

Energiebedarf und Einsparmöglichkeit in der Rinderhaltung

Dr. Stefan Nesor

LfL, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Freising



Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft



Energiebedarf und Einsparmöglichkeit in der Rinderhaltung

Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Dr. Stefan Nesor
Josef Neiber
Katja Bonkoss
Grub, 26.3.2013

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Gliederung

- Einleitung
- Kenngrößen des Elektroenergieverbrauchs in der Milchviehhaltung
- Ansätze zur Einsparung und Effizienzsteigerung
- Energieberatung in Bayern
- Fazit



LandSchafttEnergie

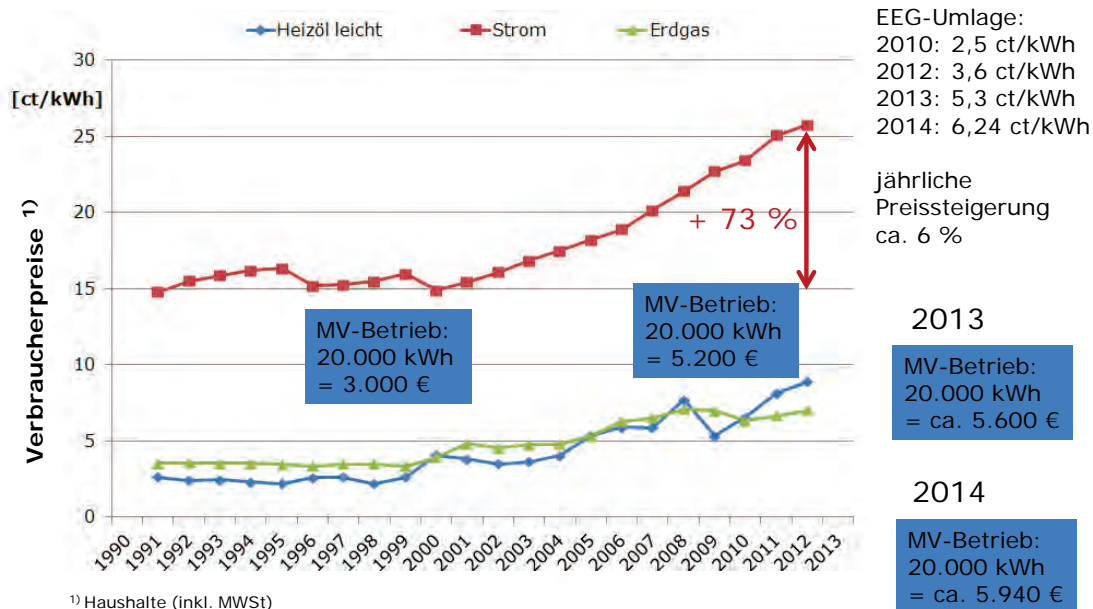


Nesper - ILT2b 03-2014 004

2

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Auswirkungen der Energiepreisentwicklung



Nesper - ILT2b 03-2014 004

3

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Energiekosten im Milchviehbetrieb



Kennwerte des Produktionsverfahrens			
Rasse:	Fleckvieh		
Abgangsquote:	30.0 %	Kälberverlustquote:	7.6 %
Zwischenkalbezeit:	394.0 Tage	Kälber je Kuh und Jahr:	0.86

Milchmenge und Preisansätze			
verkaufte Milch	kg/Kuh u. Jahr		7228
Milchpreis (inkl. 10.7 % MwSt.)	ct/kg		39.56
Milcherlös (inkl. 10.7 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		2859.4
Kälbererlös (inkl. 10.7 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		348.1
Altkuherlös (inkl. 10.7 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		341.6

Variable Kosten			
Bestandsergänzung (inkl. 10.7 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		584.8
Kälberaufzucht (inkl. 7.0 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		75
Kraft- und Saffutter, Mineralfutter (inkl. MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		726
Tierarzt, Medikamente, Hygiene (inkl. 19.0 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		90.0
Besamung (inkl. 19.0 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		35.0
Einstreu (inkl. 10.7 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		27.3
Wasser; Energie (inkl. MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		70.0
Variable Maschinenkosten Stall (inkl. 19.0 % MwSt.)	€/Kuh u. Jahr		70.0



Quelle: LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Milchkuhhaltung
<https://www.stmef.bybn.de/idb/milchkuhhaltung.html>, Abruf: 10.03.2014

Nesor - ILT2b 03-2014 004

4

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Datengrundlagen für die Beratung



Die Kenntnis über den betrieblichen Energiebedarf ist die Basis

- für einen Vergleich mit anderen Betrieben (z.B. Arbeitskreis)
- für einen Vergleich mit allgemeinen Kennzahlen
- für Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Effizienzsteigerung

Problem: Spezifische Energieverbrauchsdaten der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und Anlagen liegen nicht umfassend vor

LfL-Projekt „Energieeffizienz in der Landwirtschaft“ -
Ermittlung von Vergleichskennzahlen



Nesor - ILT2b 03-2014 004

5

Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Vergleichskennzahlen

Ermittlung **konkreter Energiebedarfswerte** der einzelnen Produktionsverfahren und -anlagen

Arbeitsschritte:

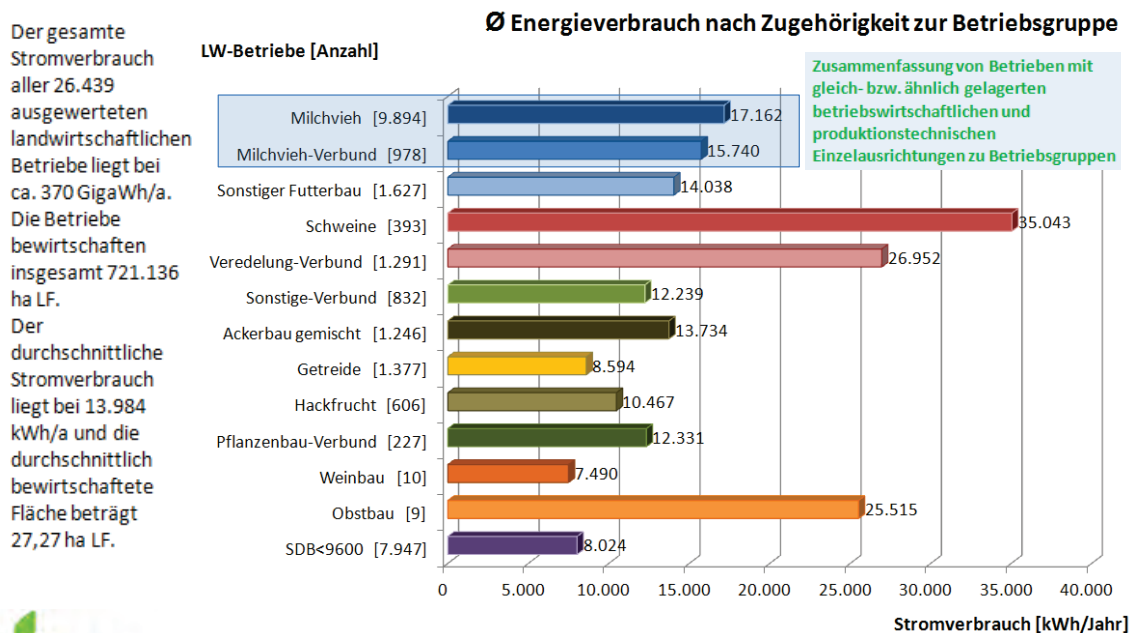
- I. Auswertung von betriebsbezogenen Stromverbrauchsdatensätzen (EVU) zur Festlegung von Durchschnittswerten zum Energieverbrauch

Datengrundlage sind Stromverbrauchswerte des Gesamtbetriebes z. T. inklusive

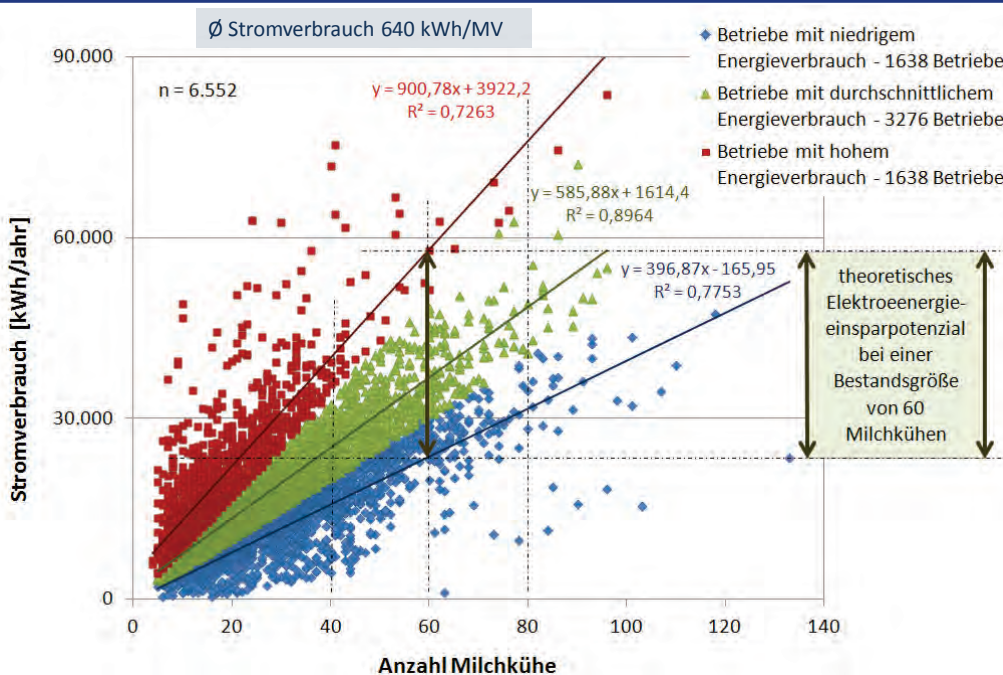
- Privatverbrauch für Wohngebäude
- Verbrauch für sonstige Betriebszweige und Gewerbe
- Heizstromverbrauch
- ...



Ergebnisse der Auswertung betriebsbezogener Stromverbrauchsdatensätze bayerischer landwirtschaftlicher Betriebe aus dem Jahr 2008



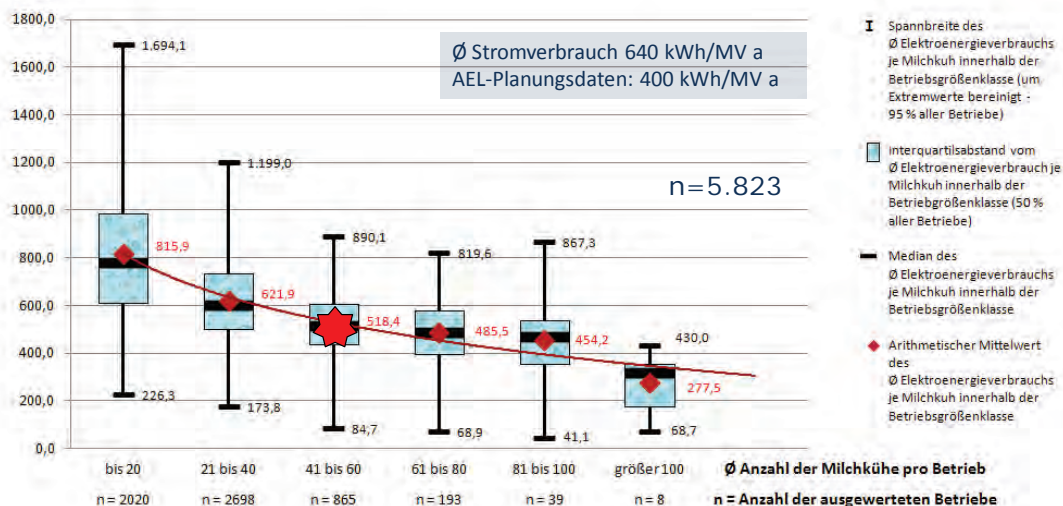
Theoretisches Elektroenergieeinsparpotenzial in Milchviehbetrieben



Stromverbrauch Milchvieh - Gesamtbetrieb

Durchschnittlicher Elektroenergieverbrauch je Milchkuh in Abhängigkeit von Betriebsgrößenklassen

Ø Stromverbrauch je Milchkuh [kWh/Jahr]



★ Betrieb 1



Projekt: Energieeffizienz in der Landwirtschaft

II. Messung von Elektro- und Heizenergiewerten auf Praxisbetrieben im Bereich Ferkelproduktion, Schweinemast und Milchproduktion auf Ebene der Einzelverbraucher

- 11 Zuchtsauenbetriebe
- 6 Schweinemastbetriebe
- **8 Milchviehbetriebe (Versuchsstation Grub, LVFZ Almesbach und weitere sechs Praxisbetriebe)**

Auswahlkriterien:

- **Betriebsgröße** und die **Betriebsausrichtung** (der Spezialisierungsgrad)
- der **Standort**, das **Haltungsverfahren** und die **Aufstallung**
- die **technischen Betriebseinrichtungen**

Exakte und zeitlich fixierte Erfassung des tatsächlichen elektrischen und thermischen Energieverbrauchs des Produktionsverfahrens und der einzelnen Verbrauchsbereiche



Energieverbrauchsmessung auf Praxisbetrieben

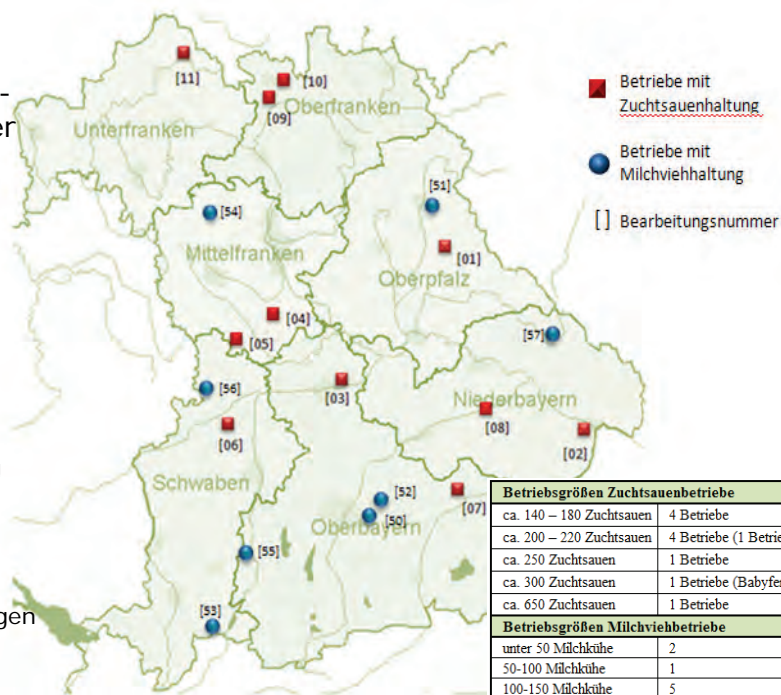


Ermittlung von Vergleichskennzahlen einzelner Verbrauchsbereiche

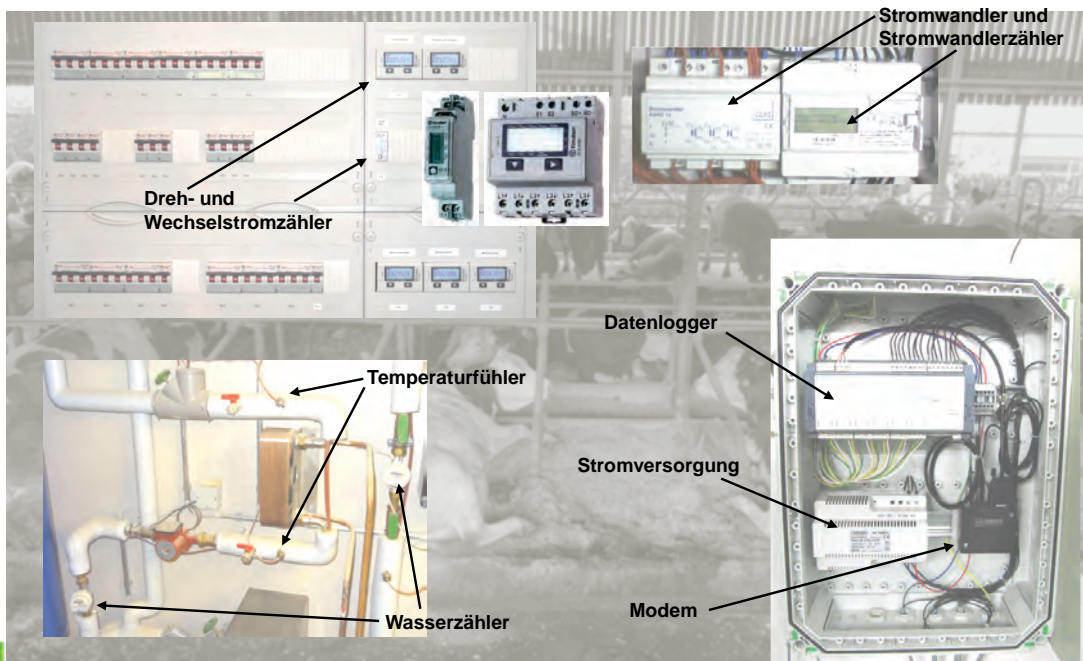
11 Betriebe mit Zuchtsauenhaltung

8 Betriebe mit Milchviehhaltung

6 Betriebe mit Schweinemastanlagen



Messtechnik, Datenspeicher und Datenübertragung



Energieverbrauchsbereiche in der Milchproduktion

Milchentzug und Lagerung:

- Melkanlagen - Melkstand, Melkkarusell, Automatisches Melksystem (AMS)
- Vakuumversorgung (Vakuumpumpe)
- Reinigung der Melkanlage und des Milchtanks
- Milchkühlung (Kühlaggregate)



Milchvieh- und Jungviehstall:

- Beleuchtung
- Fütterung und Tränken (Frostsicherung)
- Entmistung
- Kuhkomfort (Unterstützungslüftung, Kuhbürsten, ...)
- Windschutznetze

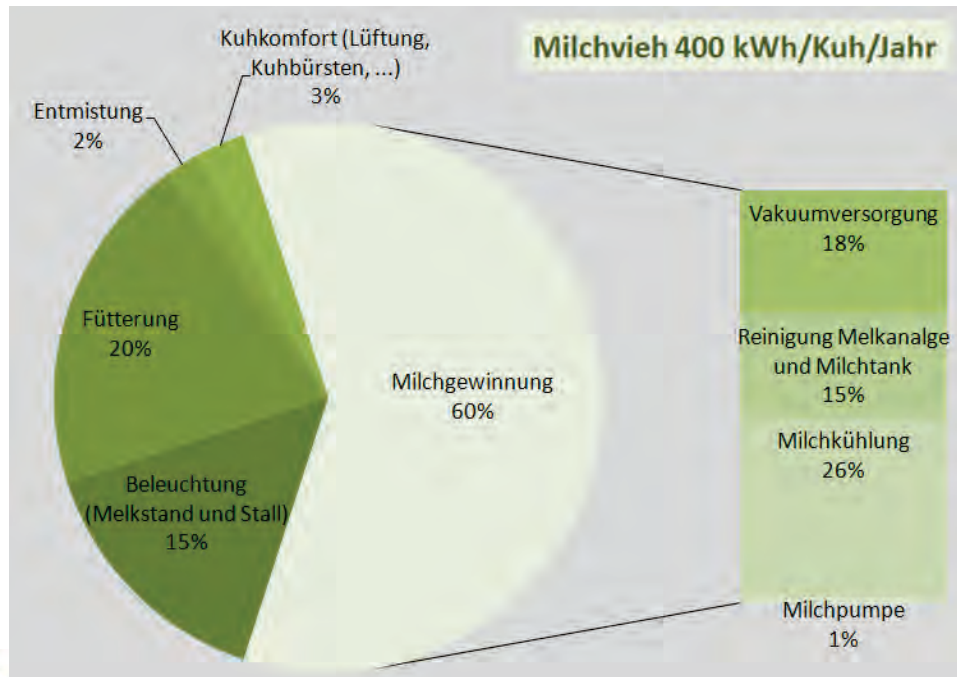


Kälberaufzucht:

- Tränkeautomat
- Kraffutterstation



Zusammensetzung des Stromverbrauchs in der Milchviehhaltung



Ansätze zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung im Milchviehbetrieb

Ansätze zur Effizienzsteigerung I



Melken

Energieeinsparung durch:

- **Zügiges Melken** (z. B. Nachtreibehilfe)
- **Angepasste Auslegung der Vakuumpumpen**
z.B. zwei Vakuumpumpen (eine nur bei der Reinigung im Einsatz)
z.B. drehzahlgesteuerte Vakuumpumpen

Durch die Frequenzregelung wird die Drehzahl der Vakuumpumpe dem Leistungsbedarf ständig angepasst. Der Einbau einer Vakuumpumpe mit Frequenzumrichter kann den Stromverbrauch beim Melken und beim Reinigungsprozess um über 50% senken.



Melken



- **Angepasste Auslegung der Vakuumpumpen**
Einsatz von drehzahlgesteuerten Vakuumpumpen - **Einsparpotential 40%**

		Konventionelle Vakuumpumpe 2000 l/min, 5,5 kW		Drehzahlgesteuerte Vakuumpumpe 2000 l/min, 5,5 kW	
Preis	[€]	4.000		6.500	
Melkdauer/Tag	[h]	3	6	3	6
Feste Kosten, Wartung, Reparatur ¹⁾	[€]	640	800	1.040	1.300
Strombedarf/Jahr	[kWh]	6.000	12.000	3.600	7.200
Stromkosten/Jahr	[€]	1.200	2.400	720	1.440
Gesamtkosten/Jahr	[€]	1.840	3.200	1.760	2.740

¹⁾10% AfA, 4% Zins, 2% Wartung bzw. 12% AfA, 4% Zins, 4% Wartung



Praxisbeispiel: Umrüstung der Vakuumpumpe



Praxisbetrieb in Neumarkt

70 MK - 4er FG-Melkstand - Vakuumpumpe 5,5 KW

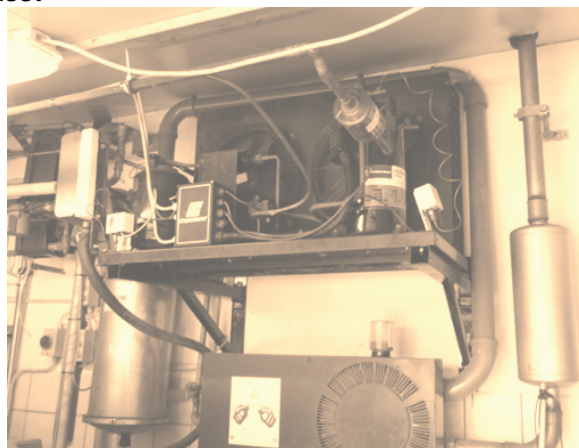
Tägliche Melkzeit: 6h

Kosten Vakuumpumpe neu:	7.000 - 7.500 [€]
Kosten Umrüstung mit Frequenzsteuerung:	3.500 [€]
Stromeinsparung ca.	4.000 [kWh/Jahr]
Stromkosteneinsparung (20ct/kWh):	800 [€]
Amortisationszeit Umrüstung:	4 - 5 [Jahre]
Bei einem Komplettaustausch:	
Amortisationszeit:	8 - 9 [Jahre]

Milchkühlung



- **Vorkühler einsetzen** (gleichmäßiger Milchfluss und Absenkung der Milchttemperatur vor Eintritt in den Milchtank) - **Einsparpotential 25%**
- **Direktkühlung** (aber höherer Anschlusswert als Eiswasserkühlung)
- Bedarfsgerechte **Auslegung des Kälteaggregats** auf die Milchtankgröße
- **Milchtankgröße** an den Bedarf angepasst
- **Aufstellort des Kühlaggregats**
kühler Platz mit Luftzirkulation
- **bauliche Trennung** von Milchlagererraum u. Kompressorstandort
- **Milchtank** in Raum mit niedrigen Temperaturen
- **Regelmäßige Wartung**
(Kältemittelstand, Sauberkeit des Aggregats)



Beispiel: Kühlverfahren



Quelle: Verband der Landwirtschaftskammern e.V.; 2009

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*	1.560 €
	+ 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*	2.000 €
	+ warmes Tränkwasser		2.100 €

Strompreise: HT: 0,2 €/kWh; NT: 0,13 €/kWh

Ansätze zur Effizienzsteigerung III



Reinigung

Energieeinsparung durch:

- **abgestimmte Melkstandgröße** und **Milchleitungsdurchmesser**
- Warmwassermenge und -temperatur nach Bedarf
- Warmwassererzeugung ohne Strom (Heizöl, Erdgas, ...)
- **regelmäßige Wartung**
- Einsatz von **Wärmerückgewinnungssystemen** (Aufheizung des Reinigungswassers auf 50°C)

Wärmerückgewinnung

Mit Wärmerückgewinnungssystemen wird die Abwärme die beim Abkühlen der Milch entsteht, für die Erwärmung des Brauchwassers genutzt.

Warmwasserbereitung zur Tank- und Melkanlagenreinigung

	Heizöl/Gas	Strom**	Erdgas	Wärmerückgewinnung
Investitionskosten	1.000 € Speicher, Anschluß an Hausheizung	1.200 € Standspeicher 300 l	1.800 € Standspeicher 300 l	3.500 € externer Tauscher Speicherbehälter 400 l
Afa, Zins., Rep. (18 %)	180 €/Jahr	210 €/Jahr	320 €/Jahr	630 €/Jahr
Energiepreise	9 Cent/kWh	20,9 Cent/kWh	6,0 Cent/kWh	-
Energiekosten	810 €/Jahr	1.880 €/Jahr	540 €/Jahr	-
Gesamtkosten	990 €/Jahr	2.090 €/Jahr	860 €/Jahr	630 €/Jahr

* 2 x 200 l/Tag (150.000 l/Jahr von 8°C auf ca. 60°C = 9.000 kWh)** Strom RWE: 50 % HT (22,9 Cent/kWh); 50 % NT (18,9 Cent/kWh) 22.00 bis 6.30 Uhr; Heizöl: 0,75 €/l, Flüssiggas: 0,50 €/l

(Quelle: Fübekker, 10/2013)

Ansätze zur Effizienzsteigerung IV



Beleuchtung

Einflussgrößen

Lichtstrom [Lumen, lm]: Die gesamte Lichtleistung, die von einer Lampe in alle Richtungen abgegeben wird

Lichtstärke [Candela, cd] = [lm/Steradian, sr]: Der Lichtstrom, der in eine bestimmte Richtung (Raumwinkel) abgegeben wird

Beleuchtungsstärke [Lux, lx] = [lm/m²]: Der Lichtstrom, der in einer bestimmten Richtung auf eine Fläche trifft

Leuchtdichte [cd/m²] = [lm/sr m²]: Helligkeitseindruck einer erleuchteten oder selbstleuchtenden Fläche, angegeben als Lichtstärke pro Fläche

Lichtausbeute [lm/W]: Verhältnis des Lichtstroms einer Lampe pro aufgewendete elektrische Leistung, teilweise unter Berücksichtigung des Vorschaltgeräts






Der Lichtstrom bezeichnet die abgestrahlte Lichtmenge

Die Lichtstärke bezeichnet die Stärke des Lichtaustritts

Die Beleuchtungsstärke bezeichnet die Beleuchtung einer Fläche

Stallbeleuchtung



		Leuchtstoff- lampen	Metalldampf- lampen	LED- Strahler
120 Kuhplätze, ca. 1.360 m ² Stallfläche, 120 lux, 1.825 Betriebsstd., 5 h/d				
El. Anschlusswert	[W]	58	250	100
Lichtausbeute	[lm/W]	85	140	100
Anzahl	n	72	12	14
Gesamtleistung	[W]	4.176	3.000	1.400
Gesamtleistung/Fläche	[W/m ²]	3,1	2,2	1
Anschaffungskosten/ Lampe	[€]	40	340	700
Anschaffungskosten ges.	[€]	2.880	4.080	9.800

Stallbeleuchtung



		Leuchtstoff- lampen	Metalldampf- lampen	LED- Strahler
Durchschnittliche Lebensdauer	[h]	20.000	30.000	60.000
Austausch nach	[a]	11	16	33
Kosten	[€/a]	342	360	568
Energieverbrauch	[kWh/a]	7.621	5.475	2.555
Strompreis	[€/kWh]	0,22	0,22	0,22
Energiekosten	[€/a]	1.677	1.205	562
Gesamtkosten	[€/a]	2.019	1.565	1.130

Diskussion: Beleuchtungsdauer und Beleuchtungsstärke



Beleuchtungsprogramme

Langtag 14h bei 180 Lux in der Laktation

- These: Lange Tageslichtphasen haben einen positiven Einfluss auf den **Milchertrag**, die Fruchtbarkeit und Tiergesundheit.
- Die Wirtschaftlichkeit ist jedoch von einer **Milchleistungssteigerung** abhängig. (-> höherer Stromverbrauch!)

120 Kuhplätze; ca. 1360 m ²		80 Lux; 2,5 h			180 Lux; 5 h	
Leuchtmittel		Leuchtstofflampen	Metalldampflampen	LED-Strahler	Metalldampflampen	LED-Strahler
el. Anschlusswert	[W]	58	250	100	250	100
Beleuchtungsstärke	[lux]	80	80	80	180	180
Anzahl Lampen	[St.]	72	12	14	16	20
Gesamtleistung	[W]	4.176	3.000	1.400	4.000	2.000
Betriebsstunden/Jahr	[Std.]	900	900	900	1.800	1.800
Stromverbrauch/Jahr	[kWh]	3.758	2.700	1.260	7.200	3.600
Stromkosten/Jahr	[€]	752	540	252	1.440	720

Ansätze zur Effizienzsteigerung V Frostschutz



Bei Kaltställen ist insbesondere auf die Frostsicherung der Wasserleitungen zu achten. Der Energiebedarf für Rohrbegleitheizungen ist stark abhängig von der Länge der Leitungen und kann durchaus viel Energie beanspruchen

- Zirkulationssysteme
- Tränkebeckenbeheizung
- Rohrbegleitheizungen

Bsp. Frostschutz im Kaltstall - Rohrbegleitheizung

Anlage	El. Anschlusswert	Länge der Wasserleitungen	Laufzeit	Jahresstromverbrauch
Selbstüberwachende Frostschutz-Rohrbegleitheizung*	10 Watt / Meter	80 Meter	2880 h/Jahr	2.300 kWh

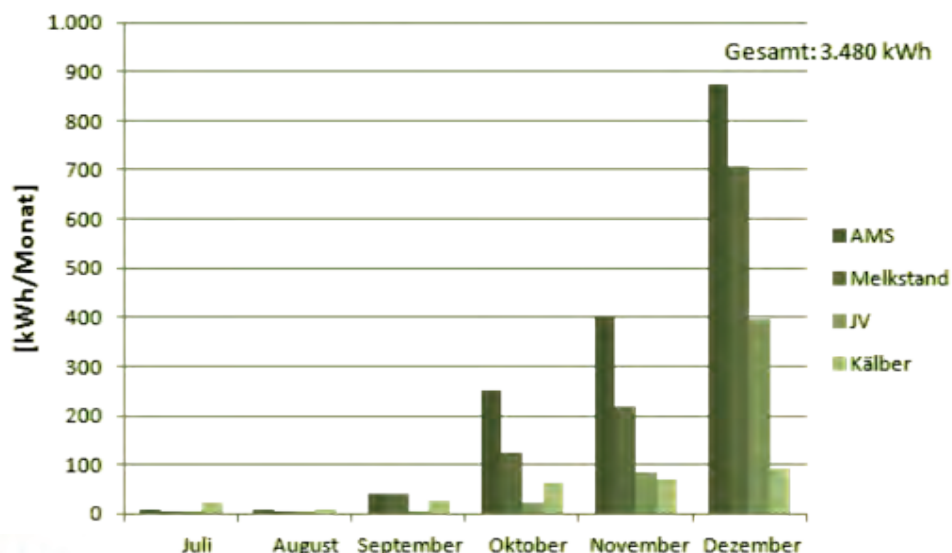
* selbstregulierende Rohrbegleitheizung bei Temperaturen unter 5°C

Beispiel: Rohrbegleitheizungen



Frostschutz

Begleitheizung



Energieberatung in Bayern

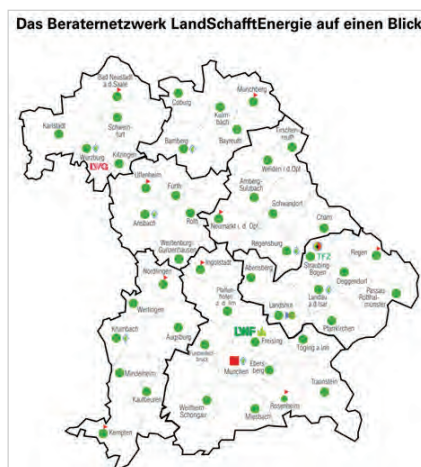


Mit dem Beraternetzwerk **LandSchafttEnergie** liefert das Landwirtschaftsministerium Informationen und Beratung rund um die Energiewende in Bayern.

Projektmitarbeiter: ÄELF (18), ALE (7), TFZ + CARMEN (24), LWG + LfL (4)

Zu folgenden Bereichen werden Information und Beratung angeboten:

- Energiewende in ländlichen Gemeinden
- **Energieeinsparung und Energieeffizienz in der Land- und Forstwirtschaft**
- Nachhaltiger Energiepflanzenbau
- Wärme und Strom aus Festbrennstoffen
- Mobilität und Antriebskonzepte auf Basis biogener Kraftstoffe
- Strom, Wärme und Kraftstoffe aus Biogas
- Übergreifende Systemlösungen
- Windenergie, Photovoltaik und Solarthermie im ländlichen Raum



Fazit

Die Kenntnis über den betrieblichen Energiebedarf ist die Basis

- für einen Vergleich mit anderen Betrieben (z.B. Arbeitskreis)
- für einen Vergleich mit allgemeinen Kennzahlen
- für Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Effizienzsteigerung

Diese Maßnahmen liegen im **organisatorischen, technischen und baulichen** Bereich.

Einsparmaßnahmen sind immer in Verbindung mit der (tierischen) Leistung einzuschätzen.

In der Milchviehhaltung liegt der Hauptansatz für Energieeinsparungsmöglichkeiten im Bereich **Milchentzug und Milchkühlung** (z.B. Einsatz von frequenzgesteuerten Vakuumpumpen, Vorkühlung und Wärmerückgewinnung, ...).

Kostensenkung und Ressourcenschonung können in vielen Fällen kombiniert werden.

Energiemanagement und Eigenbedarfsdeckung wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen.



Info-Blätter



<http://www.lfl.bayern.de/publikationen>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

