

# Energiebedarf in der Milchviehhaltung

KTBL-Heft 104



## Fachliche Begleitung

### KTBL-Arbeitsgruppe „Vergleichskennzahlen Energieeffizienz“

Dr.-Ing. Werner Berg | Norbert Binger | Dr. Thomas Böhm | Prof. Dr. Wolfgang Büscher |  
Bernhard Feller | Hartmut Kämper (Vorsitzender) | Dr.-Ing. Bernd Krautkremer |  
Josef Neiber | Dr. Bernhard Polten | René Pommer | Werner Schmid

Die Anschriften der Mitwirkenden sind im Anhang aufgeführt.

Die Informationen der vorliegenden Publikation wurden vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen jedoch keine Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

### Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie: detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

© 2014

### Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)  
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt  
Telefon 06151 7001-0 | Fax 06151 7001-123  
E-Mail [ktbl@ktbl.de](mailto:ktbl@ktbl.de) | [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

### Redaktion

Henning Eckel | KTBL, Darmstadt

### Satz

Serviceteam Herstellung | KTBL, Darmstadt

### Titelfoto

© SZ-Designs - [www.fotolia.com](http://www.fotolia.com)

### Druck und Bindung

Druckerei Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-945088-00-5

# Inhalt

|          |                                                                |           |
|----------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                                              | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Berechnung des Energiebedarfs</b>                           | <b>7</b>  |
| 2.1      | Milchgewinnung                                                 | 8         |
| 2.2      | Milchkühlung und Milchlagerung                                 | 15        |
| 2.3      | Zusatzbelüftung                                                | 18        |
| 2.4      | Stallbeleuchtung                                               | 18        |
| 2.5      | Futterbereitstellung                                           | 19        |
| 2.6      | Entmistung                                                     | 20        |
| 2.7      | Weitere Verbraucher                                            | 22        |
| 2.8      | Gesamtenergiebedarf von Modellställen                          | 22        |
| 2.9      | Einsparpotenziale durch Wärmerückgewinnung<br>und Milchkühlung | 29        |
| 2.10     | Energiebedarf automatischer Melksysteme                        | 31        |
| <b>3</b> | <b>Schlussbetrachtung</b>                                      | <b>32</b> |
|          | <b>Literatur</b>                                               | <b>33</b> |
|          | <b>Anhang</b>                                                  | <b>34</b> |
|          | Formeln für die Berechnung des Energiebedarfs                  | 34        |
|          | Abkürzungen                                                    | 39        |
|          | Mitwirkende                                                    | 40        |
|          | <b>KTBL-Veröffentlichungen</b>                                 | <b>41</b> |
|          | <b>aid-Veröffentlichungen</b>                                  | <b>44</b> |



# 1 Einleitung

Die Bedeutung von Energie als Produktions- und Kostenfaktor muss im Bewusstsein jedes Halters landwirtschaftlicher Nutztiere sein, denn Energieeinsparungen sind in der Regel unmittelbar kostenwirksam. Wirklich energieintensive Produktionsverfahren sind zwar eher die Ausnahme – der relative Anteil an den Produktionskosten liegt je nach Produktionsrichtung zwischen 4 und 6 Prozent –, dennoch lohnt sich die Überprüfung und Optimierung des Energieverbrauchs bzw. der Energiekosten.

Dabei sollte nicht nur die absolute Höhe des Energieverbrauchs, sondern auch seine zeitliche Verteilung und der jeweils eingesetzte Energieträger überprüft werden. So lässt sich durch zeitliche Verlagerung von Energieverbrauch unter Umständen der Anteil selbst erzeugter Energie (Strom und Wärme aus Biogasanlagen, Strom aus erneuerbaren Energieträgern, Wärme aus Biomasse) am eigenen Energieverbrauch steigern.

Ein Maß für den sparsamen Umgang mit Energie ist die Energieeffizienz. Dabei wird der erzielte Produktionserfolg ins Verhältnis zur eingesetzten Energie gesetzt. Dies können zum Beispiel Kennwerte wie Kilowattstunde Strom je Kilogramm Milch oder ähnliche Kennzahlen sein. Mithilfe dieser Kennzahlen ist auch ein Vergleich über mehrere Produktionsperioden oder zwischen Produktionsverfahren möglich. Zudem können sie zur Bewertung neuer Geräte, Anlagen oder Produktionsverfahren herangezogen werden, denn sie berücksichtigen, anders als der absolute Energieverbrauch, auch die mit der eingesetzten Energie erzeugte Produktmenge.

Analysen des Energieverbrauchs eines Gesamtunternehmens – etwa in Form qualifizierter Energieaudits – sind, insbesondere bei der Erstanalyse, in der Regel zeit- und kostenaufwendig. Nicht zuletzt, weil hierfür externe Experten herangezogen werden müssen. Grundsätzlich stehen Einsparmaßnahmen oder Verbrauchsverlagerungen immer unter dem Vorbehalt der Sicherung der Produktqualität. Daher können alle Maßnahmen nur unter Berücksichtigung der individuellen Produktionsverfahren und in enger Zusammenarbeit mit dem Produktionsverantwortlichen erarbeitet und umgesetzt werden. Hierfür sind neben energietechnischen auch vertiefte produktionstechnische Kenntnisse Voraussetzung.

Die im Rahmen einer umfassenden Energieberatung erarbeiteten Maßnahmen lassen sich in drei Kategorien einteilen. Die erste umfasst nahezu kostenneutrale Maßnahmen. Dazu zählen einfache Verhaltensänderungen wie der bewusstere Umgang mit Energieverbrauchern oder Änderungen im Betriebsablauf. Ebenfalls relativ schnell und mit überschaubarem Mitteleinsatz lassen sich die sogenannten geringinvestiven Maßnahmen der zweiten Kategorie umsetzen: Dies kann der Einbau von Bewegungsmeldern zur Lichtsteuerung im Arbeitsbereich sein, der Einsatz von Zeitsteuerungen für automatisierte Prozesse, entweder über Zeitschaltuhren oder entsprechende Vorgaben in den Computersteuerungen. Auch der sukzessive Austausch von Leuchtmitteln gegen moderne, energieeffiziente Lampen und Leuchten reduziert den Stromverbrauch der Beleuchtungsanlage spürbar. Längerfristig müssen auch Anlagen und Geräte auf den Prüfstand gestellt werden. Angesichts der technischen Entwicklung, nicht zuletzt ausgelöst durch Vorgaben der europäischen Ökodesign-Richtlinie, sind neue Geräte, zum Beispiel im Bereich motorischer Antriebe, zum Teil erheblich energieeffizienter als noch vor wenigen Jahren. Ein Geräteaustausch vor dem Ende der technischen Lebensdauer kann über die damit verbundene Energiekosteneinsparung ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein. Spätestens bei anstehenden Neuinvestitionen in Geräte und Anlagen muss deren Energieeffizienz in die Investitionsentscheidung einbezogen werden. Diese langfristigen und zum Teil investitionsträchtigen Maßnahmen gehören der dritten Kategorie an.

Um den Schritt zu einer qualifizierten Energieberatung zu gehen, bedarf es zunächst eines Problembewusstseins und der Abschätzung des durch eine Energieanalyse mit anschließender Beratung zu erzielenden Kostensenkungspotenzials. In der Tierhaltung mit ihren sehr heterogenen Produktionsstrukturen fehlen dazu häufig Planungs- und Vergleichswerte, mit deren Hilfe der eigene Energieverbrauch bewertet werden kann. An dieser Stelle setzt das vorliegende Heft an.

Für Betriebe mit Milchvieh wird eine Auswahl von Modellen beschrieben und berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind die Planungsdaten für Haltungsverfahren wie sie in der KTBL-Datensammlung „Betriebsplanung“ dargestellt sind (KTBL 2014 a).

Die Ergebnisse sind Näherungswerte. In der Praxis finden sich Abweichungen, bedingt durch die Anlagen und Geräte mit ihren unterschiedlichen Wirkungsgraden, die Betriebsweise oder die Auslastung der Stallanlagen. In vielen Fällen wird

der Energieverbrauch höher liegen als in den Modellen, da hier ein sehr guter Wartungszustand und Geräte auf dem Stand der Technik vorausgesetzt werden.

Die Daten wurden von den Mitgliedern der KTBL-Arbeitsgruppe „Vergleichskennzahlen Energieeffizienz“ zusammengestellt. Diese haben Daten aus Praxisbetrieben erhoben, vorhandene Erhebungen und Literaturangaben ausgewertet und ihre eigenen Erfahrungswerte mit einfließen lassen.

Die Kennzahlen ermöglichen eine erste Abschätzung der Energieeffizienz im Betrieb. Die jeweiligen Produktionsverfahren wurden in sinnvolle Teilverfahren zerlegt, um eine Übertragbarkeit auf eigene Verfahren zu erleichtern. Zudem zeigen die detaillierten Darstellungen der Verfahren die jeweiligen Verbrauchschwerpunkte der Verfahren auf und erleichtern so den Einstieg in die individuelle Analyse. Die Sammlung kann die einzelbetriebliche Analyse nicht ersetzen, sie liefert aber wertvolle Hinweise bei der Erarbeitung und Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz.

## 2 Berechnung des Energiebedarfs

Der Energiebedarf in der Milchviehhaltung wird im Wesentlichen durch das Melken und die Kühlung der Milch bestimmt. Zusätzlich spielen die Beleuchtung des Stalls sowie die Futteraufbereitung und -vorlage eine Rolle. Falls eine Zusatzlüftung installiert ist, entsteht ein weiterer nicht unerheblicher Energiebedarf.

Der Energiebedarf wird in diesem Heft nach den einzelnen Verbrauchsgruppen aufgeschlüsselt. Für die Milchgewinnung werden Modellherden unterschiedlicher Größe und verschiedene Melksysteme unterstellt.

Die abgeleiteten Werte werden dann zu beispielhaften Modellbetrieben zusammengeführt, die die Spanne von 64 bis 1 200 Tierplätzen abdecken. Die gewählten Beispiele basieren auf den vom KTBL veröffentlichten Stallmodellen des kostenlos verfügbaren Online-Kalkulationsprogramms „KTBL-Baukost“ (KTBL 2014 b).

In der Praxis ist die Vielfalt wesentlich größer, als es sich mit wenigen Modellen darstellen ließe. In Abhängigkeit von den eingesetzten Verfahren sind einzelbetrieblich deutliche Abweichungen im Energiebedarf möglich. Die hier aufgeführten Werte sind als Richtgrößen für bauliche und technische Anlagen zu verstehen, die dem Stand der Technik im Neubau entsprechen.

## 2.1 Milchgewinnung

Als Grundlage für die Kalkulation werden sechs Modellherden definiert. Die in Tabelle 1 dargestellten Eckdaten werden einheitlich für alle Modelle unterstellt. Berücksichtigt werden Fischgrätenmelkstände (FGM), Side-by-Side-Melkstände (SbS) sowie Melkkarusselle als Innenmelkerkarussell (Kar IM) und Außenmelkerkarussell (Kar AM).

Tab. 1: Grundannahmen für alle Modelle

| Annahme                 | Einheit           | Wert  |
|-------------------------|-------------------|-------|
| Gemolkene Milchmenge    | kg Milch/(TP · a) | 8 400 |
| Zwischenkalbezeit       | d                 | 417   |
| Trockenstehdauer        | d                 | 56    |
| Melkintervall           | Anzahl/d          | 2     |
| Mittleres Minutengemelk | l                 | 2     |

Alle Melksysteme verfügen über eine automatische Melkzeugabnahme und Melkzeugzwischendesinfektion. Für das Dippen im Außenmelkerkarussell ist eine vollautomatische Lösung unterstellt, in den anderen Melkständen erfolgt es manuell. Der 2 x 12 Fischgrätenmelkstand in Modell 3 hat einen Schnellaustrieb. Die Spülung nach dem Melken erfolgt mit einer Zirkulationsreinigung.

In Tabelle 2 sind die Modellherden und Melksysteme dargestellt. Abbildung 1 bis Abbildung 3 zeigen die berücksichtigten Melksysteme.

Tab. 2: Modellherden und Melksysteme

|                            | Einheit | Modell <sup>1)</sup> |                   |                    |                    |                   |                   |
|----------------------------|---------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                            |         | 1<br>FGM<br>2 x 6    | 2<br>FGM<br>2 x 8 | 3<br>FGM<br>2 x 12 | 4<br>SbS<br>2 x 30 | 5<br>Kar<br>IM 24 | 6<br>Kar<br>AM 60 |
| Melkplätze                 | Anzahl  | 12                   | 16                | 24                 | 60                 | 24                | 60                |
| Arbeitskräfte im Melkstand | Anzahl  | 1,0                  | 1,0               | 1,0                | 2,5                | 1,0               | 2,0               |
| Kühe gesamt                | Anzahl  | 64                   | 120               | 246                | 1 200              | 492               | 1 200             |
| Laktierende Kühe           | Anzahl  | 55                   | 104               | 213                | 1 039              | 426               | 1 039             |
| Milchmenge                 | kg/d    | 1 473                | 2 762             | 5 661              | 27 616             | 11 323            | 27 616            |

<sup>1)</sup> FGM – Fischgrätenmelkstand, SbS – Side-by-Side-Melkstand, Kar IM – Innenmelkerkarussell, Kar AM – Außenmelkerkarussell.





Abb. 1: Fischgrätenmelkstand  
(Foto: R. Pommer)



Abb. 2: Side-by-Side-Melkstand  
(Foto: R. Pommer)



Abb. 3: Innenmelkerkarussell (links) und Außenmelkerkarussell (rechts) (Fotos: R. Pommer)

Die für das Melken notwendige Arbeitszeit ist die Grundlage für die Kalkulation der Laufzeiten der einzelnen Stromverbraucher. Sie wird auf der Basis der Teilzeiten für die einzelnen Arbeitstakte kalkuliert. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass ein Melker im Melkstand bis zu 24 Melkzeuge bedient. Da das Dippen im Außenmelkerkarussell durch einen Roboter übernommen wird, sind hier 30 Melkzeuge je Melker unterstellt. Im 2 x 30 Side-by-Side-Melkstand werden 2,5 Melker eingesetzt, weil der Treiber zur Hälfte im Melkstand hilft.

### 3 Schlussbetrachtung

Der Energiebedarf der Verfahren in der Milchviehhaltung, wie in den vorherigen Kapiteln an ausgewählten Verfahren dargestellt, hängt stark von den Verhältnissen im konkreten Betrieb ab. Insbesondere die technische Ausstattung von Melkanlage, Lüftung, Heizung, Beleuchtung und Fütterung und die baulichen Merkmale und Lage des Stallgebäudes spielen dabei ebenso wie die klimatischen Verhältnisse vor Ort eine entscheidende Rolle. Außerdem nimmt der Wartungszustand der Anlagen einen großen Einfluss auf die tatsächlich verbrauchte Energie im Betrieb. Variationen in der Verfahrensgestaltung und die tatsächliche Belegung der vorhandenen Tierplätze sind ebenfalls wichtige Faktoren.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren sind in Tabelle 25 Kennwerte und Spannen für den Energiebedarf für die Milchviehhaltung angegeben; die Werte stellen die Mittelwerte der betrachteten Modelle mit unterschiedlichen Melkssystemen dar.

Tab. 25: Faustzahlen zum Energiebedarf in der Milchviehhaltung

| Energiebedarf       | Kennwert | Spanne <sup>1)</sup> |     |
|---------------------|----------|----------------------|-----|
|                     |          | von                  | bis |
|                     |          | kWh/(TP · a)         |     |
| Strombedarf         | 343      | 234                  | 409 |
| Wärmebedarf         | 94       | 83                   | 105 |
| Gesamtenergiebedarf | 437      | 317                  | 514 |
|                     |          | kWh/(t Milch)        |     |
| Strombedarf         | 41       | 28                   | 49  |
| Wärmebedarf         | 11       | 10                   | 12  |
| Gesamtenergiebedarf | 52       | 38                   | 61  |

<sup>1)</sup> Abhängig von baulichen Eigenschaften des Stalls, eingesetzter Technik, Lufraten, Futtermengen und weiteren betriebsindividuellen Faktoren.

## Literatur

- AEL (1997): Kochendwasser- oder Zirkulationsreinigung von Melkanlagen?  
AEL-Merkblatt 25/97, Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V., Berlin
- Bönsch, S. (2013): Investitionsbedarf und Betriebskosten der Beleuchtung in Stallanlagen. Abschlussbericht KU-Vorhaben 5b12, KTBL, Darmstadt, unveröffentlicht
- DIN ISO (2010): DIN ISO 5707:2010-04 (D) Melkanlagen – Konstruktion und Leistung. Beuth Verlag, Berlin
- Harms, J. (2010): Ermittlung des Investitionsbedarfs und der Kosten von automatischen Melksystemen (AMS). Abschlussbericht KU-Vorhaben 4f 09, KTBL, Darmstadt, unveröffentlicht
- Heidenreich, T. (o.J.): Belüftungskonzepte für Hochleistungskühe.  
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Köllitsch,  
[www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/MVLUefung\\_Heid.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/MVLUefung_Heid.pdf),  
Zugriff am 03.02.2014
- KTBL (2014a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2014/15. 24. Auflage, Darmstadt
- KTBL (2014b): Baukost – Investitionsbedarf und Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude. [www.ktbl.de/index.php?id=805](http://www.ktbl.de/index.php?id=805), Zugriff am 03.02.2014
- LfULG (2013): Automatischen Melksysteme in Sachsen. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Schriftenreihe, Heft 10
- Pommer, R. (2014): Energiebedarf von konventionellen Melkanlagen und Gesamtenergieeffizienz von Anlagen zur Kühlung von Milch. Abschlussbericht KU-Vorhaben 5h13, KTBL, Darmstadt, unveröffentlicht
- VLK (2009): Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft. Verband der Landwirtschaftskammern e.V., Landwirtschaftskammern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen