



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Energieeinsparung in der Milchviehhaltung

Milchgewinnung: Vakuumversorgung, Kühlung, Reinigung



LfL-Information

1 Energiebedarf

Bei milchviehhaltenden Betrieben geht man von einem Stromverbrauch von etwa 400 kWh pro Kuh und Jahr aus. Große Einsparpotentiale liegen neben der Beleuchtung vor allem in der Milchgewinnung und -kühlung, da auf diese beiden Bereiche rund 60 Prozent des Stromverbrauchs entfallen. In der untenstehenden *Abbildung 1* ist die prozentuale Verteilung des *Stromverbrauchs im milcherzeugenden Betrieb* dargestellt.

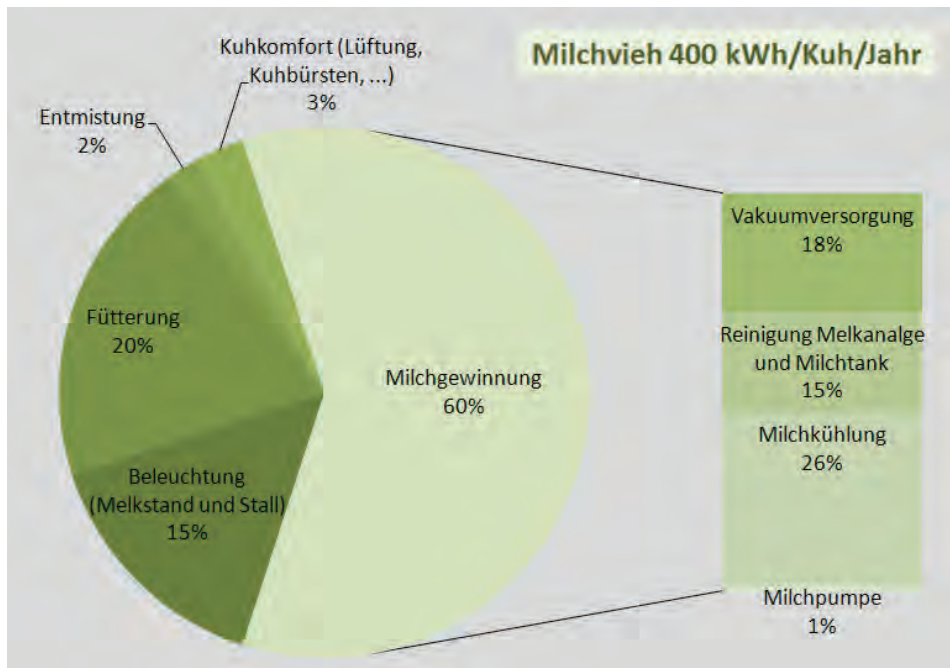


Abb. 1: Stromlasten im milcherzeugenden Betrieb

(Quelle: AEL und eigene Berechnungen und Messungen)

Im Streudiagramm in *Abbildung 2* sind Elektroenergieverbrauchswerte von 6.552 spezialisierten Milchviehbetrieben hinterlegt. Der durchschnittliche jährliche Stromverbrauch aller ausgewerteten Betriebe beträgt 17.270 kWh pro Betrieb.

Das theoretische Einsparpotential lässt sich für die jeweilige Betriebsgröße aus der Spanne zwischen unterster und oberster Trendlinie ablesen. Diese stellen jeweils das durchschnittliche Verbrauchsniveau von 25 Prozent der Betriebe mit niedrigem bzw. von 25 Prozent der Betriebe mit hohem Verbrauchsniveau dar.

Bei einer Bestandsgröße von 40 Milchkühen ließen sich demzufolge 25.000 kWh, bei 60 Milchkühen etwa 30.000 kWh und bei 80 Milchkühen über 40.000 kWh Elektroenergie pro Jahr einsparen. Dieses Potential kann aber nur durch den Einsatz Strom sparender Technik und durch gezielte Einsparmöglichkeiten unter Berücksichtigung sämtlicher Qualitäts- und Leistungskriterien des Produktionsverfahrens ausgeschöpft werden.

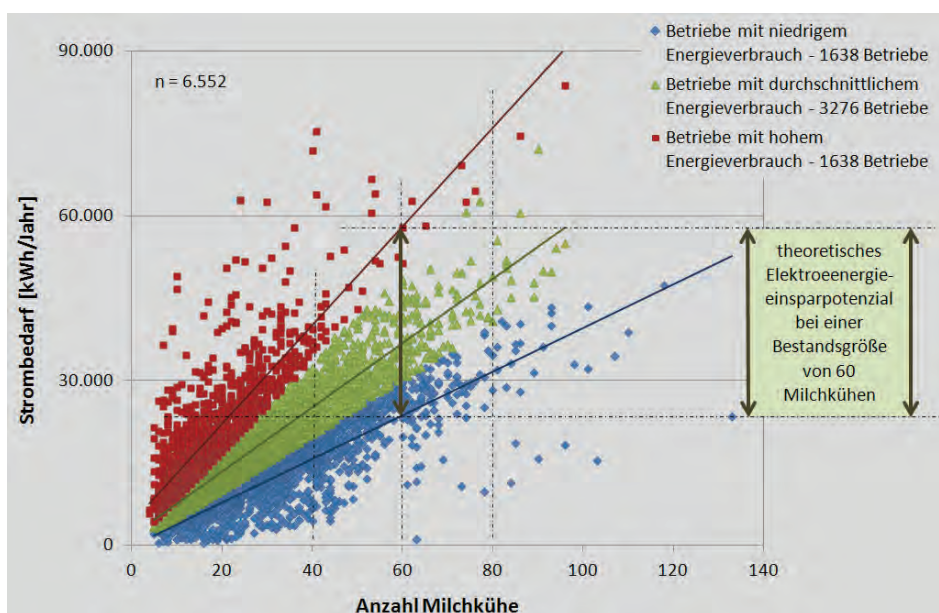


Abb. 2: Theoretisches Elektroenergieeinsparpotential auf Milchviehbetrieben

(Quelle: Eigene Berechnungen aus Stromverbrauchs- und Betriebsdaten 2008)

2 Strom sparende Technik

Milchkühlung

Bei der Milchgewinnung liegt das größte Einsparpotential für Elektroenergie in der Milchkühlung.

Vorteile/Nachteile von Direktkühlung bzw. Eiswasserkühlung

Direktkühlanlagen haben einen geringeren Energiebedarf als Eiswasserkühlungen. Die Leistungsabnahme ist jedoch an die Melkzeiten gebunden, und der elektrische Anschlusswert liegt um ca. 20 bis 25 Prozent höher.

Der Stromverbrauch von Eiswasserkühlungen ist höher. Durch die mögliche zeitliche Trennung von Eisbereitung und Kühlung können jedoch Spitzenlasten vermieden werden. Darüber hinaus ermöglicht die Verlagerung der Eiswasserbereitung in Niedertarifzeiten niedrigere Energiekosten als der Einsatz einer vergleichbaren Direktkühlanlage.

Durch folgende Maßnahmen lässt sich der Strombedarf reduzieren:

- optimale Anpassung der Milchtankgröße an die Milchleistung
(Bei großen saisonalen Milchmengenschwankungen kann beispielsweise durch den Einsatz von zwei kleineren anstelle eines größeren Milchtanks ungenutztes Tankvolumen, das mitgekühlt werden muss, vermieden werden.)
- Aufstellen des Kühlaggregates an einem kühlen Platz mit ausreichender Luftzirkulation
- bauliche Trennung von Milchlagerraum und Kompressorstandort
- regelmäßige Wartung der Kühlanlage

(Durch Maßnahmen wie die regelmäßige Reinigung des Kälteaggregates, das Nachfüllen von Kältemittel und das Einstellen des Expansionsventils lassen sich nachlassende Leistung und demzufolge steigender Stromverbrauch vermeiden.)

- Einbau eines Vorkühlers
(Durch eine Vorkühlung der Milch mit Rohr- oder Plattenkühler wird die Milchttemperatur vor Eintritt in den Milchtank abgesenkt. Dadurch kann der Kühlvorgang verkürzt werden.)



Abb. 3: Kühlaggregat



Abb. 4: Frequenzgesteuerte Vakuumpumpe

Melken

Auch beim Melken lässt sich der Elektroenergiebedarf durch verschiedene technische Maßnahmen verringern:

- optimale Anpassung von **Melkstandsgröße, Milchleitungsquerschnitt und Vakuumpumpenleistung** an Herdengröße bzw. Milchleistung
- Einsatz frequenzgesteuerter Vakuumpumpen
(Das Stromeinsparpotential wächst mit steigender Pumpennennleistung und durch Verlängerung der täglichen Laufzeiten. Der höhere Anschaffungspreis und die höheren Wartungskosten verlieren dadurch an Bedeutung.)
- Einbau von zwei Vakuumpumpen mit niedrigerer Nennleistung anstelle einer leistungsstärkeren Pumpe
(Die zweite Pumpe wird nur während des Reinigungsvorganges zugeschaltet.)
- Bedienung von Torsteuerungen, Melkzeugabnahme etc. über einen getrennten Pumpenkreislauf
- regelmäßige Wartung der Melkanlage
- Vermeidung von „Leerlauf“ der Melkanlage durch zügiges Arbeiten ohne Nebenarbeiten während des Melkvorgangs

Melkanlagenreinigung

Bei der Reinigung der Melkanlage können Energiekosten und -verbrauch folgendermaßen gesenkt werden:

- Auslegung der Melkanlage
(Auch bei der Reinigung ist die optimale Dimensionierung von Melkstand und Milchleitungsdurchmesser ein entscheidender Einflussfaktor.)
- Einsatz einer Stapelreinigungsanlage auf Betrieben ohne Wärmerückgewinnung
(Heißes Spülwasser wird dadurch mehrfach genutzt und muss vor dem Spülgang nur nacherhitzt werden.)



Abb. 5: Milchtank und Reinigungsanlage



Abb. 6: Plattenwärmetauscher

- Vermeidung unnötiger Zwischen- und Hauptspülgänge
- Wiederverwendung des anfallenden Spülwassers z.B. zur Tankspülung oder zur Melkstandsreinigung
- Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage zur Nutzung des bei der Milchkühlung anfallenden Warmwassers
- Erhöhung der Einlauftemperatur durch Nutzung anfallenden warmen Wassers aus der Milchkühlung, aus einer Biogasanlage oder aus Sonnenkollektoren
- regelmäßige Wartung und Kontrolle der Reinigungsanlage
- Kosteneinsparung durch die Verlegung von Spülgängen bzw. der Warmwasserbereitung in Niedertarifzeiten

3 Einsparpotentiale und Rentabilität

Milchkühlung

Um die wirtschaftliche Rentabilität unterschiedlicher Kühlungsverfahren für den Einzelbetrieb prüfen zu können, müssen mehrere Aspekte berücksichtigt werden: Der spezifische Energiebedarf einer Eiswasserkühlanlage liegt zwar mit etwa 24 Wh pro kg Milch um 20 Prozent über dem einer vergleichbaren Direktkühlanlage, letztere hat aber einen höheren Anschlusswert.

Eiswasserkühlungen benötigen kürzere Kühlzeiten, und bei Verlegung der Eiswasserbereitung in die Nacht können günstige Nachtstromtarife genutzt werden. Daher unterscheiden sich die Stromkosten im Berechnungsbeispiel kaum. (siehe Tabelle 1: Stromkostenvergleich verschiedener Kühlverfahren)

Durch eine Vorkühlung der Milch mittels Rohr- oder Plattenkühler vor Eintritt in den Milchtank kann der Elektroenergieverbrauch für die Kühlung um bis zu 50 Prozent reduziert werden.

Beim Einsatz eines Vorkühlers ist zu beachten, dass die Stromkosten für die Milchkühlung zwar halbiert werden, sich andererseits aber die Kosten für Wasser bzw. Abwasser erhöhen. Daher ist der Einsatz eines Vorkühlers auf Betrieben mit hoher Jahresmilchleistung nur bei innerbetrieblicher Weiterverwendung des für den Vorkühler benötigten Kühlwassers z. B. als Reinigungs- und Tränkewasser wirtschaftlich darstellbar.

Stromkostenvergleich verschiedener Kühlverfahren			
Direktkühlung	1.000.000 kg Milch a 20 Wh/kg	20.000 kWh HT*	4.000 €
Eiswasserkühlung	500.000 kg Milch a 24 Wh/kg	12.000 kWh HT*	2.400 €
	500.000 kg Milch a 24 Wh/kg	12.000 kWh NT*	<u>1.560 €</u>
	+ Vorteile für Betriebe mit Leistungstarif		3.960 €
Vorkühlung mit Direktkühlung	Wasser für Vorkühlung 2.000 m ³		100 €
	Entzug der Restwärme aus der vorgekühlten Milch mit 10 Wh/kg	10.000 kWh HT*	<u>2.000 €</u>
	+ warmes Tränkewasser		2.100 €

Tab. 1: Stromkostenvergleich verschiedener Kühlverfahren

(Quelle: Verband der Landwirtschaftskammern e.V.; 2009 - Strompreise: HT: 0,2 €/kWh; NT: 0,13 €/kWh)

Melken

Der Einsatz drehzahlgesteuerter Vakuumpumpen ermöglicht ein Stromeinsparpotential von 40 bis 50 Prozent. Durch die Frequenzregelung wird die Drehzahl der Vakuumpumpe ständig dem Leistungsbedarf angepasst. In der *Tabelle 2 Kostenvergleich Vakuumpumpen* wurde eine Beispielberechnung durchgeführt.

Kostenvergleich Vakuumpumpen					
		Konventionelle Vakuumpumpe 2.000 l/min 5.5 kW		Drehzahlgesteuerte Vakuumpumpe 2.000 l/min 5.5 kW	
Preis	€	4.500		7.300	
Tägliche Melkdauer	h	3	6	3	6
Feste Kosten*, Wartung, Reparatur	€	720	900	1.168	1.460
Strombedarf/Jahr**	kWh	6.000	12.000	3.600	7.200
Stromkosten/Jahr***	€	1.200	2.400	720	1.440
Gesamtkosten/Jahr	€	1.920	3.300	1.888	2.900

Tab. 2: Kostenvergleich Vakuumpumpen

(Quelle: Verband der Landwirtschaftskammern e.V.; 2012, eigene Berechnungen)

* 10% AfA, 4% Zins, 2% Wartung und Reparatur,

** 40% Einsparung durch Drehzahlsteuerung,

*** Strompreis 0,2 €/kWh)

Trotz um rund 60 Prozent höherer Anschaffungs- und Wartungskosten der drehzahlgesteuerten Pumpe bringt diese bei einer täglichen Laufzeit von 3 Stunden eine Gesamtkostensparnis von ca. 2 Prozent. Bei einer Laufzeit von 6 Stunden wächst diese in der Beispielrechnung auf über 12 Prozent an. Bei einer Strompreiserhöhung um 2 auf 22 Cent pro kWh belief sich die Gesamtkostensparnis auf rund 4 bzw. 14 Prozent.

Mit wachsender Betriebsgröße und bei anziehenden Strompreisen steigt auch die Rentabilität der drehzahlgesteuerten Vakuumpumpe weiter an.

Reinigung

In *Tabelle 3 Reinigungsverfahren* wurden die verschiedenen Reinigungsverfahren hinsichtlich Strom-, Wasser- und Chemikalienverbrauch, sowie Funktionssicherheit und Wartungsfreundlichkeit vergleichend dargestellt.

Die Tabelle kann allerdings nur als grobe Orientierung dienen, da es keine belastbaren Vergleichsdaten gibt, und die Verwendung bereits vorgewärmten Wassers - außer bei der Stapelreinigung - erheblich zur Stromkostenreduzierung beitragen kann.

Bei der *Zirkulationsreinigung* handelt es sich um ein funktionssicheres und wartungsfreundliches Verfahren, dessen hoher Verbrauch an Strom und Chemikalien aber als nachteilig zu bewerten ist.

Die *Kochendwasserreinigung* erfordert nur einen geringen Einsatz entkalkender Reinigungsmittel, verursacht allerdings einen hohen Wasserverbrauch. Die Abwärmeverluste über die Leitungen sind nicht zu vernachlässigen.

Bei der *Wannenspülung* handelt es sich im Allgemeinen um ein relativ preisgünstiges Verfahren.

Durch Einsatz einer *Stapelreinigungsanlage* können zwar Strom- und Wasserkosten vermindert werden, die Einsatzmenge der zu verwendenden Chemikalien und die Anschaffungskosten sind aber relativ hoch.

Reinigungsverfahren				
	Stromverbrauch	Wasserverbrauch	Chemikalienverbrauch	Funktionssicherheit/ Wartungsfreundlichkeit
Zirkulationsreinigung	o	-	-	gut
Kochendwasserreinigung	-	-	++	sehr gut
Wannenspülung	++	o	o	gut
Stapelreinigung	+	+	+*	mittel
++ = sehr niedrig	+	o = durchschnittlich	- = hoch	

Tab. 3: *Reinigungsverfahren*

(Quellen: Harsch (2012), LfL (2012))

* sehr teure zu verwendende Reinigungsmittel

4 Fazit

Auf milchviehhaltenden Betrieben liegt der Hauptansatz für Energieeinsparungsmöglichkeiten beim Milchentzug und bei der Milchkühlung. Durch den Einsatz energieeffizienter Anlagen, zum Beispiel durch den Einsatz von frequenzgesteuerten Vakuumpumpen, Vorkühlung und Wärmerückgewinnung kann der Energieverbrauch deutlich reduziert werden.

Nicht nur der Strom- sondern auch der Wasserverbrauch, die Funktionssicherheit und die Qualität eines Verfahrens müssen beachtet werden.

Bei einer Neu- bzw. Ersatzinvestition in energiesparende Anlagen sollten sämtliche Einflussgrößen wie der auf dem Betrieb bereits vorhandenen Technik, der betrieblichen Entwicklung und der gegenwärtigen bzw. geplanten Energieversorgung des Betriebes berücksichtigt werden.

Literaturnachweis:

AEL, 1996: Milchkühlung und Wärmerückgewinnung – Technik, Kosten, Planungshinweise, Essen.

LfL, Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Milchviehhaltung und Grünland Spitalhof, 2007: Internetseite <http://www.lfl.bayern.de/lvfz/spitalhof/tierhaltung/25193/index.php>

Harsch, M., 2012: Vorträge in Schwäbisch-Gmünd „Energieberatung in der Landwirtschaft“, LAZBW Aulendorf.

Neiber, J., 2012: Vortrag in Schwäbisch-Gmünd „Energieeffizienz in der Landwirtschaft, Energiebedarf landwirtschaftlicher Produktionsverfahren“, LfL Freising.

Neser, S., 2012: Vortrag in Erdweg bei Dachau „Milchviehhaltung aktuell, Energieverbrauchsbereiche und Energieeinsparung“, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL Freising.

Fübbeker, A., 2007: Vortrag in Köllitsch auf der Fachtagung Bau und Technik „Energieanwendung in der Milchproduktion, Melken und Kühlen – große Verbraucher, große Einsparmöglichkeit?“, LWK Niedersachsen.

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising-Weihenstephan
E-Mail: TierundTechnik@LfL.bayern.de
Telefon: 08161/71-3450

Text: K. Bonkoß, J. Neiber, Dr. S. Neser

1. Auflage: September 2012

Druck: Druckerei Lerchl, 85354 Freising

Schutzgebühr: 1,00 Euro

© LfL