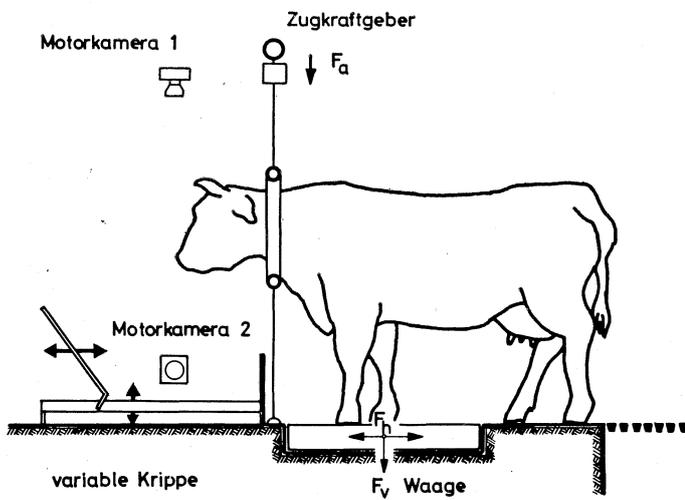


Abb. 4: Schematische Anordnung der Motorkameras in vertikaler und horizontaler Richtung (nach STANZEL und METZNER)

Bildauswertung (fotografische Aufzeichnung)

Futtertröge sollen der Anatomie und dem natürlichen Verhalten [5] des Tieres angepaßt werden. Wahlversuche lassen erkennen, inwieweit diese Forderungen erfüllt sind. Zur Messung und zur Registrierung eignen sich Kameras in horizontaler und in vertikaler Anordnung (Abb. 4). Die Auswertung der dabei erhaltenen Bilder ergibt einen Hinweis auf die am häufigsten anzutreffende Kopfhaltelage, auf die am häufigsten aufgesuchte Troglfläche und auf die zurückgelegten Maulwege.

Bisher wurden solche Auswertungen mit hohem Zeitaufwand in Form von Strichlisten durchgeführt, wobei allerdings der zeitliche Ablauf des Freßvorganges unberücksichtigt blieb oder gesondert zu analysieren war. Werden dagegen derartige Bilder auf das Tablett des Digitalisierers projiziert (Abb. 5), dann kann über die jeweilige Nullpunkteingabe und über die Eingabe der Maulposition der zeitliche und räumliche Freßablauf mit Hilfe eines geeigneten Auswerteprogrammes [1] einfach und schnell bestimmt werden. Bei derartigen Auswertungen wurden bis zu 800 Bilder je Stunde verarbeitet, wobei zusätzliche qualitative Merkmale wie Ruheposition, Trinken und anderes die Gesamtinformation weiter erhöhen und entweder über die Tastatur am Fadenkreuz, am Mikrocomputer in Form von Ziffern oder über ein spezielles Menüfeld auf dem Tablett mit berücksichtigt werden.

Mit speziellen Programmen können danach die so erzeugten digitalen Daten weiter analysiert werden, sei es, daß reine Häufigkeitsanalysen oder daß Clusteranalysen bestimmte bevorzugte Freßpositionen ermitteln. Auch lassen sich daraus Abläufe graphisch sichtbar machen oder über Plotter dokumentieren.

Ähnliche Einsatzmöglichkeiten ergeben sich bei anderen Abläufen wie etwa in Ferkelbuchten oder Mastschweinebuchten, vor dem Melkstand oder vor Futterautomaten. Voraussetzung ist dann allerdings die exakte Anordnung der Kamera vertikal zur Bildebene und der Ablauf aller Bewegungen auf der Bildebene.

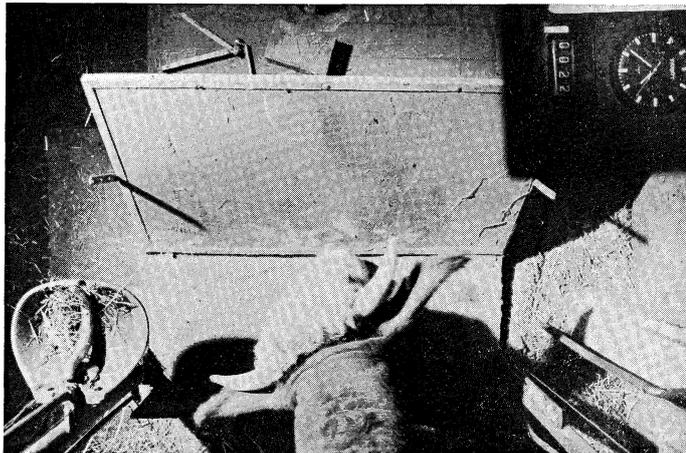


Abb. 5: Auf das Tablett projiziertes Bild der Motorkamera 1 von Abbildung 4 (Bildebene ist Trogebene, rechts sichtbar die Einspiegelung der Aufnahmezeit)

Räumliche Abläufe stellen dagegen zusätzliche Anforderungen bei der Bildaufnahme und bei der Auswertung. Erste Versuche haben gezeigt, daß über die Stereofotographie mit geeigneten Paßpunkten eine hinreichend genaue Auswertung möglich ist. Auch hier wird das Digitalisiergerät eingesetzt, wobei nun allerdings sehr hochzüchtete Programme erforderlich sind und anstelle eines Bildpunktes die sich entsprechenden Bildpunkte beider Bilder einzugeben sind (Abb. 6).

Ausblick

X,Y-Koordinatendigitalisiergeräte sind heute sehr preiswerte und leistungsfähige Auswertehilfen auch für die landtechnische Versuchsanstellung. Ihr Einsatz führt zu großer Zeitersparnis bei der Auswertung analoger Kurvenformen und bei der graphischen Bildanalyse. Allerdings sind die Einsatzmöglichkeiten im offline-Betrieb begrenzt, während der online-Einsatz in Verbindung mit einem Mikrocomputer auch die immer erforderliche statistische Analyse direkt mit einbezieht oder zu einem späteren Zeitpunkt ermöglicht. Damit werden dann auch räumliche Analysen in Verbindung mit der Stereobildauswertung möglich.

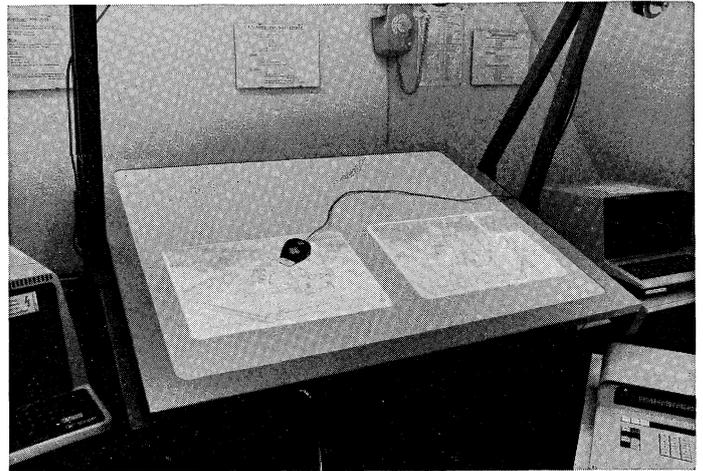


Abb. 6: Für Stereobildauswertungen werden größere Tablett mit der Möglichkeit der Projektion von zwei Bildern nebeneinander erforderlich

Literatur

Bücher sind mit ● gekennzeichnet

- [1] A u e r n h a m m e r, H.: BILD FP (Digitalisieren von Freßpositionen) in: Programm-Bibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1978
- [2] A u e r n h a m m e r, H.: MIKANV (Milchflußkurvenanalyse) in: Programm-Bibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1979
- [3] I r p s, H.: Auswertung von optischen Registrierungen mit dem Reprooptik-Bewerter. Landtechnik 34 (1979), H. 3, S. 140 - 141
- [4] K r e i f e l t s, T.: Digitalisieren mit Computerhilfe. Der GMD-Spiegel H. 4 (1979), S. 9 - 13
- [5] ● M e t z n e r, R.: Kennwerte für tiergemäße Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe. Dissertation, Weihenstephan, 1976
- [6] ● W e b e r, W.: Untersuchungen zum Einfluß der melkmaschinentechnischen Parameter Vakuümhöhe, Pulszahl und Länge der Saugphase auf die Milchabgabe der Kuh. Dissertation, Weihenstephan, 1977

Berichtigung

In dem Beitrag „ $Q_{Tj} = Q_{Tr} + Q_L$ oder der Zwang zum ausgeglichenen Wärmehaushalt in Kuhställen“ von Achim Buchmann in Heft 2/80 der LANDTECHNIK haben sich leider einige Druckfehler eingeschlichen. So muß es in der Fußnote 1 richtig heißen: Die Nutzung des Joule als kohärente SI-Einheit im i-x Diagramm ist sinnvoller als der Begriff Ws.

Weiterhin fehlte der Angabe der k-Zahl mehrmals die Dimension des Temperaturunterschiedes. Die Redaktion bittet dies zu entschuldigen.