

Elektroenergiebedarf rechnergestützter Produktionsverfahren in der Innenwirtschaft

Von Heinz-Lothar Wenner, Hermann Auernhammer und Markus Demmel, Weihenstephan*)

Rechnergestützte Produktionsverfahren haben in der Innenwirtschaft unserer landwirtschaftlichen Betriebe eine große Verbreitung gefunden. Sie sind in Form von Kraftfutterabrufautomaten und Milchmengenmeßgeräten in der Milchviehhaltung ebenso anzutreffen wie als Flüssigfütterungsanlagen in der Schweinemast und als Abruffütterung in der Zuchtsauenhaltung. Alle diese Systeme verursachen einen zusätzlichen Elektroenergiebedarf. Mit Hilfe unterschiedlicher Meßtechnik sollte in je einem Milchvieh-, Zuchtsauen- und Schweinemastbetrieb der Stromverbrauch der einzelnen Komponenten dieser Systeme ermittelt werden. Der folgende Beitrag beschreibt die eingesetzte Meßtechnik und schildert die Versuchsergebnisse.

Computer aided production methods have become widespread in stable and yard operations. They can be found as concentrate responders and milk meters in dairy husbandry as well as in liquid feeding plants for fattening pigs, and as concentrate responders in breeding sow husbandry. All these systems have additional electrical energy requirements. Using various measuring techniques, the current consumption of the various system components in a dairy farm, a breeding sow farm and a pig fattening farm should be ascertained. The following contribution describes the measuring instruments installed, and reports about the results of the experiments.

*) Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner leitet das Institut für Landtechnik der TU München, AOR Dr. Hermann Auernhammer und Dipl.-Ing. agr. Markus Demmel sind wissenschaftliche Mitarbeiter am gleichen Institut.

Fortsetzung von S. 72

Eine Futterküche ist in das Gebäude integriert. Die Kälber werden etwa vier Wochen lang aus Eimern getränkt. Dafür hat der Betriebsleiter einen Wagen gebaut, mit dem er zugleich sechs bis acht Eimer vor jeweils eine Bucht fahren kann. Nach Ablauf dieser Zeit bekommen die Tiere noch rund zwei Wochen Milch aus dem Trog.

Lüftung

Die Zuluft strömt über regulierbare Öffnungen in den seitlichen Türen am Futtertisch ein. Mit Hilfe eines Ventilators wird die Abluft nach oben abgeführt und entweicht durch den Schornstein. Der Ventilator ist von Hand regulierbar (6-Stufen-Schaltung). Zwar besteht die Möglichkeit, den Stall über eine Gaskanone zu heizen. Der Betriebsleiter macht aber nur selten davon Gebrauch, weil eine niedrige Raumtemperatur den Kälbern weniger schadet als zum Beispiel eine zu hohe Luftfeuchtigkeit. Die Baukosten für dieses Stallgebäude lagen bei rund 120 000 DM. Bei ungefähr 85 Plätzen (13 Buchten) entspricht das etwa einem Aufwand von 1400 DM je Kälberplatz. Wer Eigenleistung einbringen kann, schafft es preiswerter.

Resümee

Künftig werden bei Planungen dieser Art die Bestimmungen der zur Zeit im Entwurf vorliegenden „Kälberhaltungsverordnung“ berücksichtigt werden. Doch werden Ställe dieser Bauart auch künftig mit nur geringen Veränderungen möglich sein.

Die Elektronik dringt heute mehr und mehr auch in die Landwirtschaft vor. Rechnergestützte Produktionsverfahren in der Innenwirtschaft waren die Wegbereiter dieser heute stürmisch fortschreitenden Entwicklung. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, daß sich in den landwirtschaftlichen Betrieben der Bundesrepublik mehr als 5000 Kraftfutterabrufautomaten und etwa 200 Milchmengenerfassungsgeräte für die Milchviehhaltung im Einsatz befinden. Die Zahl der von Prozeßrechnern gesteuerten Kälbertränkeautomaten wird auf ungefähr 1000 Einheiten geschätzt. Im Bereich der Schweineproduktion dürften sich momentan etwa 6000 bis 7000 Prozeßcomputer für Flüssigfütterungsanlagen bei Mastschweinen und ungefähr 100 Abruffütterungsanlagen für Zuchtsauen im Einsatz befinden. Im Zusammenhang mit diesen Systemen wurden bis heute vornehmlich Fragen der Arbeitswirtschaft, des Tierverhaltens, der Einzeltierleistung oder der Tiergesundheit untersucht. Trotz der zum Teil schon umfangreichen Verbreitung dieser Technik lagen bis dato keine Anhaltspunkte über die

Höhe des Elektroenergiebedarfs von solchen rechnergestützten Produktionsverfahren vor.

Um Kalkulationswerte für den Elektroenergieverbrauch dieser neuen Systeme verfügbar zu machen, wurden vom Institut für Landtechnik in drei praktischen Betrieben längerfristige Elektroenergiemessungen durchgeführt. Dabei lag das Hauptaugenmerk auf der detaillierten Erfassung der einzelnen Verbraucher, so daß neben der Aufstellung von Verbrauchsstandards auch Hinweise für die Hersteller abgeleitet werden konnten.

Meßobjekte und Meßtechnik

Für die Untersuchungen wurden drei Betriebe im Raum Freising ausgewählt, die für die installierte Prozeßtechnik charakteristisch sind:

- Milchviehbetrieb mit 36 Kühen und Nachzucht im Laufstall, Doppelvierer-Fischgrätenmelkstand mit Milchmengenmeßgeräten, Melkstandcomputern und Einzelplatzidentifizierung, zwei Kraftfutterabrufautomaten.
- Ferkelerzeugerbetrieb mit 52 Zuchtsauen, Wartestall für 40 Sauen in zwei Gruppen mit je einem Futterabrufautomaten.
- Schweinemastbetrieb mit 1200 Mastplätzen und Flüssigfütterungsanlage für CCM, Molke und Getreideschrot.

Für die Langzeitmessung im Milchviehbetrieb wurde das am Institut für Landtechnik entwickelte und bereits 1984/85 bei einer Langzeituntersuchung erprobte STADA-Meßsystem eingesetzt. Dieses Meßsystem ist modular aufgebaut und besteht im wesentlichen aus den Meßeinheiten (maximal acht), der Anpassungseinheit und der Datenstation (Abb. 1). Mit dem STADA-System kann an maximal acht Verbrau-

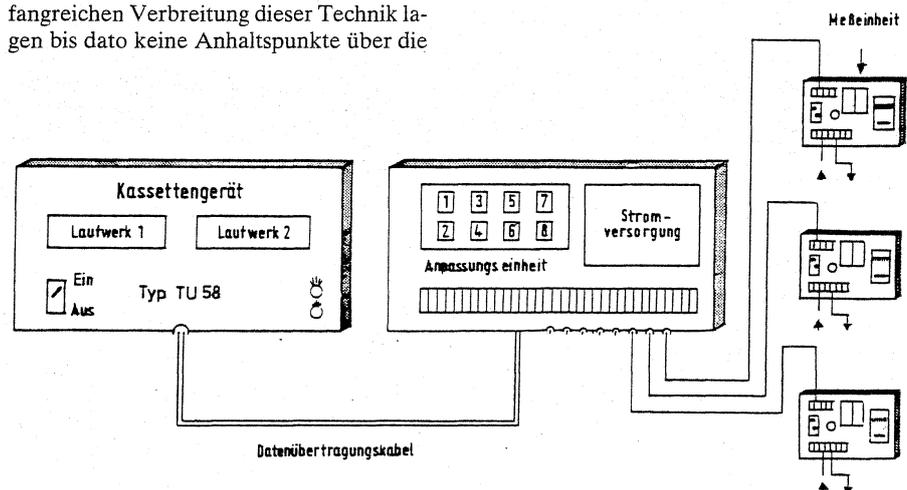


Abb. 1: STADA-System zur Erfassung von Leistungsaufnahme und Stromverbrauch

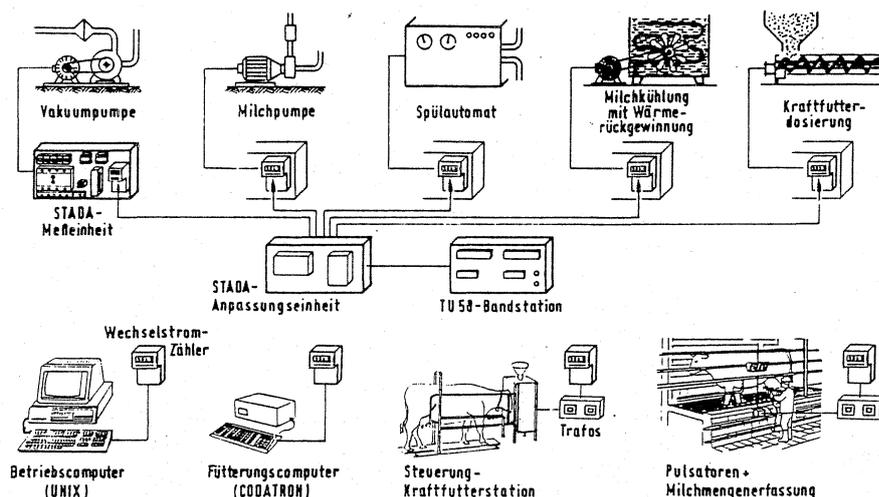


Abb. 2: Elektroenergie-Bedarfsmessung in einem Milchviehbetrieb mit 36 Milchkuhen

chern gleichzeitig die Wirkarbeit oder Wirkleistung mit einer Meßperiodenlänge von mindestens einer Sekunde gemessen und auf Magnetbandkassette aufgezeichnet werden. Eine ausführliche Beschreibung des STADA-Systems findet sich im Forschungsbericht „Elektroenergie-daten für den landwirtschaftlichen Betrieb“ 1987.

In den Schweinehaltungsbetrieben stellt der Einsatz von handelsüblichen Wechsel- und Drehstromzählern in Schutzgehäusen eine viel einfachere und kostengünstigere Lösung zur Ermittlung des Elektroenergiebedarfs einzelner Verbraucher dar. Mit ihnen ist es allerdings nur möglich, einen mittleren Stromverbrauch zwischen den Ableszeitpunkten festzustellen. Andererseits ist es möglich, durch steckerfertige Vorinstallation in der Werkstatt den Aufbau und die Inbetriebnahme der Anlage am Meßobjekt sehr rasch durchzuführen.

Prozeßtechnik im Milchviehbetrieb

Die umfangreichsten Messungen wurden während des ganzen Jahres 1987 an den wichtigsten Stromverbrauchern eines Milchviehbetriebes mit 36 Milchkuhen vorgenommen. Mit dem STADA-Meßsystem wurde der Stromverbrauch des Spülautomaten (Nennleistung 12,0 kW), der Vakuumpumpe (Nennleistung 4,0 kW), der Milchkuhlung (Nennleistung 3,0 kW), der Milchpumpe und der Kraftfutterförderschnecke (jeweils 0,5 kW Nennleistung) in Form von Zwei-Minuten-Summen auf Magnetband aufgezeichnet.

Der Stromverbrauch des Betriebscomputers (Netzteil 330 W), des Fütterungscomputers (Netzteil 130 W), der elektrischen Pulsatoren, der Tieridentifizierung und Milchmengenmeßgeräte (Netzteil 360 W für acht Identifizierungssysteme und acht Milchmengenmeßgeräte, Netzteil 600 W für acht Pulsatoren) sowie der beiden Kraftfutterabruflstationen (Netzteil 2 x 240 W) wurde mit Hilfe einfacher Wechselstromzähler registriert und einmal wöchentlich durch Ablesen festgehalten (Abb. 2).

Aus den Einzelergebnissen wurden die jährlichen Strombedarfswerte der Einzel-

komponenten und der jährliche Gesamtstromverbrauch ermittelt. Zusätzlich konnte noch die Verteilung der Stromkosten auf die Einzelverbraucher, basierend auf die für den Betrieb zutreffende Tarifstruktur festgestellt werden (Abb. 3).

Wie zu erwarten war, verursachen die Vakuumpumpe, die Milchkuhlung und der Spülautomat für die Melkanlage einen großen Anteil (zusammen 75 %) des Stromverbrauches. Die Kosten für den durch sie verbrauchten Strom betragen etwa 3000 DM jährlich.

Einen überraschend hohen Stromverbrauch besitzt die Gruppe der elektronischen Komponenten der Prozeßtechnik. Der Prozeßrechner der Kraftfutterabruflanlage, die Niederspannungsversorgungen für die beiden Kraftfutterabruflstationen, die elektrischen Pulsatoren, die Milchmengenmeßgeräte im Melkstand und die Einzeltieridentifikation sowie der Betriebsrechner verbrauchen im Jahr etwa 3350 kWh. Dies entspricht 21 % des Gesamtstromverbrauches und damit 840 DM Stromkosten pro Jahr.

Nicht aufgenommen in Abbildung 3 wurden die auch ermittelten Strombedarfswerte der

Milchpumpe (90 kWh pro Jahr) und der Kraftfutterförderschnecke (15 kWh pro Jahr), da beide extrem niedrig sind.

Abruffütterung für Zuchtsauen

Die Abruffütterung für in Gruppen gehaltene Zuchtsauen stellt ein neues Verfahren in der Ferkelerzeugung dar. Ein Ferkelerzeugerbetrieb nahe Freising, der im Sommer 1987 zwei Futterabruflautomaten für jeweils 20 Zuchtsauen in Betrieb genommen hatte, bot im Herbst 1987 die Möglichkeit zur Erfassung des Elektroenergiebedarfs.

Zum Einsatz kam eine vereinfachte Meßeinheit, bestehend aus drei handelsüblichen Wechselstromzählern und einem Drehstromzähler (in der institutseigenen Werkstatt steckerfertig vorverdrahtet und in Schutzgehäuse eingebaut). Die Komponenten Fütterungscomputer (Schalt- und Steuerschrank), Multiplexer, Bildschirm und Druckluftkompressor wurden mit diesen Stromzählern versehen.

Die Zählerstände wurden täglich abgelesen und notiert. Die Erfassung erstreckte sich auf einen Monat. Die Tagesverbrauchszahlen waren über den Beobachtungszeitraum hinweg sehr konstant. Aus ihnen wurden die Gesamtstromverbrauchswerte der Einzelkomponenten, die Stromkosten pro Jahr (aufgrund der betreffenden Tarifstruktur) und die spezifischen Stromkosten pro Produktivsäu und Jahr errechnet (Abb. 4).

Es ergeben sich Stromkosten von etwa 5,60 DM pro Zuchtsäu und Jahr für diese neue Fütterungstechnik, ein wahrscheinlich vernachlässigbarer Betrag, wenn die möglichen Vorteile der Gruppenhaltung für Zuchtsauen mit Abruffütterung in bezug auf die Arbeitszeiteinsparung, die tiergerechte Haltung und das Zuchtmanagement in die Betrachtung mit einbezogen werden.

Flüssigfütterung für Mastschweine

Mikroprozessorgesteuerte Flüssigfütterungsanlagen haben in der Schweinemast eine große Verbreitung gefunden. Mit ihrer Hilfe kann die Zusammensetzung des Futters genau eingehalten und der Futterbrei ohne Staubbelästigung exakt den Mastabteilen zugeteilt werden.

Gesamtstromverbrauch kWh/a	Kosten (DM/a)	Spezifische Kosten Dpt/l Milch	Nennleistung kW
450	112	0,06	0,13
880	220	0,12	0,96
950	238	0,13	0,33
1.060	265	0,14	0,48
3.400	850	0,45	12,0
3.350	875	0,46	3,0
5.000	1.250	0,66	4,0
15.240	3.810	2,02	20,90

Verbraucher	Anteil (%)
Vakuumpumpe	32,6%
Milchkuhlung	22,8%
Spülautomat	22,1%
Trafos (KF-Station)	6,8%
Betriebscomputer	6,1%
Trafos (Melkstand)	5,7%
Prozeßrechner	2,8%

Abb. 3: Elektroenergiebedarf und seine Kosten in einem Milchviehbetrieb mit 36 Kühen, Milchkontingent 1987: 235 000 kg

Gesamtstromverbrauch (kWh/a)	Kosten (DM/a)		Spezifische Kosten DM/Zuchtseu	Nennleistung (kW)
185	46,25	Multiplexer..... 15,8%	0,89	0,1
255	63,75	Bildschirm..... 21,8%	1,23	0,1
330	82,50	Druckluftkompressor..... 28,2%	1,59	1,2
400	100,00	Fütterungscomputer..... 34,2%	1,92	0,25
		Schalt- und Steuereinheit..		
1170	292,50		5,63	1,65

Abb. 4: Elektroenergiebedarf einer Abruffütterung für Zuchtsauen und seine Kosten (2 Stationen, 2 x 20 Sauen)

Um auch für diese Technik Kennzahlen über den Stromverbrauch zu erhalten, wurden der Strombedarf der einzelnen Komponenten einer Flüssigfütterungsanlage für 1200 Mastplätze mit Hilfe handelsüblicher Drehstromzähler aufgezeichnet. Das Ziel ist, in einem zweiten Schritt die Stromzähler gegen ein STADA-Meßsystem auszutauschen und eine Langzeitmessung durchzuführen. Zwischenzeitlich liefern die Stromzähler bereits auswertbare Verbrauchsangaben. Folgende Einzelverbraucher wurden mit Stromzählern ausgestattet (Abb. 5).

- Die Futterzuteilpumpe (Nennleistung 5,5 kW) fördert den Futterbrei zu den Mastabteilen.
- Der Mischer mit Entstaubung (Nennleistung 5,5 kW) mischt die Futterbestandteile im Anrührbottich.
- Pumpe für Flüssig-CCM (Nennleistung 4,0 kW) fördert das Flüssig-CCM vom gasdichten Silo in den Mischbehälter.
- Molkepumpe (Nennleistung 1,5 kW) transportiert die Molke vom Tank zum Mischbehälter.
- Drei Schnecken (Nennleistung jeweils 1,5 kW) dosieren die trockenen Futterbestandteile zu.

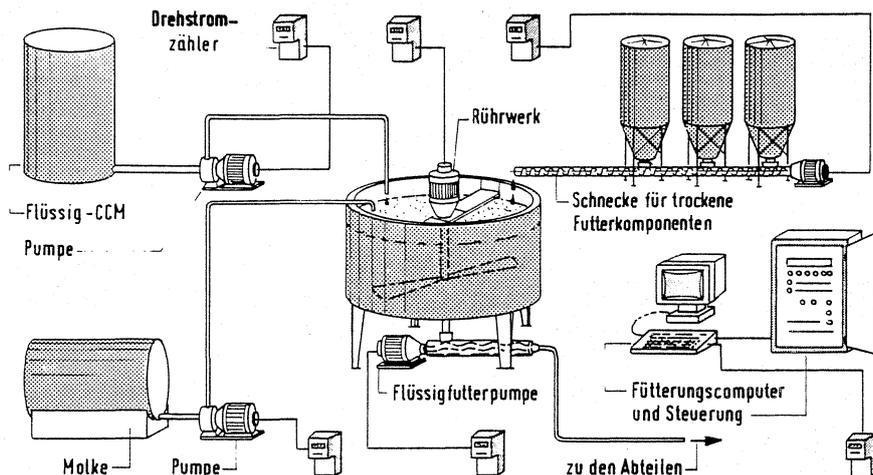


Abb. 5: Meßeinrichtung zur Erfassung des Elektroenergiebedarfs einer Flüssigfütterungsanlage für 1200 Mastschweine

Gesamtstromverbrauch (kWh/a)	Kosten (DM/a)		Spezifische Kosten DM/Mastplatz	Nennleistung (kW)
187	47	Molke Pumpe..... 6,4%	0,05	1,5
272	69	Flüssig-CCM-Pumpe..... 9,3%	0,07	4,0
529	132	Mischer und Entstaubung 18,1%	0,13	5,5
667	167	Fütterungscomputer..... 22,8%	0,17	0,6
		Schalt- u. Steuerschrank..		
1250	312	Fütterungsteilpumpe..... 42,7%	0,31	5,5
2930	727		0,73	17,1

Abb. 6: Stromverbrauch und Stromkosten einer Flüssigfütterungsanlage für 1200 Mastschweine (1000 Mastplätze belegt)

- Der Fütterungscomputer mit Bildschirm und Terminal wird gemeinsam mit dem Schalt- und Steuerschrank gemessen, der neben diversen Ventilansteuerungen auch die Auswertelektronik der Waage des Futtermischbehälters enthält. Die Nennleistung der für diese Bauelemente eingesetzten Netzteile beträgt zusammen etwa 600 Watt.

Die während einer ersten zweimonatigen Meßperiode ermittelten Strombedarfswerte wurden auf ein Kalenderjahr hochgerechnet. Die davon abgeleiteten jährlichen Stromkosten (aufgrund der betreffenden Tarifstruktur) wie auch die spezifischen Stromkosten pro Mastplatz und Jahr (1000 Mastplätze waren während der Beobachtungsperiode belegt) zeigt Abbildung 6. Ein Stromverbrauch der Flüssigfütterung für Mastschweine von etwa 3000 kWh/Jahr führt zu jährlichen Stromkosten von ungefähr 750 DM. Die Flüssigfütterung belastet in diesem Falle jeden belegten Mastplatz mit 0,75 DM Stromkosten pro Jahr. Interessant scheint zu sein, daß nach der Futterzuteilpumpe der Fütterungscomputer mit Schalt- und Steuerschrank den zweitgrößten Anteil am Gesamtstrombedarf der Anlage verursacht.

Zusammenfassung

Die drei verschiedenen Produktionsrichtungen zugehörigen mikroprozessorgesteuerten Produktionsverfahren lassen trotz unterschiedlicher Höhe der Gesamtstromverbräuche bestimmte Gemeinsamkeiten deutlich werden. Während die leistungsstärksten Komponenten der Anlagen, sei es nun die Vakuumpumpe oder die Futterzuteilpumpe die prozentual größten Anteile am Gesamtstromverbrauch aufweisen, besitzen auch die Netzteile der Microcomputer mit ihrer Peripherie und die elektronischen Steuerbauteile dieser neueren Techniken in der Tierhaltung einen sehr hohen, bisher offensichtlich unterschätzten Strombedarf.

Im Milchviehbetrieb tragen die „elektronischen Komponenten“ mit 21 %, bei der Sauenabruffütterung mit 34 % und bei der Flüssigfütterung für Mastschweine mit 23 % zum Gesamtstromverbrauch bei.

Um diese hohen Anteile zu senken, sollte erwogen werden, die Niederspannungskomponenten stromsparender auszulegen. Transformatoren mit geringeren Leerlaufverlusten einzusetzen und – wo möglich – eine zeitweise Abschaltung nicht dauernd benötigter Komponenten zu realisieren.