

Ausgewählte Empfehlungen zum rationellen Einsatz von Energie und Material in der Tierproduktion

Prof. Dr. sc. techn. D. Rössel, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

Die folgenden Darlegungen basieren auf dem Meinungsaustausch anlässlich der gemeinsamen Vorstandssitzungen der Wissenschaftlichen Sektion Technologie und Mechanisierung in Tierproduktionsanlagen und der Zentralen Fachsektion Landwirtschaftsbau am 3. und 4. März 1981 und vom 14. bis 16. April 1982. Leitgedanke dabei war, durch Einsparung von Energie, Material und Arbeitskraftstunden beizutragen, die 10 Schwerpunkte der Wirtschaftsstrategie, wie sie auf dem X. Parteitag der SED beschlossen wurden, durchzusetzen. Wie wichtig es ist, vorliegende Problematik zu durchdenken, zeigt die Tatsache, daß der Verbrauch an technischer Energie in den Jahren 1970 bis 2000 mit dem Gesamtverbrauch bis zum Jahr 1970 identisch ist [1]. Allein diese Tatsache zeigt die Bedeutung des rationellen Energieeinsatzes in der Landwirtschaft, wie er im Beschluß des XII. Bauernkongresses formuliert wurde [2].

1. Energiebetrachtungen zur Tierproduktion

Welche wesentliche Bedeutung Energiebetrachtungen für den rationellen Einsatz technischer Energie haben, soll am Beispiel der Rinderproduktion, wie in [3] dargestellt, verdeutlicht werden.

Die Mehrzahl der angeführten Faktoren des Energieaufwands steht in direkter Beziehung zur Leistung der Tiere und ist so zu gestalten, daß sie sich positiv auf die Tiere auswirkt. Solche Faktoren wie Gebäude, Ausrüstungen, Klimatisierung, Beleuchtung beeinflussen wesentlich den Aufwand an lebendiger Arbeit und die Arbeits- und Lebensbedingungen. Der Energiebedarf für das Material und die Einrichtung eines Kuhplatzes beträgt etwa 42 GJ. Diese Zahl ist ein Orientierungswert und ergibt sich aus dem für die Herstellung und Verarbeitung der Baustoffe erforderlichen Energieaufwand.

Geht man von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren aus, errechnet sich daraus ein Energiebedarf von 840 MJ/Kuhplatz $\cdot a$ ($\approx 80 \cdot 10^3$ EFr/a). Die in diesem Zusammenhang zurückzugewinnende Energie zeigt Tafel 1. Die Wärmerückgewinnung bei der Milchkühlung und die Nutzung dieser Energie (460 MJ/Kuh $\cdot a \approx 43,81 \cdot 10^3$ EFr/a) zur Warmwasserbereitung sind erprobt. Die Nutzung der Stallluft als Wärmequelle erfordert allerdings ein gut isoliertes Stallgebäude. Tafel 1 kann noch durch die rückgewinnbare Wärmeenergie aus der Gülle und dem Abwasser sowie durch jene technische Energie, die durch Rekonstruktion des Bauwerks und Nutzung in einer weiteren Nutzungsperiode zugeführt wird, ergänzt werden. Zu beachten ist dabei, daß infolge des geringen Temperaturniveaus der Wärmeträger die rückgewonnene Energie nur zur Verbesserung des energetischen Wirkungsgrades des landwirtschaftlichen Produktionsvorgangs, jedoch in den seltensten Fällen als Energiequelle für andere Prozesse genutzt werden kann.

Tafel 1. Jährliche Energierückgewinnung in der Rinderproduktion nach [3]

	EFr/a	Anteil am Gesamtaufwand %
Wärme der Milch	$43,81 \cdot 10^3$	0,9
Wärme der Stallluft	$485,71 \cdot 10^3$	9,8
Energie der Exkremente (Biogas)	$895,24 \cdot 10^3$	18,0

2. Empfehlungen zur Energieeinsparung

2.1. Energieverbrauchsnormen

Unter Beachtung der Energieverordnung sind von den Projektanten strenge Maßstäbe zur Reduzierung der Anschlußwerte anzulegen. Die Optimierung der Versorgungsnetze für Elektro- und Wärmeenergie sind daher ein lohnendes Aufgabengebiet für Projektanten und Betriebsingenieure. Wesentliches Hilfsmittel für den rationellen Energieeinsatz ist die Arbeit mit den Normen. Eine ausreichende Absicherung, Pflege und Wartung der dazugehörigen Meßtechnik sowie die exakte Realisierung der Einwilligungsverfahren für die Energieträger sind wesentliche Voraussetzungen für einen volkswirtschaftlichen Einsatz der technischen Energie in der Landwirtschaft. Das Ausschalten von subjektiven Faktoren beim Betreiben von Heizungsanlagen und die Einhaltung von Brennstoffverbrauchsnormen sind damit möglich [3].

2.2. Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiebilanzen

2.2.1. Rinderproduktion

Einen Ausgangspunkt stellen die Lagerbehälterkühlung für kleine Milchviehanlagen (400 bis 800 Kühe) und die Durchflußkühlung mit Eiswasser für große Milchviehanlagen dar. Die Vorkühlung erfolgt dabei mit Kaltwasser (Brunnenwasser), die Eiswasserbereitung wird mit Hilfe neuentwickelter, wassergekühlter Verdichtersätze realisiert.

Das dabei erwärmte Kühlwasser wird nicht wie bisher nutzlos rückgekühlt, sondern findet als alternative Wärmeenergiequelle Verwendung. Durch Nutzung der Milchwärme lassen sich bei

Tafel 2. Energieaufwand ausgewählter Verfahren in kJ/EFr

Energieaufwand für Anweilsilageproduktion	
Horizontalsilo	0,18
Hochsilo	0,09
Energieaufwand für Grünfütterungstrocknung	
Kaltbelüftung (Heu)	0,08
Heißlufttrocknung (Frischgut 18% TS)	31,80
Heißlufttrocknung (Welkgut 30% TS)	16,10
Energiebedarf bei Frischgutfütterung	0,05
Energieaufwand für Futtergetreide	
technische Trocknung (77...86% TS)	2,30...2,60
Zerkleinern	0,10
Naßsilierung (Hochsilo)	0,09
Zerkleinern (Quetschen)	0,03

Einsatz einer Wärmepumpe je 1 Milch rd. 1 l Warmwasser mit einer Temperatur von 50°C erzeugen. Wird das Warmwasser für Reinigung und Desinfektion genutzt, besteht die Möglichkeit, es elektrisch oder unter Ausnutzung der Abwärme der Vakuumerzeuger bis auf 60°C aufzuheizen. Andererseits gibt es bereits ein neues Reinigungsmittel, das in Verbindung mit einer neuen Reinigungsvorschrift für Wassertemperaturen von 45°C [4] wesentlich zur Energieeinsparung beitragen wird. Unter diesen Bedingungen kann bei sparsamem Warmwassereinsatz in den Sommermonaten das Heizungshaus stillgelegt und damit neben Energie eine Einsparung an Arbeitskraftstunden, Instandsetzungsaufwand usw. erreicht werden. Eine Abwärmenutzung aus Milchkühlanlagen mit Wärmepumpen ist jedoch erst ab einer Bestandsgröße von 450 Tieren wirtschaftlich realisierbar. Durch die Kaltwasservorkühlung der Milch kann die Kälteleistung der Kühlanlagen in diesem Zusammenhang um rd. 30 bis 40% gesenkt werden. Gleichfalls besteht die Möglichkeit der Umrüstung von R22- und von NH₃-Kälteanlagen auf den Betrieb mit Wärmerückgewinnung. Die benötigten Unterlagen wurden vom VEB Landtechnischer Anlagenbau Mihla erarbeitet.

In der Milchviehanlage Lüssow (1232 Tiere) wurde im Zusammenhang mit der Einführung der Milchkühlung mit Wärmerückgewinnung eine Reduzierung des Brennstoffverbrauchs an Braunkohlenbriketts um 137 t/a erreicht und der gesellschaftliche Aufwand auf 35 000 M/a verringert [5].

Spezielle Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiebilanzen in einzelnen Bereichen der Rinderproduktion sind:

K0-Bereich

Eine Verbesserung der Wärmedämmung könnte zur Reduzierung der Heizlast beitragen.

K1-Bereich

Bei verbessertem Wärmeschutz und Wärmerückgewinnung mit 10%iger Effektivität ist die Abdeckung des Wärmebedarfs möglich.

Milchkühe

Eine Heizung in Kuhställen bei entsprechender Fahrweise der Lüftungsanlagen ist nicht erforderlich.

Jungrinderställe

In Jungrinderställen ist die Problematik im Vergleich zu Kuhställen komplizierter. Durch Verstärkung der Wärmedämmung in Jungrinderställen kann die Wärmebilanz nicht entscheidend beeinflusst werden.

Wie Tafel 2 zeigt, ist der Energiebedarf bei Frischgutfütterung bedeutend geringer als bei allen anderen Futteraufbereitungsformen [6, 7]. Gleichzeitig ist festzustellen, daß die Silagegewinnung im Hochsilo weniger Energieaufwand als im Flachsilo erfordert, allerdings wesentlich höhere Investitionen voraussetzt.

Der Energieaufwand für Ernte und Transport wurde in Tafel 2 nicht berücksichtigt.

2.2.2. Schweineproduktion

Spezielle Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiebilanz in den einzelnen Bereichen der Schweineproduktion sind:

- Heizung ist nur für Abferkelställe vorzusehen, in allen anderen Bereichen sind die Temperaturen durch bautechnische Maßnahmen und Lüftung abzusichern [8]
- die Stalllufttemperatur bestimmt entscheidend die Heizleistung, z. B. führt die Erhöhung der Stalllufttemperatur von 16 auf 18°C in der Endmast zu einem 2,5fachen Brennstoffbedarf [9]
- Verbesserung des bautechnischen Wärmeschutzes entsprechend dem Standort im Abferkelstall zur Senkung des Heizungs-wärmebedarfs
- im Abferkelstall mit Käfighaltung (hohe Tierkonzentration) ist der Einfluß des Wärmeschutzes gering; einfache Methoden der Wärmerückgewinnung mit rd. 20% Rückgewinnungsanteil könnten zum Bilanzausgleich bei 18°C Stalllufttemperatur führen.

2.2.3. Geflügelproduktion

Ein Schwerpunkt zur Verbesserung der Energiebilanz in der Geflügelproduktion ist gegenwärtig die Substitution von Heizöl und Dieselkraftstoff für Heizzwecke. Wegen der dezentralen Lage der Standorte und des relativ geringen Wärmebedarfs an einem Standort ist die Ablösung von Heizöl und DK durch feste Brennstoffe sehr investitions- und arbeitskräfteaufwendig.

Zur Zeit wird der Einsatz von Wärmepumpen auf der Basis von Schichten- und Bachwasser für mehrere Standorte vorbereitet [10].

Spezielle Möglichkeiten zur Energieeinsparung in der Geflügelproduktion sind [11]:

- bessere Wartung der Lüftungsanlagen (10% Energieeinsparung möglich)
- technologische Maßnahmen zur Hallenabgrenzung bei der Aufzucht der Tiere (5%)
- Verbesserung der Gebäudewärmedämmung (5%)
- Einführung der Zweiphasenhaltung
- Heizölsubstitution durch Wärmepumpenanwendung
- Verwendung von Gliederkesseln GK 72 mit Vorofen zum Einsatz von Rohbraunkohle
- Prüfung der Möglichkeit der Gewinnung und des Einsatzes von Biogas.

Möglichkeiten zur Energierückgewinnung werden z. Z. nur in Form der Wärmerückgewinnung aus der Fortluft und der Abwärmenutzung aus den Kälteanlagen der Schlachthöfe gesehen [12].

Untersuchungen an Wärmerohren mit 2 m Länge und 8 hintereinandergeschalteten Rohrreihen ergaben einen Wärmerückgewinnungsgrad von 0,426 bei 27°C Fortlufttemperatur und eine Amortisationszeit von rd. 3,2 Jahren. Empfehlungen für die Projektierung sind nach [12]:

- strengere Maßstäbe zur Reduzierung des Elektroenergieverbrauchs für die Energieversorgung besonders in der Phase der Projektierung
- Einsatz ausreichender Meßtechnik zur Feststellung des Energieverbrauchs als Voraussetzung zur Festlegung entsprechender Verbrauchsnormen
- optimale Fahrweise des Lüftungsregimes, besonders Einhaltung der minimal erforderlichen Außenluftstraten während der Heizperiode mit Umluftbetrieb
- Anwendung von Überdrucklüftungssystemen bei Zuführung von technischer Wärme
- Trennung der Wärmekreisläufe für technologische Verbraucher und für die einzelnen Heizungskreise
- verstärkter Einsatz automatischer Meß-

und Regelungsanlagen für alle energetischen Prozesse

- optimale Kesselabstufung entsprechend dem Jahresgang der Heizleistung und für den Winter- und Sommerbetrieb
- regelmäßige Reinigung, Wartung, Pflege und Instandhaltung der Heizungs-, Lüftungs-, Wärmeversorgungs-, Meß- und Regelanlagen
- Auslegung der Beleuchtung nach energie-wirtschaftlichen Gesichtspunkten bei weitgehendem Einsatz von Leuchtstofflampen.

2.2.4. Ausgewählte Ver- und Entsorgungsbereiche

Gülle- und Dungwirtschaft

Ein verfahrenstechnisches Problem stellt die Entscheidung Gülle- oder Dungwirtschaft dar. Zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit ist eine qualitativ und quantitativ verbesserte Dungwirtschaft erforderlich. Dies ist von besonderer Bedeutung, da 25% der Rinder und 35 bis 40% der Schweine einstreulos gehalten werden.

Wesentliche Einsparungen lassen sich unter diesen Voraussetzungen durch die Gewinnung trockensubstanzreicher Gülle erreichen, da für die mobile Ausbringung von 1 m³ Gülle bei einer mittleren Transportentfernung von 6 km 1 l Dieselkraftstoff benötigt wird. In der DDR fallen jährlich annähernd 65 Mill. t Gülle an. Bei Verdopplung des gegenwärtigen Trockensubstanzgehalts (TS-Gehalt), 40% der Schweinegülle fallen gegenwärtig mit einem TS-Gehalt von 5% und 90 bis 95% der Rindergülle mit einem TS-Gehalt von 3% an, ergibt sich daraus, daß rd. 30 Mill. l DK für die Gülleausbringung eingespart werden könnten. In ähnlichen Größenordnungen könnten Arbeitskraftstunden für den Gülletransport eingespart werden.

Trockensubstanzreiche Gülle kann durch Einbau von Stauplatten in tiefe Fließkanäle, Nutzung flacher Fließkanäle mit Klappschiebern oder Spülentmischung, bessere Funktionsüberwachung der Tränken, Verwendung geschlossener Trogtränkesysteme als Tränkvorrichtung, Reduzierung des Reinigungswasserbedarfs, Einführung von Wasserverbrauchsnormen entsprechend Standard TGL 26565 (Wirtschaftliche Wassernutzung, Normen für Wasserentnahme und -bedarf) [13], Vermeidung von Leckstellen, Nutzung der Fließkanäle ohne Wasserzusatz, Abführung der Produktions- und Sozialabwasser getrennt von der Gülle gewonnen werden [14]. Das Einschalten der Güllerpumpen mit Hilfe von Schaltuhren außerhalb der Spitzenbelastungszeiten, die verringerte erforderliche Lagerkapazität der Gülle bei höherem TS-Gehalt, die geringere Überfahrhäufigkeit des Bodens und die Einführung eines Wassersparprogramms sind wichtige Faktoren zur Energieeinsparung und Aufwandreduzierung.

Das Mischen der Gülle mit Stroh ergibt ebenfalls eine günstige Energiebilanz im Verhältnis zur Stalldungwirtschaft. Bei Vernachlässigung der Transportaufwendungen außerhalb des Stalls ergeben sich für die Förderenergie bei Güllehaltung 0 und bei Einstreuhaltung 0,68 MJ/t Dung. Zur Kompostierung werden für das Mischen von Stroh und Gülle 0,63 MJ/t Dung benötigt.

Mit diesem Verfahren besteht gleichzeitig die Möglichkeit, das Verhältnis Stroh—Gülle über das bei der Einstreuhaltung vorkommende Verhältnis von 1:3 zu erhöhen und das vorhandene Einstreuroh effektiver zu nutzen. Dies ist erforderlich, da das in der Strohbilanz der Landwirtschaft der DDR (Tafel 3) aus-

Tafel 3. Strohbilanz der Landwirtschaft der DDR in Mill. t nach [15]

Verfütterung	rd. 2
Einstreu	rd. 4
Strohdüngung	rd. 1,0 ... 1,5
Mietenstroh	rd. 0,3
Sonstiges	0,1 ... 0,3

gewiesene Einstreuroh bereits beim gegenwärtigen Verhältnis Einstreuhaltung zu Güllehaltung nicht ausreicht.

Kurzzeitdämpfen

Das Verfahren des Kurzzeitdämpfens ist eine weitere Möglichkeit der Wärmeenergieeinsparung. Die Effektivität läßt sich dabei durch Wärmerückgewinnung gleichfalls noch erhöhen. Diese rückgewonnene Wärme ist infolge ihres höheren Temperaturniveaus gegenüber der Abwärme aus der Milch, dem Abwasser und der Gülle von besonderer Bedeutung.

Energieeinsparung durch Einhaltung der Betriebsparameter von Wärmeversorgungsanlagen

Zur Senkung vermeidbarer Wärmeverluste in Tierproduktionsanlagen sollten folgende Maßnahmen realisiert werden:

- generelle Trennung der Wärmekreisläufe der technologischen Verbraucher und der Gebrauchswarmwasserbereitung von denen der Heizungsanlagen
- Automatisierung der Wärmekreisläufe in der Art, daß eine konstante Betriebsweise bei den technologischen Verbrauchern und bei der Gebrauchswarmwasserbereitung sowie eine gleitende Betriebsweise der Heizungsanlagen gewährleistet werden kann
- Kesselabstufung auf der Grundlage des Jahresgangs der Heizleistung
- regelmäßige Reinigung der Heizflächen, Überprüfung des Schornsteinzugs, Beseitigung von Undichtheiten
- Meß- und Regelanlagen für Kessel (Zugmessung, CO₂-Überwachung, Abgastemperaturmessung)
- Kondensatrückführung, Beseitigung von Leckverlusten
- Wärmedämmung der Dampf-, Warmwasser- und Kondensatleitungen sowie der Warmwasserbereiter
- Anpassung der Kesselfahrweise an das Außenklima, Einhaltung ökonomisch optimaler Stalltemperaturen, Erarbeitung klimaabhängiger Vorgaben
- Schulung des Bedienungspersonals der Kesselanlagen
- Abstimmung der Wärmeerzeugungsanlagen auf Sommer- und Winterbetrieb
- regelmäßige Pflege und Instandhaltung der Lüftungs- und Wärmeanlagen [16]
- Optimierung des Betriebsregimes der Wärmeversorgung [17]
- Nutzung erarbeiteter technisch-technologischer Möglichkeiten zum rationellen Einsatz von Rohbraunkohle in Kesselanlagen [18].

Energieeinsparung durch rationelle Lagerung fester Brennstoffe

Die Verminderung der Brennstoffqualität erfolgt durch klimatische, mechanische und chemische Einwirkungen. Wesentliche Kennwerte wie Heizwert, Wassergehalt, Körnung und Druckfestigkeit müssen erhalten bleiben. Das ist durch folgende Maßnahmen möglich:

Tafel 4. Vermeidbare Verluste in Tierproduktionsanlagen

Verlustgrößen	%
nicht oder mangelhaft wärmedämmte Stalldecke	35
offene Deckenluftschächte beim Betrieb von Warmluftanlagen	70
undichte Stallfenster und Türen	15
schadhafte Wärmedämmung an Rohrleitungen	10
unsachgemäße Anwendung von Lüftungssystemen, z. B. des Unterdrucksystems bei Zuführung von technischer Wärme	80
Überschreitung erforderlicher Stalllufttemperaturen	6

- Schutz der Brennstoffe vor Witterungseinflüssen, mechanischer Zerstörung und Selbstentzündung
- qualitätsschonender Umschlag
- Vermeidung von wiederholtem Umlagern der Halden
- Schaffung eines idealen Untergrunds auf dem Lagerplatz
- Vermeidung der negativen Einflüsse der Witterung durch Überdachung, Abdeckung mit Planen (ab 6 Monaten Lagerzeit), Einlagerung in günstiger Haldenform (Kegelstumpf) bzw. Errichtung von Stützwänden auf der Wetterseite des Lagerplatzes.

Energiewirtschaftliche Beleuchtung

Der wirtschaftliche Betrieb und die zielgerichtete Dimensionierung der Beleuchtungseinrichtungen in Abhängigkeit von den technologischen und tierphysiologischen Erfordernissen bilden eine reale Basis zur Energieeinsparung [19]. Wesentliche Einsparungen sind ebenfalls durch die Reduzierung der Außenbeleuchtung und die Umstellung von Glüh- auf Leuchtstofflampen zu erreichen. Die zweckmäßige Wahl der Art der Ausleuchtung der Stallräume hinsichtlich Allgemein-, Arbeitsplatz- und kombinierter Beleuchtung, der richtigen Farbgebung der Decken, Wände und Ausrüstungen, der zweckmäßigen Schaltbarkeit der Beleuchtungsanlage entsprechend den Betriebsbedingungen, der Verwendung von Dämmerungsschaltern zur Vermeidung unnötigen Beleuchtungsaufwands sowie der zielgerichteten Arbeit des Energieaktivs zur Vermeidung nicht gerechtfertigter Beleuchtung sind weitere Ansatzpunkte zum rationellen Energieeinsatz in Tierproduktionsanlagen.

2.3. Ausgewählte bautechnische und maschinenbautechnische Probleme

2.3.1. Verbesserung der Energiebilanz in Produktionsbauten

Zielsetzung ist die Einsparung von Heizungs- und Lüftungsenergie bei Einhaltung der geforderten Klimaparameter. Wesentliche Maßnahmen in der Tierproduktion [19, 20] sind die verstärkte Nutzung der Tierwärme zur Stallheizung, die technologische Verbesserung der derzeit eingesetzten Stalllüftungssysteme durch die kombinierten Systeme sowie die Nutzung der rekuperativen Vorwärmung der Frischluft in den Ställen.

Überhöhter Energiebedarf resultiert vorwiegend aus den in Tafel 4 dargestellten vermeidbaren Verlusten [21].

Ein wesentliches Problem stellt gegenwärtig die Auswahl des geeigneten Wärmeübertragers dar. Dazu werden in Tafel 5 Werte angegeben [22].

Plattenwärmeübertrager sind zu materialintensiv und infolge des hohen Reinigungsaufwands für Großanlagen sowie für langsamlaufende Wärmeübertrager wegen der Staubbelastung durch die Fortluft ungeeignet [21, 22].

Tafel 5. Wärmerückgewinnungsgrade und Amortisationszeiten nach [22]

Gerät	Wärmerückgewinnungsgrad	Amortisationszeit a
Wärmerohr	0,67	3,4
rekuperatives Zirkulationssystem	0,39	4,8
Plattenwärmeübertrager	0,50	4,4
langsamlaufende Regeneratoren	0,67...0,78	3,8

2.3.2. Energieeinsparung durch geeignete Förder-, Antriebs- und Transportsysteme

Die verstärkte Nutzung von Elektroantrieben für Transportaufgaben verdeutlicht die Möglichkeit, rationell einheimische Energiequellen zu nutzen. Dabei wirkt sich günstig aus, daß schienengebundene Fahrzeuge einen geringeren Energiebedarf als andere Fahrzeuge haben. Der Vergleich des spezifischen Energieaufwands schienengebundener Fahrzeuge mit Elektroantrieb (80 kJ/t · km) und mobiler Fahrzeuge mit Dieselmotor (720 kJ/t · km) verdeutlicht dies.

Eine wesentliche Quelle zur Energieeinsparung ist somit die umfangreichere Nutzung des Bahntransports, da die DDR mit 13,1 km/100 km² über ein dichtes Eisenbahnnetz verfügt.

Ein weiterer Weg zur Einsparung von Material und Energie ist durch Materialsubstitution gegeben. Zum Beispiel könnten Stützkonstruktionen für Gurtbandförderer durchaus für bestimmte Einsatzgebiete aus Beton gefertigt werden, da nur 1,2 kWh/t zur Zementherstellung, aber 4 kWh/t zur Walzstahlherstellung notwendig sind.

2.3.3. Energiewirtschaftliche Belüftung

Die Möglichkeiten zur Erhöhung des energetischen Wirkungsgrads in der Klimatechnik sind vielfältig und kompliziert, besonders hinsichtlich ihrer Wirkung auf Primär- und Sekundärverluste in der landwirtschaftlichen Produktion. Erfolgreiche Beispiele der Energieeinsparung wie die lokale Klimagestaltung [23], die Lagerung von Kartoffeln im Freien [24, 25], der Einsatz von Kühllagern für Speisekartoffeln [24], die Reduzierung der Luftförderströme nach Erreichen der Kartoffel-lagertemperatur [26], die freie Lüftung für Kartoffellagerhäuser [24, 27, 28, 29], die Wurlüftung für Behälterstapel [24, 29, 30], die Kombination von Wärmeübertragern im Bypassverfahren in Zwiebellagern [29] verdeutlichen die große Anzahl der Möglichkeiten.

Literatur

- [1] Bergner, M.: Möglichkeiten zur Biogaserzeugung. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1981 (unveröffentlicht).
- [2] Beschluß zum XII. Bauernkongreß der DDR. Protokoll 1982.
- [3] Thurm, R.: Gestaltung der Verfahren der Rinderproduktion bei optimalem Einsatz von Energie, Material und Arbeitskräften. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 7, S. 319—321.
- [4] Cersovsky, M.: Energiesparender Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln für Milchgewinnungsanlagen. Milchwissenschaft — Milchpraxis 23 (1970) 2, S. 33—36.
- [5] Stein, J., u. a.: Der Einsatz von Wärmepumpen in Milchviehanlagen. Melioration und Landwirtschaftsbau, Berlin 15 (1981) 1, S. 24—26.
- [6] Otto, G.: Einige Schwerpunkte der Mechanisierung der Futterproduktion in der DDR aus energetischer Sicht. Forschungszentrum für

Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Vortrag 1980.

- [7] Tabellenwerk Heißlufttrocknung landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Landwirtschaftsausstellung der DDR. Markkleeberg 1973.
- [8] Müller, H.: Interpretation der TGL 29084/02, Stallklimaberechnungen. Lehrgang Klimagestaltung in Tierproduktionsanlagen, Friesack 1980.
- [9] Schulz, A.; Hanke, E.: Energiewirtschaftliche Aspekte für die Auslegung und den Betrieb von Lüftungs- und Heizungsprozessen in Stallanlagen. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 11, S. 479 bis 482.
- [10] Kümritz, W.: Erste Erfahrungen bei der Anwendung von Wärmepumpen in Anlagen der Tierproduktion. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 10, S. 431.
- [11] Heinrich, G.: Wärmepumpen in der Geflügelproduktion. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 7, S. 307—308.
- [12] Hackel, K.: Stellungnahme zu „Ausgewählte Empfehlungen zum rationellen Einsatz von Energie, Material und Arbeitskraftstunden in der Landwirtschaft“. VEB Ingenieurbüro für Geflügelwirtschaft, Berlin 1982.
- [13] Kaiser, E.: Rationeller Wassereinsatz in der Rinderproduktion. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 2, S. 66—68.
- [14] Asmus, F.: Verfahren zur Aufbereitung von Gülle und ihre Verwertung in der Pflanzenproduktion. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 2, S. 50—52.
- [15] Bess, W.: Technisch-technologische Untersuchungen zur qualitätserhaltenden Lagerung von Häckselstroh für Futterzwecke. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Dissertation 1979 (unveröffentlicht).
- [16] Hanke, E.; Schupp, S.: Wärmeenergetische Probeanalyse in einer Milchviehanlage. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 11, S. 483—485.
- [17] Richtlinien zur Organisation des Betriebsregimes in Betrieben der nichtöffentlichen Wärmeversorgung. Gesetzblatt der DDR Teil I, Nr. 16 vom 10. Juni 1981.
- [18] Barthmann, C.; Hübner, N.; Wex, H.: Technisch-technologische Möglichkeiten und Voraussetzungen zur Substitution von Braunkohlenbriketts durch Rohbraunkohle in Kesselanlagen in Auswertung bisheriger Brennstoffversuche. Energieanwendung, Leipzig 30 (1981) 2, S. 44—47.
- [19] Internationales Symposium zur Wirkung der UV-Strahlung und des Lichts auf landwirtschaftliche Nutztiere in Leipzig am 20. und 21. September 1979.
- [20] Jungnickel, H.: Die Bedeutung der rationellen Energieanwendung im Bereich des MLFN. Energieanwendung, Leipzig 29 (1980) 4, S. 119—120.
- [21] Kriterien der energiewirtschaftlichen Arbeit von Betrieben der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft. Institut für Energetik, Zentralstelle für rationelle Energieanwendung, Leipzig 1979.
- [22] Hettwer, H.; Bath, H.-H.: Wirtschaftliche Energieanwendung am Beispiel des VEB Kombinat Industrielle Mast Königs Wusterhausen. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 7, S. 304—306.
- [23] Kühnhausen, S.: Beitrag zur lokalen Klimagestaltung in Milchviehanlagen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1981.

Fortsetzung auf Seite 227

Nutzung der Sekundärenergie in Tierproduktionsanlagen

Ing. O. Jörn, KDT, Bezirksstelle für rationelle Energieanwendung Rostock
Hochschulring, L. Glöde, KDT, VEB Schweinezucht Losten, Bezirk Rostock

1. Einleitung

Mit der kontinuierlichen Entwicklung der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft war besonders in den letzten Jahren ein immer umfassenderer Energieträgereinsatz verbunden. Energieträger stehen jedoch nicht unbeschränkt zur Verfügung.

Der auch zukünftig weiter ansteigende Energieverbrauch ist einerseits durch neue eigene Energiequellen, d.h. durch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des bereits stark ausgebauten Braunkohle- und Energiepotentials und durch die Errichtung neuer Kapazitäten, zu decken, und andererseits müssen Energiequellen größeren Umfangs im Maßstab der gesamten Volkswirtschaft durch rationelle und effektive Anwendung der Energieträger erschlossen werden.

Diese Zielstellungen bilden die Grundlage des Kohle- und Energieprogramms der DDR.

Aufgrund der sich immer mehr durchsetzenden industriemäßigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft ist besonders in den letzten Jahren der Energieverbrauch stark angestiegen. So steht der Bereich Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft hinsichtlich des Energieverbrauchs an dritter Stelle in der gesamten Volkswirtschaft.

2. Energiebedarf in der Tierproduktion

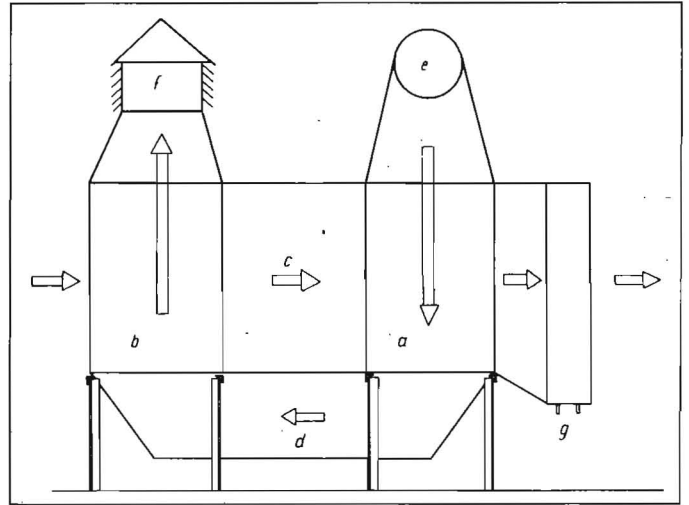
Die Zuwachsrate an Energieträgern in der Tierproduktion war in den letzten Jahren wesentlich höher als die der Industrie.

In der gesamten Tierproduktion der DDR betrug im Jahr 1979 der Energieverbrauch etwa $30,7 \cdot 10^3$ TJ, das entspricht etwa 14% des Gesamtenergieverbrauchs der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft. Von diesem Verbrauch entfielen zu diesem Zeitpunkt rd. 56% auf die Energieträger feste Brennstoffe, Heizöl und Gas. Der Anteil an Elektroenergie betrug etwa 23%, die restlichen 21% entfielen auf die flüssigen Energieträger Diesel- und Vergaserkraftstoff [1].

Die durch den hohen Energieträgereinsatz entstehenden materiellen und finanziellen Anforderungen an die Volkswirtschaft sind beträchtlich.

Gegenüber dem angeführten Energieverbrauch steht in den Tierproduktionsanlagen allein

Bild 1
Schematischer Aufbau eines ZKWÜ;
a Wärmeübertrager 1, b Wärmeübertrager 2, c Zuluftkanal, d Fortluftkanal, e Fortlufteinlaßöffnung, f Fortluftauslaßöffnung, g Anschluß an den vorhandenen heizungstechnischen Wärmeübertrager



durch die Wärmeabgabe der Tiere nach [2, 3] ein Energiepotential von etwa 7200 MW zur Verfügung, davon etwa 5000 MW nutzbar, das z. Z. kaum verwertet wird. Geht man davon aus, daß die volkswirtschaftlichen Aufwendungen für die Rohstoff- und Energieversorgung einen beträchtlichen Anteil aller Investitionen in Anspruch nehmen, so ist u. a. die Nutzung der durch die Tiere abgegebenen Wärme zwingend notwendig.

Maßnahmen der rationellen Energieanwendung haben sich in der Vergangenheit im Verhältnis zur zusätzlichen Bereitstellung von Energieträgern als wesentlich ökonomischer erwiesen. Außerdem führen sie zur Entspannung der Energiesituation und zur Verminderung der thermischen und toxischen Belastung der Umwelt. [4]

3. Nutzung der Anfallenergie

Der größte Anteil an Anfallenergie tritt im Bereich Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft in der Tierproduktion auf. Hier sind allein für die Aufrechterhaltung der erforderlichen Stalllufttemperaturen in der Aufzucht erhebliche Mengen an Energieträgern erforderlich.

Die bei entsprechend niedrigen Außenluft-

temperaturen zu erwärmende Zuluft gelangt nach Durchspülung des Stallraums, angereichert mit Schadgasen, Staub und Feuchtigkeit sowie der Wärmeabgabe der Tiere, wieder ins Freie. Um einen Teil der in der Fortluft enthaltenen Wärme zurückzugewinnen, wurden in einem Schweineaufzuchtstall umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde zunächst eine energetische Ist-Zustandsanalyse erarbeitet und aufgrund der gewonnenen staltklimatischen Erkenntnisse das Lüftungsregime verändert.

Weiter ergab sich, daß es wesentlich günstiger ist, dem Stall, gegenüber der periodischen Wärmezufuhr (bedingt durch temperaturabhängige intervallmäßige Schaltung), kontinuierlich Wärme mit gleichbleibender Temperatur zuzuführen. Auf der Basis der bei weiteren Untersuchungen zur Anfallenergie gewonnenen Erkenntnisse wurde ein neuer Wärmeübertrager entwickelt.

4. Zweistufen-Kompakt-Wärmeübertrager

4.1. Aufbau

Der Zweistufen-Kompakt-Wärmeübertrager (ZKWÜ) besteht aus einer verschweißten Stahlrahmenkonstruktion. Die beiden Plattenpakete Wärmeübertrager 1 und 2 sind jeweils in einem Winkelstahlrahmen untergebracht. Zwischen beiden Plattenpaketen befindet sich der Zuluftkanal. Die Wärmeübertrager 1 und 2 sind unterhalb ihrer Anordnung durch einen Fortluftkanal miteinander verbunden. Der ZKWÜ ist mit Blechplatten eingehaust. Über dem Wärmeübertrager 1 befindet sich die Einlaßöffnung für die Fortluft und über dem Wärmeübertrager 2 die Fortluftauslaßöffnung. Im Fortluftkanal ist eine Öffnung zum Ablassen des Tauwassers angebracht. Die Wärmeübertragerelemente bestehen aus sinusprofilartigem Material, das wechselseitig in Längs- und Querrichtung mit einem Dichtfalz versehen ist. Der ZKWÜ ist in einem Stahlrahmen montiert und auf einer Betonplatte befestigt. Er ist dem bestehenden Zuluftsystem vorgeschaltet.

Fortsetzung von Seite 226

[24] Pötke, E.: Verfahren, Maschinen und Anlagen der Lager- und Versorgungswirtschaft für Kartoffeln. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1980.

[25] Gall, H.: Zehnjährige Erfahrungen bei der Bewirtschaftung eines Kartoffellagerhauses. Saat- und Pflanzgut, Quedlinburg 10 (1969) 12, S. 172—174.

[26] Pötke, E.; Schmidt, E.: Studie über Anforderungen an die Fruchtkühlung mit Zusatzkälte für die industriemäßig organisierte Lagerhaltung von Speise- und Pflanzkartoffeln, Obst und Gemüse. Institut für Kartoffelforschung, Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft Groß Lüsewitz, 1975.

[27] Schierhorn, H.: Pflanzkartoffelüberlagerung mit freier Lüftung. Saat- und Pflanzgut, Quedlinburg 16 (1975) 9/10, S. 148—152.

[28] Schierhorn, H.: Erfahrungen bei der Anwendung der freien Konvektionslüftung in der Behälterlagerung von Pflanzkartoffeln. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 8, S. 349—361.

[29] Klimagegestaltung in ALV-Anlagen. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Forschungsabschlußbericht 1981.

[30] Günzel, W.; Hegner, H.-J.; Holke, K.: Verfahrenstechnische und technische Grundlagen für die Klimatisierung von ALV-Anlagen. Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim, Abschlußbericht 1976.