

In der DDR werden für die Schweinemast vorwiegend Wirtschaftsfuttermittel sowie aus energieökonomischer Sicht langsamlaufende Mischwerkzeuge eingesetzt. Der Einfluß der Mischbehältergröße und damit der Anmischzeit auf das Fließverhalten von Flüssigfuttermischungen ist unbedeutend. Zur Kennzeichnung des Fließverhaltens von Kartoffel-Trockenmischfutter-Mischungen dienen deshalb die Fließkennwerte im Zeitintervall  $t_M = 10 \dots 20$  min als Bemessungsgrundlage.

Nach Förderpausen ergeben sich infolge von Strukturänderungen durch Quellvorgänge und thixotrope Erholungsprozesse in Abhängigkeit vom TS-Gehalt erhöhte Anfahrdruckverluste, die jedoch nur kurzzeitig wirksam werden. Bei einer Trockenmischfutter-Wasser-Mischung mit  $TS = 29,2\%$  wurde nach  $t_R = 4$  h ein um den Faktor 2,4 erhöhter Anfahrdruckverlust festgestellt. Diese Einflüsse vermindern sich bei sinkendem TS-Gehalt erheblich und wirken sich im praktischen Betrieb beim Einsatz von Kreiselpumpen nur unwesentlich aus.

Die Ergebnisse systematischer Fließkurvenmessungen mit Futtermischungen aus Trockenmischfutter und Wasser sowie gedämpften Kartoffeln, Trockenmischfutter und Wasser (Bild 2) sind in Tafel 2 zusammengestellt. Die Gln. (6) und (7) ermöglichen die Berechnung der Fließkennwerte des Potenzgesetzes (1) in Abhängigkeit vom TS-Gehalt. Die Werte für Zuckerrüben-Futtermischungen entstammen früheren Versuchen [5]. Prinzipiell ist eine gute Vergleichbarkeit der Fließkurven von Kartoffel-Futtermischungen (Bild 2, Kurven 2 und 3) und Ergebnissen früherer Förderversuche mit Kartoffelkonservat (Bild 2, Kurve 1 [4]) gegeben. Dabei zeigen Futtermischungen mit frisch gegartem Kartoffeln aufgrund einer weichen und z. T. aufgelösten Zellstruktur eine verbesserte Fließfähigkeit. Gleichzeitig wird deutlich, daß sich trotz des gleichen TS-Gehalts bei nicht genügender Berücksichtigung von Zusammensetzung und/oder Belastungsverhältnissen erhebliche Differenzen des rheologischen Verhaltens ergeben. Jedoch beeinflusst der Wassergehalt das Fließverhalten der polydispersen und oftmals grobstrukturierten Futtermischungen in erster Linie, da das nicht gebundene Wasser als Schmiermittel zwischen den organischen Feststoffen wirkt.

Die Orientierung vieler Praxisanlagen auf maximalen TS-Gehalt im Futter ist dabei aus verfahrenstechnischer und ökonomischer Sicht abzulehnen. Wenn die Nährstoffversorgung der Tiere gesichert ist – im Normalfall bei Getreide-Futtermischungen ab  $TS = 20 \dots 22\%$  [8, 9] – und eine Entmischung während der Förderung ausgeschlossen werden kann, verursacht eine weitere TS-Erhöhung zusätzliche Energieverluste. Wenn zudem – wie in einigen Praxisanlagen mit Erfolg praktiziert [10] – auf separate Tränken im Stall verzichtet wird und die Wasserversorgung der Mastschweine generell über das Flüssigfutter erfolgt, ergibt sich eine nochmalige Erweiterung des Anwendungsbereichs der Flüssigfütterung.

Bei der Futterzubereitung ist also in Abhängigkeit von der Zusammensetzung ein vorherbestimmter optimaler TS-Bereich zu sichern und einzuhalten. Die Konstanz der nacheinander bereiteten Futtermischungen ist eine wichtige Voraussetzung für eine Automatisierung der Futterverteilung, da nur so eine quantitativ und qualitativ gleichmäßige sowie prozeßkontrollierte Versorgung aller Tiere ermöglicht wird. Schlußfolgernd ist festzustellen, daß das Fließverhalten von Flüssigfuttermischungen mit Hackfrüchten bei mehr als zwei Komponenten aufgrund einer Vielzahl von nicht quantifizierbaren Einflußgrößen nur mit erheblicher Unsicherheit vorherbestimmbar ist.

Zur Sicherung eines optimalen Betriebs sind daher die festgelegten Rezepturen in einem bestimmten TS-Bereich möglichst genau einzuhalten. Bei oft wechselnder Futterzusammensetzung wäre zur Überwachung der Futtermischprozesse der Einsatz von angepaßten Prozeßviskosimetern zweckmäßig. Hierzu sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich.

#### 4. Zusammenfassung

Auf der Grundlage systematischer Fließkurvenmessungen mit Flüssigfuttermischungen aus Trockenmischfutter sowie gedämpften Kartoffeln und Trockenmischfutter werden konzentrationsabhängige Fließkennwerte angegeben. Damit liegen erste präzisierende Projektierungsangaben für Futterverteilprozesse vor, die direkt anwendbar sind. Weitere Einflußgrößen auf das Fließ- und Förderverhalten von Flüssigfutter werden disku-

tiert. Aufgrund einer Vielzahl von Futterkomponenten (Tafel 1) im praktischen Betrieb ist eine exakte Vorausbestimmung des Fließverhaltens in jedem Fall nicht möglich. Das kann nur für festgelegte Normzusammensetzungen erfolgen. Wichtigste Voraussetzungen sind die Wahl und die Kontrolle eines optimalen TS-Bereichs der Flüssigfuttermischungen.

#### Literatur

- [1] Türk, M.: Das Fließverhalten landwirtschaftlicher fluider Medien bei isothermer Rohrströmung – ein Beitrag zur angewandten Rheologie. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation B, 1987.
- [2] Mührel, K., u. a.: Transport, Umschlag und Lagerung in der Landwirtschaft. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.
- [3] Dähre, D.: Untersuchungen zum zeitabhängigen Fließverhalten von trockenstanzreicher Rindergülle und die Anwendung auf die Rohrströmung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A, 1986.
- [4] Türk, M.: Druckverlust bei der Förderung konzentrierter fluider Medien aus Kartoffeln in Rohrleitungen. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 8, S. 347–350.
- [5] Türk, M.: Berechnung des Druckverlustes bei Förderung konzentrierter Futtermischungen mit chemisch konservierten Zuckerrüben in Rohrleitungen. agrartechnik, Berlin 28 (1978) 3, S. 134–137.
- [6] Türk, M.; Schmidt, H.; Dähre, D.: Rotationsviskosimeter für landwirtschaftliche fluide Fördermedien. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 12, S. 568–570.
- [7] Dähre, D.; Türk, M.: Methode zur Bestimmung abstrakter Fließkurven nichtlinear-plastischer Medien mit Rotationsviskosimetern. Chemische Technik, Leipzig 39 (1987) 11, S. 477–479.
- [8] Kracht, W., u. a.: Die Auswirkungen einer Anfeuchtung von Konzentrationen auf die Mastleistung der Schweine. Tierzucht, Berlin 33 (1979) 3, S. 138–141.
- [9] Lindner, J. P.; Bucher, E.: Einfluß von Fließfutter mit unterschiedlichem Trockensubstanzanteil auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die Nährstoffverwertung beim Mastschwein im Vergleich zu Trockenfutter. Bayr. Landw. Jahrbuch, München 62 (1985) 6, S. 685–697.
- [10] Hörnig, G., u. a.: Einsatz von Stauklappen in Fließkanälen von Schweineproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 11, S. 501–503.

A 5398

## Rationelle Nutzung der Elektroenergie in Tierproduktionsanlagen durch Optimierung des Maschineneinsatzes

Dipl.-Ing. J. Bothe, KDT/Dr.-Ing. W. Härtwig, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

### 1. Problem- und Zielstellung

Die Erzeugung von Elektroenergie als der am höchsten veredelten Energieform ist unter den Bedingungen der DDR mit hohen volkswirtschaftlichen Aufwendungen verbunden. Die Kosten für den Elektroenergiebezug der landwirtschaftlichen Betriebe wurden bis zum Inkrafttreten der Agrarpreisreform im Jahr 1983 aus dem Staatshaushalt gestützt. Seit 1983 sind die Energiekosten von den Landwirtschaftsbetrieben in vollem Umfang entsprechend dem Industrietarif zu tragen.

Der sparsame, rationelle Einsatz der Elektroenergie in allen Bereichen der Volkswirtschaft, besonders durch die Großverbraucher in der materiellen Produktion – darunter auch der Landwirtschaft –, ist objektiv notwendig und von höchster Priorität [1]. Das Ziel besteht in der Senkung des spezifischen Elektroenergieverbrauchs. Eine absolute Senkung ist wegen der fortschreitenden Mechanisierung der Anlagen, die mit der Schaffung optimaler Umweltbedingungen im Stall, mit der Beseitigung schwerer körperli-

cher Arbeit und mit Verbesserungen im Sozialbereich verbunden ist, nicht möglich. Die Entwicklung des Elektroenergieverbrauchs in der DDR ist in Tafel 1 zusammengestellt. Von 1980 bis 1984 wurde die allgemeine Tendenz des jährlich steigenden absoluten Elektroenergiebedarfs unterbrochen. Das wird im Bereich des MLFN besonders deutlich, wo der Verbrauch relativ stabil bei rd. 20,4 PJ/a lag. Die Ursachen hierfür waren die in diesem Zeitraum in breitem Umfang eingeleiteten energiesparenden, schnell

wirksam werdenden Rationalisierungsmaßnahmen.

Die Steigerung ab 1985 entsprechend der Abrechnung ist teilweise durch folgende Faktoren bedingt:

- Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen
- Übernahme zusätzlicher Leistungen im Territorium, wie z. B. Dienstleistungen für die Bevölkerung
- Erhöhung des Mechanisierungsgrades der Tierproduktion.

Am Beispiel einer Läuferproduktionsanlage mit 1275 Sauenplätzen soll nachfolgend dargestellt werden, wie durch Optimierung des Energieverbrauchs ein rationellerer Elektroenergieeinsatz erzielbar ist.

## 2. Gegenwärtiger Stand

In den 44 Anlagen, die in der DDR nach Angebotsprojekten mit 1000 bzw. 1275 Sauenplätzen des VEB Landbauprojekt Potsdam errichtet wurden, sind die Prozesse, bei denen Elektroenergieverbraucher eingesetzt werden, aus technisch-technologischer Sicht und vom Standpunkt der Bewirtschaftung nicht optimal ausgelegt. Dieser Fakt und die Notwendigkeit wirksamer Verbesserungen der Parameter des Elektroenergieverbrauchs in den Läuferproduktionsanlagen werden u. a. durch [4, 5] bekräftigt.

Auf der Grundlage von Untersuchungsergebnissen eines interdisziplinären Bearbeiterkollektivs [6] wurden Möglichkeiten gezeigt, wie durch die Anwendung rationaler Verfahrenslösungen die Energieverbrauchsstruktur in den o. g. Anlagen verbessert und die Verbrauchparameter bei Elektroenergie gesenkt werden können (Tafel 2). Hauptreserven sind hierbei die kombinierte freie Lüftung mit Wärmerückgewinnung und die Anpassung der Winterluftfrate an die Lebendmasse der wachsenden Tiere bei Gewährleistung des unteren Grenzwertes des optimalen Temperaturbereichs für die einzelnen Haltungsabschnitte entsprechend dem Standard TGL 29 084 [7], die geregelte Ferkelliegeflächenheizung und das ökonomische Betreiben der nach Standard TGL 200 0745/07 [8] reichlich ausgelegten Stallbeleuchtungsanlagen bei maximaler Ausnutzung des natürlichen Lichtes.

## 3. Lösungswege zur weiteren Rationalisierung

In folgenden Richtungen sind weiterführende Maßnahmen zum rationellen Einsatz der Elektroenergie im wesentlichen zu suchen:

- Nutzung nichtkonventioneller Energiequellen, z. B. für Lüftung, Heizung und Warmwasserbereitung
- Schaffung praxisreifer energiebedarfsreduzierter Lösungen für die Ferkelliegeflächenheizung in Abferkelställen [9]

- Anwendung von Ausrüstungen mit besserem energetischem Wirkungsgrad, z. B. für Futterzubereitung und -verteilung, Entmistung, Gülleentsorgung

- gezielte Projektierung der technologischen Prozeßabläufe und Maschinenlinien, um die Anzahl gleichzeitig zu betreibender Elektroenergieverbraucher zu minimieren.

Konkrete Lösungen zur Nutzung nichtkonventioneller Energiequellen wirken in zwei entgegengesetzten Richtungen. Einerseits werden z. B. durch Anwendung der freien Lüftung - Ausnutzen der Winddruck- und Temperaturdifferenzen zwischen Stall- und Außenluft - und der Wärmerückgewinnung zur Stallheizung und Gebrauchswarmwasserbereitung unter Verwendung einer Wärmepumpe die maximale Leistungsanspruchnahme  $P_{max}$  und der jährliche Elektroenergiebedarf  $E_a$  gesenkt. Andererseits erfordert die Wärmerückgewinnung im Prozeß der Stallheizung die zusätzliche Installation von Fortlüftern, wodurch  $P_{max}$  und  $E_a$  erhöht werden. Diese Erhöhung ist dadurch gerechtfertigt, daß der Primärenergiebedarf für Stallheizung und -lüftung erheblich gesenkt werden kann, wobei auch die Kosten der Tierproduktionsanlage für den Bezug von Energieträgern sinken [6]. Lösungen für energiebedarfsreduzierte Ferkelliegeflächenheizungen in Abferkelställen führen zur absoluten Senkung von  $E_a$  und zur Verringerung des Spitzenwertes von  $P_{max}$  der Tierproduktionsanlage. Durch Veränderung der technologischen Prozeßabläufe und den energiebewußten Einsatz der technischen Ausrüstungen und Maschinen kann vor allem der Höchstwert von  $P_{max}$  der Tierproduktionsanlage auf rd. die Hälfte der bisherigen Auslegung nach dem Angebotsprojekt für 1275 Sauenplätze abgebaut werden. Damit wer-

den Reserven erschlossen, die sich für die Tierproduktionsanlage kostensenkend auswirken (Energietarif bei Beachtung der Spitzenlast berechnet) und für die territoriale Konzeption zur stabilen Elektroenergieversorgung des Einzugsbereichs durch Entlastung der Übertragungsleitungen in den Spitzenzeiten von maßgeblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung sind. Nachfolgend werden Möglichkeiten und Methoden besonders zu diesem Aufgabenkomplex dargelegt.

Die Grundlage für den rationellen Einsatz von Elektroenergie in Tierproduktionsanlagen mit vorwiegend mechanisierten Stationärprozessen wird bereits bei der Festlegung der Technologie, bei der technologischen Projektierung und bei der Ausarbeitung der Bewirtschaftungsrichtlinien gelegt. Entscheidend ist die Optimierung des Maschineneinsatzes, d. h. die über den Tagesgang möglichst ausgewogene Inbetriebnahme der einzelnen Elektroenergieverbraucher. Hierbei ist zu beachten, daß u. a. folgende Prozesse im Tagesgang als anderweitig festgelegt und unter dem Gesichtspunkt der Senkung von  $P_{max}$  in Spitzenzeiten als nicht reduzierbar einzustufen sind:

- Stalllüftung bei Einhaltung der Frischluftfraten und Einhaltung bzw. Nachführung der Stalllufttemperatur nach [7]
- Ferkelneheizung bei Einhaltung der nach [7] erforderlichen Temperaturen im Liegebereich der Ferkel durch Nachführung des Temperatursollwertes; dabei ist die konkrete Lösung zur Ferkelneheizung, z. B. Infrarotstrahler oder Liegeflächenheizung „Sonneberg“, zu berücksichtigen
- Stallbeleuchtung bei Einhaltung der erforderlichen Lichtphasendauer sowie der Beleuchtungsstärke unter Berücksichtigung des Tageslichteinflusses durch Zu- und Abschaltung von Leuchtenbändern nach [8].

Tafel 2  
Energetische Kennwerte für die Prozeßabschnitte einer Schweinezuchtanlage mit 1275 Sauenplätzen nach Angebotsprojekt (Rekonstruktionsvorschlag)

Prozeßabschnitt/ gebäudetechnische Ausrüstung	Anschlußwert $P_A$	max. Leistungsanspruchnahme $P_{max}$	jährlicher Elektroenergiebedarf $E_a$	
Gesamtwert für die Tierproduktionsanlage mit 1387 Tpl <sup>1)</sup>	kW bzw. MWh/a W/Tpl bzw. kWh/Tpl · a	364	234	560
davon für den Produktionsbereich <sup>2)</sup>	%	80	78	93
Mechanisierung, gesamt	%	47	33	10
darunter				
- Futteraufbereitung und -zubereitung, -förderung und -verteilung	%	27	15	2
- Gülle- und Dungabführung	%	10	8	3
- Güllelagerung und -aufbereitung	%	8	10	2
Stalllüftung <sup>3)</sup>	%	12	8	21
Beleuchtung (Ställe und Verbinder)	%	18	28	28
Ferkelneheizung	%	12	20	35

1) Sauenplätze

2) Futteraufbereitung und -zubereitung, stationäre Futtermittel, Stall- und Verbinderbeleuchtung, Stalllüftung, Gülle- und Dungabführung, Ferkelneheizung, Reinigung und Desinfektion

3) freie Lüftung mit Zwangslüftungsanteil und Wärmerückgewinnung aus der Stallabluft

Tafel 1. Jährlicher Elektroenergieverbrauch und Steigerungsrate, bezogen auf das Vorjahr, nach [2, 3]

Jahr	Einheit	DDR-Volkswirtschaft [2]	Bereich des MLFN [3]	Tierproduktion [3]
1982	PJ	-	20,5	7,2
	%	-	-	-
1983	PJ	394,3	20,4	7,4
	%	-	-0,5	2,8
1984	PJ	411,5	20,3	7,9
	%	4,3	-0,5	6,8
1985	PJ	423,6	21,9	8,8
	%	2,9	7,9	11,4
1986	PJ	432,6	23,6	9,7
	%	2,1	7,9	10,2

Demgegenüber können bei den Prozessen Gülle- bzw. Dungabfuhr, Futterzubereitung und -verteilung, Reinigung und Desinfektion u. a. bei Beachtung des Bewirtschaftungsregimes und der Arbeits- bzw. Schichtorganisation Verschiebungen des Zeitpunktes ihres Beginns vorgenommen werden. Theoretisch könnte damit den Spitzenbelastungszeiten der Elektroenergieversorgung der Volkswirtschaft ausgewichen werden. Praktisch haben sich aber feste und zweckmäßige Produktionsrhythmen herausgebildet, deren Hauptarbeitsumfang in den Zeiten von 5 bis 10 Uhr und von 13 bis 18 Uhr liegt. Daher ist es notwendig, daß der gleichzeitige Betrieb von Verbrauchern mit hohem Leistungsbedarf, z. B. Güllepumpen und Maschinen im Futterhaus, in diesen Zeiten vermieden wird. Das setzt aber voraus, daß ein solches Entmistungssystem gewählt wird,

bei dem der Güllezufluß zum Zwischenpumpwerk steuerbar ist. Analog ist bei den Maschinenketten innerhalb eines Prozeßabschnitts, z. B. bei der Futterzubereitung im Futterhaus, vorzugehen. Durch entsprechende Taktung zwischen Futterzubereitung und -verteilung ist beim Einsatz von zwei Mixern anzustreben, daß immer nur ein Mischer eingeschaltet ist. Leistungsbedarfsintensive Futterzerkleinerungsaggregate sollten möglichst nicht während des Futterzubereitungsprozesses betrieben werden. Durch die Kopplung mit entsprechenden Pufferlagern, i. allg. Zwischenlagerbehälter mit der erforderlichen Bevorratungskapazität für eine Fütterung, kann die Maschinennutzung in leistungsbedarfsärmere Tageszeiten verlegt werden. Um den optimalen Maschineneinsatz beeinflussen zu können, muß der Tagesgang von  $P_{max}$  in der Tierproduktionsan-

Tafel 3. Spitzenlaststeuerung mit ausgewählten Verbrauchern

Verbrauchergruppe	maximale Leistungsanspruchnahme $P_{max}$ kW
Güllezwischenpumpwerk stationäre Futterverteilung in den $L_0M_0$ -Ställen	13,6
Futterhaus	6,4
- alle Mechanisierungsmittel gleichzeitig	33,4
- Gruppensteuerung nach dem Produktionskontrollsystem	29,8
Ergebnisse der Laststeuerung	
- alle Verbraucher gleichzeitig in Betrieb	53,4
- gleichzeitiger Betrieb aller Verbraucher bei Gruppensteuerung im Futterhaus	49,8
- Verriegelung der Verbraucher bei Gruppensteuerung im Futterhaus	29,8

Bild 1. Methodischer Vorschlag zur Spitzenlaststeuerung in einem überarbeiteten Angebotsprojekt der Schweinezuchtanlage mit 1275 Säuenplätzen (SB Stallbeleuchtung, SL Stalllüftung, SG Gülle- und Dungabfuhrung aus dem Stall, SF stationäre Fütterung, FNH Ferkelnestheizung mit Liegeflächenheizung „Sonneberg“);

Die Zeitbereiche des Betriebes der Mechanisierungsmittel

- beschreiben den Zeitraum, in dem das Mechanisierungsmittel entsprechend dem Erfordernis betrieben werden soll
- legen die zeitliche Zuordnung des gleichzeitigen Betriebes mit anderen Mechanisierungsmitteln in der Tierproduktionsanlage fest
- sind kein Maß für die tägliche Laufzeit des Mechanisierungsmittels.

Halftungsstufe	Anzahl der Stalleinheiten St	Anzahl der Tierplätze Tpl	technologischer Teilprozeß	maximale Leistungsanspruchnahme, Wintertagesgang											
				ohne Spitzenlaststeuerung $P_{max}$ in kW						mit Spitzenlaststeuerung $P_{max}$ in kW					
				4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00
L <sub>1</sub>	2	500	SB	0	6,0			0	0	6,0			0		
			SL			0,4					0,4				
			SG	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
L <sub>2</sub>	2	448	SB	0	6,4			0	0	6,4			0		
			SL			1,4					1,4				
			SG	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
S <sub>0-2</sub> • JS	2	324	SB	0	7,6			0	0	7,6			0		
			SL			1,4					1,4				
			SG	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
• AS	6	784	SB	0	11,1			0	0	11,1			0		
			SL			4,2					4,2				
			SG	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
S <sub>3</sub>	6	300	FNH			4,2,2					4,2,2				
			SB	0	12,7			0	0	12,7			0		
			SL			4,0					4,0				
			SG	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
L <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	9	3960	SF	0	6,4	0	6,4	0	0	6,4	0	6,4	0		
			SB			15,1					15,1				
			SL			6,0					6,0				
			SG	0	0,7			0	0	0,7	0	0,7	0		
F <sub>p</sub>	1	184	SB	0	1,2			0	0	1,2			0		
			SL			0,2					0,2				
Zentralbereiche			Verbinderbeleuchtung			4,0					4,0				
			• Hauptverbinder												
			• Verbinder L <sub>0</sub> M <sub>0</sub>			0,8					0,8				
			Hauptkanäle												
			Entmistung	0	0,5			0	0	0,5	0	0,5	0		
			• L <sub>0</sub> M <sub>0</sub> -Ställe	0	1,0			0	0	1,0	0	1,0	0		
			• Säuen	0				0	0				0		
			Zwischenpumpwerk	0	13,6			0	0	13,6	0	13,6	0		
			Reinigung und Desinfektion	0	6,4			0	0	6,4			0		
Stallbereich				64,6	171,6	165,2	171,6	64,6	64,6	124,7	154,3	124,7	91,8	64,6	
			Futterhaus	0	33,6	0	33,4	0	0	29,8	0	29,8	0		
			Güllelagerung und Fahrzeugbefüllung	0	24,0			0	0	24,0			0		
			Außenbeleuchtung, Sozialgebäude, Technikgebäude, Heizhaus, Kadaverhaus und Pförtnergebäude	6,3	21,8	20,5	6,3	6,3	21,8	20,5	6,3				
Nebenanlagen				6,3	79,2	44,5	77,9	6,3	6,3	75,6	44,5	74,3	6,3		
Anlage gesamt				70,9	250,9	209,7	249,5	70,9	70,9	200,3	198,9	199,0	98,1	70,9	

lage bei verschiedener Prozeß- und Arbeitsorganisation ermittelt und verglichen werden. Durch iteratives Auswiegen von zeitlich bekannten Belastungsspitzen und -tälern kann unter Berücksichtigung vorgegebener Zielfunktionen und unter Einhaltung objektiv bestehender technologischer Prämissen eine gezielte Veränderung der Tagesgangkurve von  $P_{max}$  vorgenommen werden. Solche vorgegebenen Zielfunktionen sind z. B.:

- Nichtüberschreitung einer bestimmten Schichtdauer
  - Einhaltung vorgegebener zulässiger Spitzenbelastungen zu festgelegten Zeiten aufgrund der örtlichen Situation der Elektroenergieversorgung (im Energiebezugstarif mit dem zuständigen Energieversorgungs-betrieb vertraglich vereinbart)
  - Verringerung der Kostenbelastung durch Reduzierung des Grundmittelbestands zu Lasten längerer Maschinenlaufzeiten (z. B. 2 anstelle von 3 Mixern im Futterhaus).
- Bei geplanten Rationalisierungs- und Rekonstruktionsmaßnahmen, die nunmehr auch die industriemäßigen Tierproduktionsanlagen der 1. Generation - darunter die Schweinezuchtanlagen mit 1275 Säuenplätzen - betreffen, ergibt sich die günstige Gelegenheit, den wissenschaftlich-technischen Fortschritt auf diesem Gebiet umfassend zu nutzen und mit hohem energieökonomischem Effekt anzuwenden.

In den entsprechenden Anlagen sind rechtzeitig die notwendigen Voraussetzungen zu schaffen. Dazu gehört, daß über die Tageszeit Elektroenergie- und Elektroleistungsverbrauchs-messungen an den Verbraucherobjekten vorgenommen werden. Diese Messungen sind für Prozesse, deren Einsatzbedingungen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, für Sommer, Winter und Übergangszeit durchzuführen und zu einer Grafik des Tagesganges zusammenzufassen. Ein Vorschlag zur Meßmethode wurde vom Autor (FZM/Rostock) erarbeitet. Für den Wintertagesgang ist im Bild 1 ein Beispiel dargestellt. Durch Analyse und Auswertung muß versucht werden, unter Berücksichtigung der unabdingbaren Prozeßkopplungen, der örtlichen Erfordernisse und der sozial-ökono-

mischen Bedingungen der Tierproduktionsanlage die Verursacher der Spitzenbelastungen in Belastungstäler zu verschieben und Belastungsspitzen durch zeitliches Strecken der Prozeßdauer zu glätten. Eine solche potentielle Möglichkeit wird gegenwärtig z. B. durch die Einführung von Elementen des Produktionskontrollsystems in die Futterzubereitung zwangsläufig geschaffen, da der Einsatz des rechnergestützten arbeitenden Wägemischers von vornherein nur die serielle Zuführung der einzelnen Futterkomponenten gestattet. Damit ist der gleichzeitige, arbeitszeitsparende Lauf von zwei oder gar mehreren Maschinenketten für die Komponentenzuführung grundsätzlich ausgeschlossen. Durch diese Maßnahme kann  $P_{max}$  im dargestellten Beispiel um 3,6 kW gesenkt werden (Tafel 3). Bei Verlagerung der Trokkenalufannahme und der Gülleabführung außerhalb der Zeiten für die Futterzubereitung ist eine weitere Reduzierung von  $P_{max}$  um rd. 23 kW möglich. Damit wird deutlich, daß eine gut abgestimmte Prozeßorganisation die entscheidende Grundlage für den optimalen Maschineneinsatz darstellt. Die Spitzenlast kann von 251 kW auf 200 kW gesenkt werden (Bild 1). Dieser Aspekt wird zunehmend zu einem wichtigen Bestandteil der technologischen Projektierung von Tierproduktionsanlagen. Bereits im Stadium der Konzipierung und Erarbeitung der wissenschaftlich-technischen Grundkonzeption einer neuen oder zu rekonstruierenden Anlage kann der tägliche Spitzenwert von  $P_{max}$  minimiert werden. Hierzu bedient man sich der grafisch-analytischen Methode, wobei die Tagesverläufe von  $P_{max}$  bei vorgegebenen und angenommenen Unterstellungen auf der Grundlage einer festgelegten Bewirtschaftungstechnologie berechnet werden. Die Optimierung des Maschineneinsatzes

mit Hilfe der o. g. Methode ist sehr arbeitsaufwendig und wegen der für Praxisbedingungen notwendigen Flexibilität und Ver- und Entsorgungssicherheit ein vielschichtiges Problem. Zur Rationalisierung dieser Arbeit wurde im Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben ein Rechenprogramm entwickelt, mit dem die Optimierung des Maschineneinsatzes auf mathematischem Weg möglich ist.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Mit der zunehmenden Mechanisierung und Automatisierung, vor allem der Stationärprozesse der Pflanzen- und Tierproduktion, ist ein ständig steigender absoluter Elektroenergieverbrauch im Bereich der Landwirtschaft der DDR verbunden. Dieser Trend wird auch weiterhin anhalten, weil die Elektrifizierung immanenter Bestandteil der mechanisierten und automatisierten Produktionsprozesse mit höchster Arbeitsproduktivität ist. Der rationale Einsatz von Elektroenergie ist in allen Bereichen der Volkswirtschaft zwingend notwendig. Dabei geht es in den Anlagen der Tierproduktion vorrangig um die absolute Senkung des täglichen Spitzenwertes der maximalen Inanspruchnahme  $P_{max}$  und des spezifischen Elektroenergieverbrauchs je Produkteinheit bzw. je Tierplatz und Jahr. Eine wirksame Möglichkeit zur Lösung dieser Aufgabe besteht im optimalen Maschineneinsatz und in einer gut abgestimmten Prozeß- und Arbeitsorganisation. Im Beitrag wird ein einfach handhabbares Meßverfahren zur Ermittlung der elektrischen Leistungsanspruchnahme vorgestellt und als Hilfsmittel zur Gestaltung einer Bewirtschaftungstechnologie vorgeschlagen, bei der der Spitzenwert der maximalen Lei-

stungsanspruchnahme gesenkt werden kann. In der technologischen Projektierung der Produktionsprozesse neuer oder zu rekonstruierender Tierproduktionsanlagen wird zur Optimierung des Maschineneinsatzes die Anwendung der rechnergestützten grafisch-analytischen Methode empfohlen.

#### Literatur

- [1] Ziergiebel, H.: Rationelle Energieanwendung überall. Neuer Weg, Berlin 42 (1987) 23, S. 888-890.
- [2] Statistisches Jahrbuch der DDR 1987. Berlin: Staatsverlag der DDR 1987, S. 154.
- [3] Jahresanalysen der energiewirtschaftlichen Entwicklung im Bereich des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft (MLFN), 1987.
- [4] Siegl, O., u. a.: Durchführung von energiewirtschaftlichen Prozeßanalysen zur Erfassung und Reduzierung des Energieverbrauchs für Heizung und Lüftung in Schweineproduktionsanlagen. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock, Bericht 1985.
- [5] Schupp, S., u. a.: Entwicklung von technischen Lösungen zur rationellen Energieanwendung in Anlagen der Schweine- und Rinderproduktion durch Nutzung nichtkonventioneller Energiequellen. Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock, Bericht 1985.
- [6] Autorenkollektiv: Entwicklung rationaler Verfahrenslösungen der Schweineproduktion mit hoher Effektivität auf der Basis neuer und bewährter biologisch-technologischer sowie ausrüstungstechnischer Erkenntnisse. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock, 1985.
- [7] TGL 29 084 Stallklimagestaltung. Ausg. Juni 1981.
- [8] TGL 2 000 745/07 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Beleuchtungsgüte. Ausg. 1983.
- [9] Barth, D., u. a.: Möglichkeiten zur Senkung des Elektroenergieaufwands für die Ferkelliegeplatzheizung in Abferkelställen. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 9, 419-420. A 5288

## Analyse der Energieanwendung in der Milchproduktion

Dipl.-Ing.-Ök. G. Böhmer/TZL Dr. agr. M. Koallick

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der ADL der DDR

### Aufgabenstellung

Um umfassende, auf das Produkt bezogene Aussagen über den Energieeinsatz in Anlagen der Tierproduktion zu erhalten, ist es bei der Analysearbeit notwendig, die Untersuchungen bis zu den technologischen Einheiten (Einzelstall oder Stallanlage einer Produktionsstufe) in den Betrieben vorzunehmen. Hierzu sind Ställe und Anlagen in die Analyse einzubeziehen, die in ihrem Maschinenbestand und in ihrer technischen Gebäudeausrüstung die Anlagenstruktur der Tierproduktion repräsentieren und die auf der Basis stall- bzw. anlagengebundener Meßtechnik und Energieträgerabrechnung den Einblick in die technologische Produktionseinheit zulassen.

### Möglichkeiten der analytischen Arbeit

Die Auswahl einzelner Untersuchungsobjekte nach technisch-technologischer Gesichtspunkten ist über die Unterlagen der Bausubstanzerhebung relativ leicht möglich. Wesentlich schwieriger ist es aber, den Energieverbrauch je Objekt zu erfassen. Die für die Betriebsabrechnung übliche Kostenträger- und Kostenstellenrechnung und

deren EDV-Abrechnungsprogramme bei den Wissenschaftlich-Technischen Zentren ergaben hierzu keine verwertbaren Daten, da hier mit Energiekosten gearbeitet wird und somit keine Aussage über den tatsächlichen Energieaufwand in energetischen Einheiten möglich ist.

Weiterhin wird nur in wenigen Fällen eine exakte Kostenstellenrechnung bis zur technologischen Einheit geführt. Darüber hinaus ist eine exakte Zuordnung des Energieverbrauchs zu den technologischen Einheiten vielfach aus folgenden Gründen nicht möglich:

- Es sind weitere Abnehmer an den Elektroenergiezählern angeschlossen.
- Traktoren werden sowohl im Stall als mobile Mechanisierungsmittel als auch außerhalb für sonstige Transporte eingesetzt.
- Kesselanlagen versorgen mehrere, auch nicht zur technologischen Einheit gehörende Verbraucher.

Somit sind derartige Analysen ohne Vor-Ort-Befragungen z. Z. nicht durchführbar. Aufgrund des niedrigen Anteils der Energiekosten an den Gesamtkosten von unter 5%

wird den Energiekosten von den Tierproduzenten i. allg. keine besondere Beachtung gewidmet und somit die wenig exakte Zuordnung des Energieverbrauchs zu den Kostenstellen und Kostenträgern nicht als wesentlicher Mangel angesehen.

### Vorläufige Ergebnisse

In einer Voruntersuchung zur Analyse der Mechanisierung und des Energieverbrauchs wurden 44 Ställe bzw. Stallanlagen der Milchproduktion als Untersuchungsobjekte einbezogen, die in bezug auf ihre Kapazität, Leistung und Mechanisierung nicht den Durchschnitt der DDR repräsentieren, jedoch in den Gruppen nach einheitlichen Technologien bewirtschaftet werden und somit untereinander vergleichbar sind.

Hierbei wurden unterschiedlichste Stallgrößen ( $\bar{x}$  = 542 Tierplätze; minimal 37 Tpl., maximal 2092 Tpl.) und Mechanisierungsstufen berücksichtigt. Von den ausgewählten Ställen und Stallanlagen lieferten 25 zum Elektroenergieeinsatz, 24 zum Einsatz fester Brennstoffe und 23 zum Einsatz von Dieselkraftstoff verwertbare Daten.

Untersuchungsgegenstand ist gegenwärtig