



Bild 1  
Spezifischer Zugkraftbedarf der Pflüge in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit; a Rollenpflug GEF-3-35, b traditioneller Streichblechpflug

- Zustand des Motors und der Maschinen.
- Einstellung der Maschinen und Geräte,
- Nutzung der zur Verfügung stehenden Nutzleistung,
- Veränderung der Arbeitsbreite und Arbeitstiefe.

Der Transport nimmt einen großen Anteil in der Feldwirtschaft ein, deshalb muß dort ein starker Einfluß ausgeübt werden. In den Kooperationen sind die günstigsten Voraussetzungen gegeben, eine Transportoptimierung durchzuführen. Eine vereinfachte Transportoptimierung bringt bereits eine wesentliche Einsparung gegenüber dem operativen Einsatz. Mit Hilfe dieses Einsatzplanes kann bei Verwendung spezifischer Kraftstoffverbrauchskennziffern der Kraftstoffbedarf errechnet und den Traktoristen als Norm vorgegeben werden.

#### 4. Schlußfolgerungen

In der Zusammenfassung der dargelegten Problematik können folgende Faktoren für die Gebiete der Forschung und Entwicklung, der Mechanisierungsplanung und beim Einsatz der Traktoren, selbstfahrenden Erntemaschinen, LKW sowie der Maschinen und Geräte genannt werden, die einen wesentlichen Einfluß auf den Kraftstoffverbrauch ausüben:

- Anwendung neuer Wirkungsprinzipien, Verfahren und Technologien, die unter Einbeziehung der energetischen Parameter und Kennziffern auf den wissenschaftlich-technischen Höchststand orientieren
- Einbeziehung von Kraftstoffverbrauchsnormen in die Mechanisierungsplanung

- Einsatz der Maschinen und Geräte nach dem Mechanisierungsplan, wobei der Komplexeinsatz zu bevorzugen ist
- hohe Auslastung der Fahrzeuge und Maschinen
- Anwendung der Transportoptimierung
- die Traktoren verbleiben beim Schichtwechsel, bei der Mittagspause und über Nacht am Einsatzort. Der Transport der Traktoristen erfolgt mit einem Fahrzeug
- Bereitstellung eines Werkstattwagens bei Komplexeinsätzen
- Betankung der Traktoren auf dem Felde durch einen Tankwagen
- Abstellung des Motors bei längeren Stillstandszeiten
- für den Straßentransport dürfen Traktoren nur in Verbindung mit zwei Anhängern und LKW mit einem Anhänger eingesetzt werden
- richtige Einstellung der Maschinen und Geräte
- Gewährleistung eines funktionssicheren Einsatzes
- regelmäßige Durchführung von Pflege- und Wartungsarbeiten
- Erarbeitung von Kraftstoffverbrauchsnormen
- Einbeziehung der Probleme der rationellen Energieanwendung in die Leitungstätigkeit und in den sozialistischen Wettbewerb
- Einbeziehung der Neuerer, Bestarbeiter und der Jugend
- Führung von Brigadkonten, persönlichen Konten und Haushaltsbüchern unter Einbeziehung der rationellen Energieanwendung.

Werden die hier aufgeführten Anregungen und Empfehlungen in den Betrieben ausgewertet und entsprechende Maßnahmen zur Durchsetzung der rationellen Energieanwendung eingeleitet, so wird es möglich sein, bis zu 10 Prozent des Kraftstoffbedarfs in der Feldwirtschaft einzusparen. Das bedeutet eine jährliche Kosteneinsparung von 50 Millionen Mark.

#### Literatur

- 1/ Mach, F. A.: Entwicklung des Energiebedarfs der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft und Maßnahmen zur Profilierung der Energiewirtschaft von 1971 bis 1975, Teil I und II. Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock, Bericht-Nr. 6/71 (B)
- 2/ Honecker, E.: Bericht des Zentralkomitees an den VIII. Parteitag der SED. ND v. 16. Juni 1971
- 3/ —: Änderung der Kostenrichtwerte für Traktoren und LKW. Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf (Arbeitsmaterial des Institutes)
- 4/ —: Prüfbericht Nr. 21 der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim
- 5/ —: Prospekt des Rollenpfluges GEF-3-35. Komplex, Budapest
- 6/ Jörn, O. / H. Schröder: Ermittlung energiewirtschaftlicher Kennziffern in ausgewählten Betrieben der Landwirtschaft. Zwischenbericht der Zentralstelle für wirtschaftliche Energieanwendung, Außenstelle Rostock
- 7/ —: Energieplanung im Bereich Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft der Kreise des Bezirkes Rostock. Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft (unveröffentlicht) A 8599

Ing. G. Böhmer, KDT\*

## Rationelle Energieanwendung in der Tierproduktion<sup>1</sup>

Die sozialistische Landwirtschaft fordert eine rasch zunehmende Mechanisierung und teilweise auch eine Automatisierung der Produktionsprozesse, was neben den sich erhöhenden produktionsbedingten energetischen Anforderungen zu einem weiteren Steigen des Energiebedarfs führt. Dabei ist die tierische Produktion ein Schwerpunkt der Energieanwendung im Bereich der Landwirtschaft.

1970 betrug der Anteil des Bezugsenergiebedarfs am Gesamtbedarf der Landwirtschaft 30 Prozent. Bis 1975 wird der Energiebedarf auf  $\approx 37$  Prozent ansteigen.

Die materialintensiven und damit auch die energetischen Prozesse sind entscheidende Faktoren für die Entwicklung des Nationaleinkommens. Darum dürfen die Einführung neuer Technologien, die Rekonstruktion bestehender Anlagen sowie die Automatisierung und Mechanisierung nicht Selbstzweck sein, sondern müssen sich in jedem Fall in der Senkung der Produktionskosten niederschlagen.

### 1. Energieanwendung in der Tierproduktion

In Anlagen der tierischen Produktion wird Energie in Form von Nutz- bzw. Gebrauchenergie für die Klimatisierung, für Kochprozesse, elektrische Antriebe und Warmwasserbereitung benötigt.

Der Anteil des Energiebedarfs für Klimatisierung wird in Zukunft in Anlagen der tierischen Produktion wachsen und die dominierende Rolle des Energieeinsatzes spielen. Aus diesem Grund wird hierauf näher eingegangen. Dabei wird berücksichtigt, daß Heizung und Lüftung als Energieanwendungsbereiche Teile der Klimatisierung sind und nur im Zusammenhang mit dem Gesamtsystem der Produktionsanlage gesehen werden können.

#### 1.1. Analyse der Stoffproduktion

Um eine Energiebilanz der Klimatisierung aufstellen zu können, muß mit der Analyse der Stoffproduktion begonnen werden.

Die Energiebilanzgleichung <sup>1/</sup>

$$F_{\text{Futter}} \cdot \eta_{\text{Stoffproduktion}} - E_{\text{Endprodukt}} = 0$$

zeigt, daß die Effektivität der Stoffproduktion von deren Wirkungsgrad abhängig ist. Der Wirkungsgrad der Stoffpro-

\* Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock

<sup>1</sup> Aus einem Vortrag anläßlich der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Rationelle Energieanwendung in der LNC“ am 28. und 29. Oktober 1971 in Warnemünde

duktion wird im wesentlichen von den Umweltbedingungen, der Tierart, von züchterischen Faktoren und der Futtermittel beeinflusst. Die Wechselbeziehung zwischen Umwelt und Stoffproduktion ist von besonderem Interesse.

### 1.1.1. Wirkungsgrad der Stoffproduktion

Allgemein wird die mittlere Wärmeabgabe je GV bei Mastschweinen unter günstigen Umweltbedingungen mit 1 200 kcal/h angegeben. Ein Mastschwein produziert demnach in 200 Lebenstagen bis zu einer Lebendmasse von 110 kg insgesamt zwischen 550 000 und 600 000 kcal [2].

Das entspricht einer Wärmeabgabe von 5 000 bis 5 500 kcal je kg Massezunahme. Diesem hohen Energiebedarf bei der Fleischbildung steht ein relativ geringer Kalorienansatz gegenüber.

Ein 110-kg-Schwein, dem mit dem Futter etwa 1,3 Mcal zugeführt wurden, besitzt in der Körpersubstanz  $\approx$  400 000 kcal. Das entspricht einem Wirkungsgrad der Stoffproduktion von rund 30 Prozent. Etwa 45 Prozent der im Futter enthaltenen Energiemenge werden in Wärme umgewandelt und die restlichen 25 Prozent werden mit Kot, Harn und Gasen ausgeschieden. Bei dieser Betrachtung bleibt die für die Klimatisierung aufgewendete Energie unberücksichtigt.

Bei sinkender Raumtemperatur muß das Tier zur Aufrechterhaltung seiner Körpertemperatur größere Futtermengen in Wärme umwandeln, was ein weiteres Sinken der Futterverwertung zur Folge hat.

### 1.1.2. Einfluß der Raumtemperatur auf die Futterverwertung

Bei Untersuchungen mit Schweinen deutscher Rasse ergab sich nach Comberg [3] folgender Temperatureinfluß:

Ausgangsmasse 40 kg

Temperatur °C	Zahl der Masttage	Tägliche Massezunahme g	Futtermittelverbrauch je kg Massezunahme kg
8	135	541	4,71
18	94,5	739	3,28

Diese Beispiele beweisen, daß fehlender Energieaufwand bei der Raumheizung durch erhöhte Futtermengen ausgeglichen werden muß. In diese Betrachtungen sind jedoch auch die Kosten für den Energieaufwand zur Raumheizung einzubeziehen. Untersuchungen in der Praxis haben gezeigt, daß die Erhöhung der Raumtemperatur um 1 °C einen um 5 bis 6 Prozent höheren Brennstoffeinsatz erfordert.

Aus der Summe der Energiekosten für die Klimatisierung und den Kosten für den Futtermittelverbrauch entsprechend der Massezunahme wird sich eine Raumtemperatur als optimal erweisen, die in den meisten Fällen unter der Raumtemperatur liegt, die nur die biologischen Vorgänge im Tier berücksichtigt. Die so ermittelte optimale Temperatur ist für die Wirtschaftlichkeit von tierischen Produktionsanlagen von Interesse.

## 1.2. Aufwand der Klimatisierung

Die Klimatisierung sieht allgemein die Verwendung von Klimablöcken vor. Dabei ist die Stalllufttemperatur und -feuchte durch Heizen, Mischen von Frisch- und Umluft, Befeuchten und Kühlen veränderlich.

Untersuchungen der Deutschen Bauakademie ergaben, daß die Klimatisierung etwa dreimal so viel Investitionsmittel erfordert, wie die Zwangslüftung, die Heizung, Frischluftversorgung und Ablufttransport durch Lüfter sowie Mischen von Frisch- und Abluft umfaßt. Die Teilklimatisierung unterscheidet sich von der Zwangslüftung durch die Möglichkeit der Befeuchtung. Die Investitionen für Teilklimatisierung übersteigen dadurch bereits um 23 Prozent die der Zwangslüftung [4]. Die hohen Investitionen für Klimatisierungseinrichtungen lassen erwarten, daß es in naher Zukunft nur teilklimatisierte bzw. zwangsbelüftete Stalleinheiten geben wird. In welchem Maße höhere Investitionen, insbesondere

für Teil- und Vollklimatisierung, angebracht sind, hängt jedoch davon ab, wie sie durch ökonomisch günstigere Produktionsergebnisse belohnt werden.

Die Lüftungsanlage hat in der kalten Jahreszeit die Aufgabe, Schad- und Geruchsstoffe abzuführen und die ausreichende Versorgung mit Sauerstoff zu sichern.

Im Sommer ist die Raumtemperatur das Ergebnis des Einflusses der Außentemperatur, der Wärmeabgabe der Tiere und der technologischen Einrichtung, dem thermischen Verhalten der Bauhülle und dem Einfluß der Klimatisierungsanlage.

## 2. Energiebedarf

Die Anforderungen der Produktionsprozesse sind unterschiedlich. Kriterien sind die tierphysiologischen Kenndaten, vor allem die Prozeßtemperatur, die zulässigen Abweichungen, die Regelbarkeit der Energieträger und das Zeitverhalten der Regelstrecke.

### 2.1. Gesamtenergiebedarf

Der Gesamtgebrauchenergiebedarf einer Anlage setzt sich aus dem Heizungswärme- und Kältebedarf unter Berücksichtigung der Verteilungs- und Umwandlungswirkungsgrade, dem Wärmebedarf der Futtermittelbereitung und Warmwassererzeugung sowie aus dem Bedarf für die mechanischen Antriebe zusammen. Als Energieträger werden Elektroenergie und Brennstoffe benötigt. Der Wärmebedarf ist grundsätzlich durch substituierbare Energieträger zu decken. Die Optimierung der Wärmeversorgung für die tierische Produktion wird z. Z. am Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock bearbeitet.

Zur überschläglichen Ermittlung des Wärmebedarfs für die Lüftungsanlagen in Stallneubauten wird von einigen Annahmen ausgegangen:

- Die Wärmeabgabe der Tiere deckt die Transmissionsverluste der Bauhülle.
- Ein Teil des Lüftungswärmebedarfs wird ebenfalls durch die Wärmeabgabe der Tiere gedeckt. Daraus folgt, daß die Frischluft auf eine Mindesttemperatur erwärmt wird, die unter der Stalltemperatur liegt.
- Der Wärmeanschlußwert der Luftheizanlage ergibt sich aus der mittleren Frischluftmenge, der Auslegungstemperatur für Außenluft bei  $-15$  °C und der Mindesttemperatur der Frischluft.
- Der jährliche Wärmebedarf wird durch die Heizdauer und eine mittlere Außentemperatur während der Heizperiode bestimmt.

Hieraus ergeben sich Bedarfswerte, die von denen in bestehenden Anlagen teilweise beträchtlich abweichen. Die Abweichungen sind durch die Vielfalt der Bautypen und Einrichtungen bedingt. Außerdem ist nicht anzunehmen, daß für die überwiegende Anzahl der Standortprojekte eine fachgerechte Auslegung der Luftheizung bzw. der Heizung im allgemeinen erfolgte. Des weiteren wird die Streuung des spezifischen Energiebedarfs durch den Einfluß der Bedienung der Heizanlage hervorgerufen.

### 2.2. Spezifische Heizleistung und spezifischer Wärmebedarf

Mitteilungen des Instituts für Heizung, Lüftung, Sanitärtechnik der Deutschen Bauakademie entsprechend, ergeben sich die in Tafel 1 dargestellten spezifischen Heizleistungen und spezifischen Wärmebedarfswerte für Luftheizanlagen.

Diese Werte sollten in allen neu zu schaffenden und rekonstruierten Anlagen angestrebt werden, da hiermit bei Siche-

Tafel 1. Spezifische Heizleistungen und Wärmebedarfswerte [1]

	kcal/h Tier	Gcal/a Tier
Kälber	233	0,335
Rinder (400 bis 600 kg)	372	0,447
Schweine, Zuchtstufe (Bodenhaltung)	180	0,216
Muttersauen mit Ferkel	527	0,760
Läufer — Einzelzucht (Käfighaltung)	28	0,034
Läufer — Gruppenaufzucht (Käfighaltung)	72	0,047
Küken in Bodenhaltung	11,7	0,022
Hühner (Käfighaltung)	16,8	0,025

zung der erforderlichen Luftwechsel die für die Tierart entsprechenden Klimabedingungen geschaffen werden.

### 3. Schlußbetrachtung

Ausgehend von der Tatsache, daß die biologischen Eigenschaften der Tiere weitgehend die Bedingungen des Energieeinsatzes für die gesamte Mechanisierung, Automatisierung und Klimatisierung bestimmen, können für den Hilfsprozeß der Energieanwendung folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Optimale Anlagengrößen bestimmen
- Optimale Raumtemperatur bei minimalem gesellschaftlichen Aufwand ermitteln
- In der Phase der Produktionsvorbereitung für die optimale Technologie und die energetischen Anlagen Maschineneinsatzpläne erarbeiten
- Leistungsgerechte Auslegung der Antriebsaggregate
- Mechanisierungs- und Automatisierungseinrichtungen regelmäßig überprüfen, damit die Einhaltung der energetischen Parameter gesichert ist
- Zwischen Auftraggebern und Herstellerbetrieben sind Normative und Kennziffern zu vereinbaren, die auf den Welt höchststand orientieren
- Energiebedarf auf der Grundlage wissenschaftlich begründeter Normen planen und abrechnen

Dr.-Ing. J. Ochmann, KDT\*

## Technisch-ökonomische Möglichkeiten der Abwärmeverwertung in der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft<sup>1</sup>

Für die Stoffproduktion werden gegenwärtig etwa 10 Prozent des Energiebedarfs der Volkswirtschaft benötigt. Etwa die Hälfte davon ist Wärmebedarf.

Der überwiegende Teil — rd.  $12 \cdot 10^3$  Tcal/a — entfällt auf Prozesse, die bei Temperaturen von 100 °C und weniger verlaufen.

Nach sowjetischen Angaben sind etwa 15 Prozent des von der Industrie verbrauchten Brennstoffes als sekundäre Energieressourcen verfügbar /1/. In der Volkswirtschaft der DDR ergaben sich nach Richter /2/ für 1967 nutzbare Abwärmemengen von etwa  $20 \cdot 10^3$  Tcal/a. Nach Vogel /3/ fielen 1960 rd.  $180 \cdot 10^3$  Tcal/a an. Im Bereich der VVB Kraftwerke entwickelt sich der Abwärmeeinfall von 1970 bis 1990 voraussichtlich von  $60 \cdot 10^3$  auf  $360 \cdot 10^3$  Tcal/a.

Die möglichen Energiequellen sind im Bild 1 schematisch dargestellt.

Die Nutzung der zahlreichen Möglichkeiten setzt voraus:

- ausreichende Menge und Qualität (Aggregatzustand, Temperatur, Druck bzw. Heizwert, stoffliche Zusammensetzung, insbesondere die Art der Verunreinigung)
- Gleichzeitigkeit des Anfalls und Bedarfs
- Identität der Standorte.

Die technischen Möglichkeiten sind im Bild 2 schematisch zusammengefaßt.

Die Anfallenergeträger sind nach ihrer Temperatur über der Prozeßtemperatur aufgetragen.

Besonders interessant sind solche Verfahren, bei denen die Trennwand des Umformers und damit die notwendige Temperaturdifferenz zwischen Wärmeträger und Prozeß (schraffierter Bereich) entfällt: direkte, d. h. energetische und zugleich stoffliche Nutzung der Anfallenergeträger z. B. für technische Trocknung mit Abgasen, Bodenberieselung für die Pflanzen- und Fischproduktion mit Warmwasser sowie auch durch Regeneratoren für die Klimatisierung.

Die Nutzung von Anfallenergie wird in wachsendem Maße im Rahmen der Rationalisierung in den Anlagen selbst er-

\* Abteilungsleiter für Forschung und Entwicklung im Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock

<sup>1</sup> Kurzfassung eines Vortrags anläßlich der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Rationelle Energieanwendung in der LNG“ am 28. und 29. Oktober in Warnemünde

- Qualifizierung des Bedienungspersonals energieintensiver Anlagen
- Energetische Kennziffern in den sozialistischen Wettbewerb einbeziehen.

### Literatur

- /1/ Mach/Ochmann: Studie zur Prognose der ILS-Technik in der tierischen Produktion — Teilsystem Energetik. Forschungsbericht Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock
- /2/ Claus, A.: Betrachtungen über die Ukonomie der Wärmeenergie in der Schweinemast. Schweinezucht und Schweinemast 17 (1969) H. 5
- /3/ Comberg, G.: Klimafaktoren und tierische Produktion. Wiss. Tagung Gödöllö/Ungarn 24. bis 28. August 1970
- /4/ Gottschling, E.: Einfluß der Gebäudeformen und der Lüftungstechnischen Anlagen auf den ökonomischen Nutzen in der tierischen Produktion. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 12, S. 558

Außerdem:

Autorenkollektiv: Grundsätze der Energieplanung und der rationalen Energieanwendung in der Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR. Erarbeitet unter Leitung des Ing.-Büros für Energetik in der Landwirtschaft Rostock und des Energiekombinates Nord Rostock  
Autorenkollektiv: Kennziffernkatalog für die Energieanwendung in der Landwirtschaft. Herausgegeben vom Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft Rostock A 8600

folgen. Dabei entfallen Probleme der Standorte und Gleichzeitigkeit des Anfalls und Bedarfs. Ein mathematisches Modell für die Bewertung der Möglichkeiten wurde von Schieferdecker erarbeitet /5/.

Die Entwicklung tendiert zur optimalen Energieversorgung der Territorien. Daher entstehen Verflechtungen zwischen verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft.

In den letzten Jahren haben sich einige „Vorzugspaarungen“ zwischen Abwärmelieferanten und Wärmeverbrauchern der Stoffproduktion herausgebildet:

- Warmwasserfischproduktion  
Der Entwicklungsstand in der DDR bestimmt den Weltstand. Außer der Fischproduktion sind Krabben und pflanzliches Eiweiß (Algen) intensiv und ökonomisch günstig zu produzieren.
- Gemüseproduktion  
Eine abschließende Bewertung der Untersuchungen an den Experimentalbauten in Lübbenau und Vockerode steht noch aus.

Die Nutzung der Anfallenergie, insbesondere von Abwärme für die Stoffproduktion, läßt sich nach folgenden Zielstellungen verwirklichen:

- Nutzung innerhalb der Produktionsanlage bei geringem Investitionsaufwand (z. B. Plattenwärmeübertrager, Rückflußdauer etwa 2 Jahre).
- Nutzung innerhalb der Produktionsanlage bei optimaler Gesamtenergieversorgung — auch durch Einsatz neuer Energieerzeugungs- oder -umwandlungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Koppelprozesse für Kraft- und Wärmebedarfsdeckung (z. B. Wärmepumpen, Absorptionskälteanlagen, Totalenergiesystem).
- Nutzung betriebsfremder Anfallenergie für herkömmliche Technologie der Stoffproduktion nach Optimierung der Standortbedingungen (z. B. Gemüseproduktion durch Kraftwerksabwärme in Gewächshäusern oder im Freiland) /6/.
- Nutzung durch Systemlösungen für Anlagen der Industrie- und der Stoffproduktion (z. B. Fischintensivhaltung in Kühlteichen von Kraftwerken).

In dieser Reihenfolge nimmt auch der Investitionsaufwand zu.