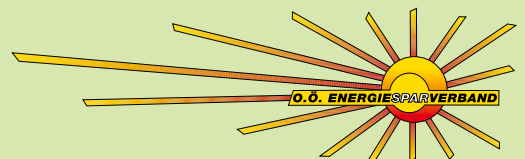




# Stromsparen in der Landwirtschaft

Intelligent Energy  Europe





## Stromsparen jetzt!

Steigender Stromverbrauch und -kosten belasten zunehmend auch landwirtschaftliche Betriebe. So fallen im Sektor Landwirtschaft österreichweit jährlich Stromkosten bis zu 150 Mio Euro an.

Stromsparmaßnahmen leisten einen wichtigen Beitrag zum Umwelt- & Klimaschutz und zur Senkung der Betriebskosten, was für Landwirte ein entscheidender Faktor im Wettbewerb sein kann. Bei konsequenter Umsetzung von Effizienzmaßnahmen könnte der Stromverbrauch um bis zu 40 % gesenkt werden.

Die vorliegende Broschüre des O.Ö. Energiesparverbandes widmet sich daher dem Thema Stromsparen in der Landwirtschaft. Sie gibt einen Überblick über mögliche Stromsparmaßnahmen mit Tipps vor allem für Schweinehaltung und Milchviehwirtschaft für in Oberösterreich typische Betriebe (Schweinezucht- & Mastbetriebe, Milchwirtschaft).

Die Daten basieren unter anderem auf einer Erhebung unter landwirtschaftlichen Betrieben in Oberösterreich, die in Kooperation mit den landwirtschaftlichen Fachschulen Oberösterreichs durchgeführt wurde und an der sich über 300 Schüler/innen beteiligt haben.

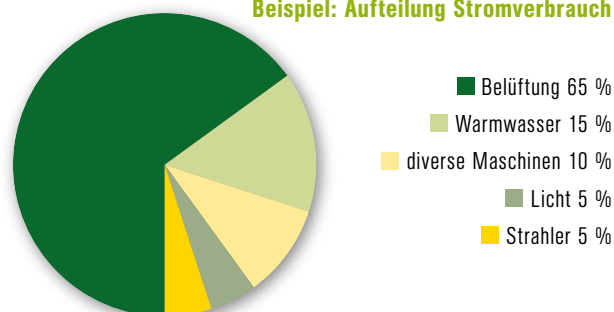
### Energie-Kennzahlen Milchviehhaltung

jährlicher Stromverbrauch/Tier (Betriebe mit 20–50 Rindern)

niedriger Verbrauch < 350 kWh	durchschnittlicher Verbrauch 350–450 kWh	hoher Verbrauch > 450 kWh
----------------------------------	---	------------------------------

durchschnittlicher Stromverbrauch bezogen auf die Milchleistung:  
rund 5 kWh/100 kg Milchmenge und Jahr

### Beispiel: Aufteilung Stromverbrauch



Aufteilung des Stromverbrauchs eines durchschnittlichen Landwirtschaftsbetriebes mit Viehwirtschaft (ohne Haushaltsstromanteil).

## Energieverbrauch & Kennzahlen

### Wie kann ich erkennen, wie ich liege?

Mit Hilfe von Energie-Kennzahlen können Sie Ihren Verbrauch einschätzen. Voraussetzung dafür ist, dass Sie sich selber einen Überblick über Ihren Energieverbrauch im Betrieb verschaffen. Eine Energiebuchhaltung ist ein erster Schritt, um den Energieverbrauch und die Energiekosten laufend zu erfassen.

### Energie-Kennzahlen Schweinebetriebe

Schweinezucht, jährlicher Stromverbrauch/Tier (Betriebe mit 50–200 Schweinen)

niedriger Verbrauch < 200 kWh	durchschnittlicher Verbrauch 200–250 kWh	hoher Verbrauch > 250 kWh
----------------------------------	---	------------------------------

spezifischer Stromverbrauch in Mastbetrieben:  
40 kWh/Jahr und Mastplatz



## Energiebuchhaltung

Um einen Überblick über Energieverbrauch und mögliche Einsparpotenziale zu erhalten, hilft es, eine Energiebuchhaltung zu beginnen. Damit können Sie Energieverbrauch und -kosten laufend überprüfen und Abweichungen erkennen. Energie-Kennzahlen und Messdaten helfen mit, den Erfolg von Einsparmaßnahmen sichtbar zu machen.

Lesen Sie zumindest 1x pro Jahr Ihre Stromzähler ab bzw. entnehmen Sie den Verbrauch aus der Jahresstromrechnung. Eine einfache Stromverbrauchs-Erfassung könnte so aussehen und an Hand der jährlichen Stromrechnung eingetragen werden:

### Überblick Stromverbrauch

Bereiche	Jahr	Stromverbrauch [kWh]	Leistung [kW]	Tarif [€]
Landwirtschaft				
Haushalt				
Gewerbebetrieb				
E-Heizung, Wärmepumpe				
Elektrische Warmwasserbereitung				
<b>Gesamt [Jahr]</b>				

Eine ähnliche Auflistung kann für die Bereiche Brennstoff- und Treibstoffeinsatz erfolgen.

Im Strombereich ist es nicht nur wichtig, den Verbrauch [kWh] zu erfassen, sondern auch die eingesetzte Leistung [kW]. Falls ein eigener Leistungstarif verrechnet wird, ist es daher – neben der Senkung des Stromverbrauches – auch wichtig, die Leistungsspitzen zu senken, zum Beispiel durch einen gestaffelten Betrieb der großen Verbraucher.

Eine wichtige Kennzahl stellen die Benutzungsstunden dar. Sie errechnen sich aus jährlichem Stromverbrauch [kWh] geteilt durch elektrischen Leistungsbedarf [kW]. Den Stromverbrauch können Sie z.B. mit Hilfe eines Stromverbrauchs-Messgerätes erfahren. Auch die Zahl der Benutzungsstunden ist ein wichtiger Faktor, im Maximalfall betragen sie 8.760 Stunden pro Jahr, tatsächlich liegen sie häufig wesentlich darunter, es gelten folgende Richtwerte:

Betriebsart	Benutzungsstunden [h]	Erklärung
<b>Milchviehhaltung</b>	1.000–1.500	2x tägliche Reinigung der Anlagen mit Zirkulationsreinigung
	2.000–3.000	Kochendwasserreinigung und indirekte Kühlung
<b>Schweinemast</b>	2.500–3.500	Lüftung und Fütterung (ohne Futtermittelaufbereitung und Gülletechnik)

## Energie-Kennzahlen

In Landwirtschaftsbetrieben mit Nutztierhaltung entfällt der größte Anteil des Stromverbrauchs auf die Milchgewinnung (Milchwirtschaft), die Stallbelüftung (Schweinemast) bzw. die Ferkelnestbeheizung (Schweinezucht). Im Folgenden einige Stromverbrauchs-Kennzahlen als Richtwerte.

### Richtwerte für den Stromverbrauch

Anlage	elektrischer Anschlusswert [kW]	Laufzeit [h/Jahr]	Jahresstromverbrauch [kWh]
Stalllüftung für 400 Mastschweine (Durchschnittswert)	0,5–1,5	8.760	4.380–13.140
Ferkelnestbeheizung (24 Abferkelbuchten)	0,25 (je Bucht)	4.000	24.000
Durchlauferhitzer für Melkanlagenreinigung	12	300	3.600
Melkstandheizung, -lüftung	2–3	500	1.000–1.500
Milchpumpe	1–4	600–700	600–2.800
Vakuumpumpe	1–4	650–750	650–3.000
Kühlung (direkt)	3–8	700–900	2.800–7.200
Mahl- & Mischanlage für 400 Mastschweine	7,5–10	250–500	1.875–5.000
Futtermischer (flüssig)	0,5–1	4.000–8.760	2.000–8.760
Ventilator	0,2–0,6	6.000	1.200–3.600
Güllepumpe	6–24	100–250	600–6.060
Heubelüftung (30 t)	15	400	6.000

Einige typische Anwendungsbereiche



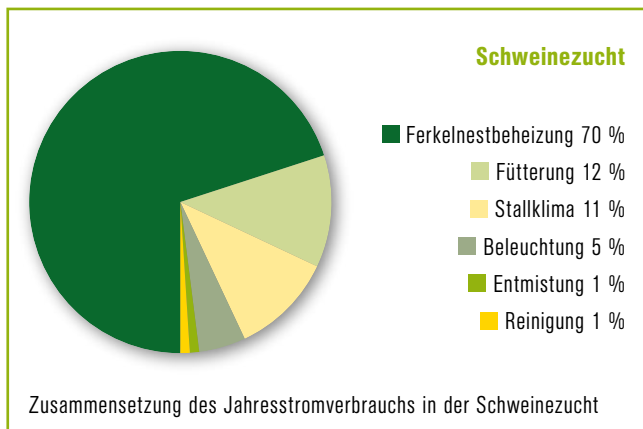
# Stromsparen in der Schweinehaltung

## Schweinezucht

Der Stromverbrauch für die Schweinezucht wird vor allem durch die Art der Wärmebereitstellung bestimmt, rund 70 % des gesamten Stromverbrauchs in diesem Bereich entfällt auf die Ferkelnestbeheizung.

### Stromverbrauch Schweinebetriebe

Zuchtbetriebe					
Betriebsgröße [Anzahl der Schweine]	1-10	11-50	51-200	201-400	über 400
durchschnittlicher Stromverbrauch pro Schwein [kWh/a]	2.500	600	200	50	35
Mastbetriebe					
Betriebsgröße [Anzahl der Schweine]	1-100	101-250	501-1.000	1.001-1.500	
durchschnittlicher Stromverbrauch pro Schwein [kWh/a]	545	115	25	25	



### Ferkelnestbeheizung

Die Zahl der aufgezogenen Ferkel pro Sau und Jahr ist das entscheidende Erfolgskriterium in der Schweinezucht. Ein Großteil der Ferkelverluste ist auf zu geringe Umgebungstemperatur zurückzuführen. Um Unterkühlung der Ferkel zu vermeiden, muss ihr Liegebereich mit geeigneten Heizsystemen erwärmt werden. Die Tiere geben sowohl an die Liegefläche als auch an die Stallluft Wärme ab. Eine Kombination aus einer elektrischen Strahlungsheizung (Infrarot-Strahler) mit einer Fußbodenheizung erfüllt die physiologischen Ansprüche der Ferkel in hohem Maß.

- Verwendung von regelbaren Infrarot-Strahlern (Hellstrahler, Dunkelstrahler)
- Reflektoren an den Strahlern vermindern den elektrischen Leistungsbedarf und verbessern die Wärmeverteilung
- Automatische Steuerung bzw. Zeitschaltuhr
- Verwendung von regelbaren Fußbodenheizungen (auf gleichmäßige Wärmeverteilung achten).

Die exakte Anpassung der Heizleistung beider Heizsysteme an den Wärmebedarf der Ferkel bietet das größte Einsparpotential an Energie (ein Dimmer hilft, die Leistung exakt anzupassen).

Der tatsächliche Wärmebedarf lässt sich nur eingeschränkt über feste Temperaturangaben definieren. Wesentlich besser können über Verhaltensbeobachtungen Rückschlüsse auf das thermische Wohlbefinden der Ferkel geschlossen werden:



- liegen die Ferkel in „Haufen“ (um Wärmeverluste zu reduzieren), ist die Umgebungstemperatur zu niedrig
- liegen die Ferkel außerhalb des Liegebereichs ist die Temperatur dort zu hoch
- liegen die Ferkel ausgestreckt ruhend nebeneinander ist das Wärmeangebot gleichmäßig und ausreichend.

Der Energiebedarf für die Beheizung kann auch durch Wärmedämmung des Stalles (Fußboden, Decke und Außenwand dämmen und gegen Beschädigung durch Nässe schützen) bzw. zumindest durch eine innenliegende Holzverschalung an den umgebenden „kalten“ Mauern reduziert werden.

### Stallklima

Die Temperaturansprüche von säugenden Sauen und ihrer Ferkel unterscheiden sich deutlich. Die Sau benötigt Temperaturen im Bereich von 16–20°C. Die optimale Temperatur für die Ferkel sinkt von rund 35°C bei der Geburt auf etwa 26°C in der vierten Woche. Ferkelkisten reduzieren die Lüftungswärmeverluste im Ferkelliegebereich.

### Reinigung

Um elektrische Leistungsspitzen zu reduzieren, sollten, wenn möglich, Hochdruckreiniger nicht zeitgleich mit anderen leistungsstarken elektrischen Verbrauchern betrieben werden (z. B. während der Reinigung die Lüftung ausschalten).

### Wärmebereitstellung in der Ferkelaufzucht

Wärmequelle	Richtwerte	Betriebsgröße [Anzahl Sauen]		
		60	120	200
Infrarotlampe	Leistung [kW]	7,5		
	Stromverbrauch [kWh/a]	24.000		
elektrische Fußbodenheizung	Leistung [kW]	7	12	15
	Stromverbrauch [kWh/a]	18.000	36.000	60.000
Gasstrahler	Leistung [kW]	5	7	9
	Verbrauch [kWh/a]	9.000	18.000	30.000
Warmwasserheizung	Leistung [kW]		8	10
	Stromverbrauch [kWh/a]		24.000	40.000

Richtwerte

## Schweinemast

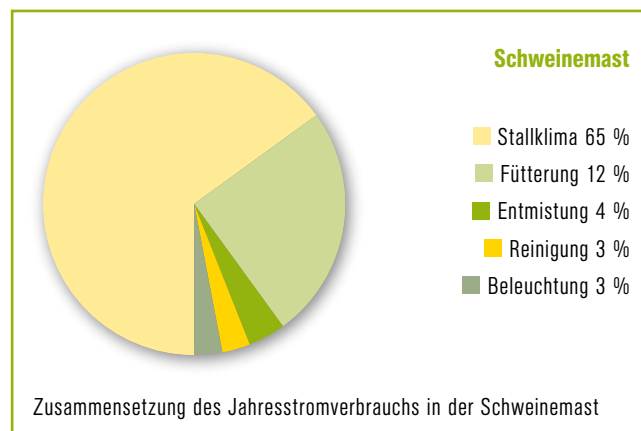
Der Stromverbrauch in der Schweinemast entfällt zum Großteil auf die Lüftung (rund 65 %) und Fütterung (rund 12 %). Der Stromverbrauch ist natürlich stark von der Betriebsgröße abhängig, als Richtwert gilt ein spezifischer Stromverbrauch von 40 kWh/Jahr und Mastplatz. Diese Zahl berücksichtigt den Strombedarf ausschließlich für Lüftung, Fütterung, Stallreinigung und Grundbedarf des Stallgebäudes. An einem typischen Masttag gibt es eine oder mehrere Leistungsspitzen, die durch die Fütterung verursacht sind. Sowohl die Häufigkeit als auch das Verfahren (Automatenfütterung, rationierte Fütterung) bestimmen die Höhe und die Häufigkeit der elektrischen Leistungsspitzen.

### Fütterung

Bei Flüssigfütterung wird in der Regel weniger Strom als bei Trockenfütterung verbraucht. Getreidetrocknungsanlagen sowie Mahl- und Mischanlagen zur hofeigenen Futtermittelzubereitung haben hohe elektrische Anschlusswerte und verursachen sowohl im Jahres- als auch im Tagesverlauf hohe elektrische Leistungsspitzen. Der Verbrauch kann durch regelmäßige Kontrolle der Siebe und Schlegelhämmer begrenzt werden.

### Maßnahmen zur Leistungsreduktion

- während der Futtertrocknung möglichst keine anderen großen elektrischen Aggregate einschalten
- Arbeitsabläufe von Mahl- und Mischanlagen automatisieren und zeitlich in die Schwachlastzeit verlagern.





## Maßnahmen mit Investition

- wo möglich, Verzicht auf pneumatische Fördereinrichtungen
- kurze Förderwege durch sinnvolle Einbindung der Fördereinrichtung in die baulichen Gegebenheiten des Betriebs
- Mahl- und Mischgemeinschaften nutzen (mobiles Gerät bereitet Futter auf).

## Stallklima

Schon bei der Planung einer Stalllüftungsanlage sollte auf energieeffiziente Systeme geachtet werden. Mit einer geregelten Lüftungsanlage (Intervallschaltung oder besser Frequenzumrichter) lässt sich die Frischluft energieeffizient dem jeweiligen Bedarf (CO<sub>2</sub>-Gehalt, Temperatur) anpassen. Planungsfehler bei der Erstellung einer Stalllüftungsanlage lassen sich später kaum ausgleichen. Aber auch richtig geplante und installierte Stalllüftungen funktionieren nur, wenn sie fachgerecht bedient und regelmäßig gewartet werden.

## Stromspartipps

- Querschnittsänderungen mit strömungsgünstigen Übergangsstücken ausführen
- Bei der Lüftungsanlage sollte auch auf die richtige Auswahl der Ventilatoren geachtet werden. Der Unterschied zwischen Standard- und Energiesparventilatoren liegt vor allem im Stromverbrauch bei niedriger Drehzahl (schwankt zwischen 50 und 70 % des Bedarfs bei Vollast). Neue EC-Ventilatoren schneiden im Teillastbereich deutlich besser ab.

Weitere Einsparpotentiale sind auch durch die richtige Dimensionierung der Lüfter gegeben. Der Stromverbrauch verschiedener Ventilatoren bietet sich als Vergleichsgrundlage an, fragen Sie bei der Anschaffung danach.

Auch während des Betriebs der Stalllüftungsanlage kann Energie eingespart werden:

- Schutzgitter vor den Ansaugöffnungen und Ventilatoren sollten stets sauber sein
- Wärmetauscher und Rohre regelmäßig reinigen
- richtig und regelmäßig eingestellt, sparen Klimacomputer Lüftungs- und Heizenergie.

# TIPPS!

## Schweinezuchtbetriebe

### Stromverbrauch in Schweinezuchtbetrieben

Betriebsgröße [Anzahl der Schweine]	1-10	11-50	51-200	201-400	über 400
durchschnittlicher Stromverbrauch pro Schwein [kWh/a]	3.832	596	202	48	37

- Infrarot-Strahler sollen regelbar sein (Thermostat)
- automatische Steuerung bzw. Zeitschaltuhr bei Ferkelnestbeheizung
- Wärmedämmung des Stalles
- „Ferkelkisten“

## Schweinemastbetriebe & Stallklima

### Stromverbrauch in Schweinemastbetrieben

Betriebsgröße [Anzahl der Schweine]	1-100	101-250	501-1.000	1.001-1.500
durchschnittlicher Stromverbrauch pro Schwein [kWh/a]	543	115	23	24

- wenn möglich keine pneumatischen Fördereinrichtungen und kurze Förderwege
- Energiesparventilatoren verwenden (EC-Ventilatoren)
- Gruppenschaltung, wenn mehrere Ventilatoren
- stufenlos geregelte Lüftungsanlage (Frequenzumrichter)
- ev. „Klimacomputer“ zur Regelung
- richtige Dimensionierung der Lüfter
- möglichst niedrige Strömungsgeschwindigkeit in den Kanälen (< 3 m/s bzw. < 1 m/s im Raum)
- Lufteintrittsöffnungen trichterförmig ausführen
- Umlenkungen in Zu- und Abluftkanälen (Luftleitbleche)
- wo möglich, keine Weitwurfdüsen in den Abluftkanälen verwenden
- Querschnitt des Abluftkanals möglichst nicht kleiner als Ventilatordurchmesser ausführen
- werden Fütterungen oder Ventilsteuerungen mit Druckluft betrieben, auf regelmäßige Wartung und Entwässerung achten
- Regenschutzhauben erhöhen den Stromverbrauch, elektromotorische Klappen verwenden



## Stromsparen in der Milchwirtschaft

Bei Milchvieh-Betrieben geht man von einem Stromverbrauch von etwa 400 kWh/Kuh und Jahr aus, auf die Milchmenge bezogen sind dies etwa 5 kWh/100 kg Milchmenge und Jahr. Strom wird vor allem für die Milchgewinnung, neben den Melkanlagen u. a. für die Reinigung und Milchkühlung, verwendet. Durch die Wärmeabgabe der Tiere (etwa 200 W pro 100 kg Körpergewicht) ist in der Regel keine Raumheizung notwendig. Es gibt meist einen sehr unregelmäßigen Strombedarf im Tagesverlauf. Durch zeitliche Verschiebungen und den Einsatz verbrauchsarmer Reinigungs- und Kühlanlagen lässt sich der Stromverbrauch reduzieren und Lastspitzen vermeiden.

### Milchgewinnung

Rund 80 % des jährlichen Strombedarfs in der Milchviehhaltung entfallen auf diesen Bereich. Der Rohrquerschnitt der Melkleitung und die Anzahl der Melkzeuge bestimmen die Pumpengröße. Wird die Milchtransportleistung überdimensioniert, muss eine stärkere Vakuumpumpe eingesetzt werden.

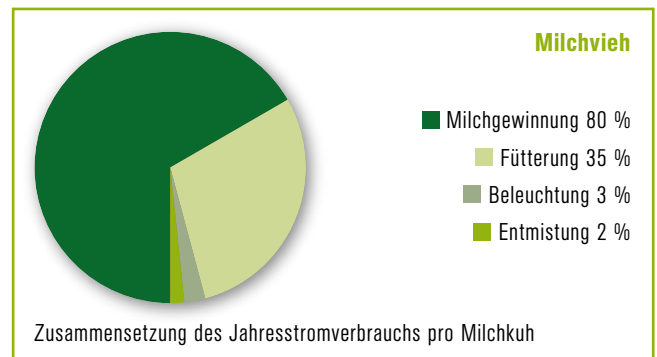
#### Tipps für den Betrieb der Melkanlage

- Anlagen nicht überdimensionieren
- Melkanlage nicht länger als erforderlich laufen lassen
- Reduzierung der Drehzahl der Vakuumpumpe bei niedrigerem Leistungsbedarf (Frequenzumformer bringen bis zu 40 % Stromersparung). Elektronisch geregelte Vakuumpumpen lassen sich bedarfsgerecht einstellen.

#### Stromverbrauch Rinderbetriebe

Rinderzucht				
Betriebsgröße [Anzahl der Rinder]	1-9	10-29	30-49	50-99
Ø Stromverbrauch pro Rind [kWh]	1.500	650	370	300
Rindermast				
Betriebsgröße [Anzahl der Rinder]	1-10	11-20	21-50	51-100
Ø Stromverbrauch pro Rind [kWh]	1.800	860	410	220

Häufig wird der Stromverbrauch auch auf die produzierte Milchmenge bezogen. Richtwert: 5 kWh/100 kg Milchmenge und Jahr



### Reinigung

Eingesetzt werden vorwiegend Melkanlagen mit Zirkulationsreinigung (Durchlauferhitzer) und die Kochendwasserreinigung, bei der Wasser erhitzt und im Durchfluss durch die Melkanlage gesaugt wird.

#### Maßnahmen bei der Planung/Errichtung

- Reinigungsautomaten mit Durchlauferhitzer auf die anlagenspezifischen Erfordernisse ausrichten (damit möglichst wenig Wasser elektrisch aufgeheizt werden muss)
- die Kochendwasserreinigung stellt für viele Melkanlagen eine leistungssparende Alternative dar
- kostengünstig aufbereitetes warmes Wasser nutzen, z.B. aus der Wärmerückgewinnung der Milchkühlung, aus einer Solaranlage oder einem Hackgutkessel.

### Milchlagerung – Kühlung

Es können zwei Kühlverfahren unterschieden werden:

- direkte Kühlung: die „Wärme“ der Milch wird direkt auf das Kältemittel übertragen
- indirekte Kühlung: die „Wärme“ der Milch wird über ein Medium abgeführt. Das Kälteaggregat erzeugt Eis und die Schmelzwärme des Eises wird zur Kühlung genutzt.
- eine Eiswasserkühlung braucht rund 15 % mehr Energie als die Direktkühlung.



### Montageort der Kälteanlage:

- je kühler und besser belüftet der Kondensator aufgestellt, desto geringer ist der Stromverbrauch zur Kühlung
- bauliche Trennung von Milchlagerraum und Standort des Kühlkompressors (Milchlagerraum nicht beheizen)
- Platzierung des Lagertanks in kühlen Gebäudeteilen
- Kälteanlagen nicht im Freien an staubigen oder direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzten Plätzen aufstellen
- Lamellen des Kondensators vor Verschmutzung schützen
- Ansaugseitig mind. 50 cm Abstand zur Wand einhalten
- auf gute Belüftung achten
- Wärmetauscher regelmäßig reinigen

### Veränderung des Stromverbrauchs mit der Raumtemperatur

Umgebungstemperatur (°C)	5 °C	25 °C	32 °C
Spezif. Stromverbrauch (kWh/100 l Milch)	1,4	2,2	2,8

### Energiespartipps:

- Auslastung des Lagertanks
- Auslegung des Kälteaggregats auf die Milchlagertankgröße
- beim Kauf nach dem Stromverbrauch fragen
- Kühlanlagen mit Direktverdampfer haben einen höheren Leistungsbedarf als Eiswasserkühlung, der Energiebedarf (kWh/Liter) ist aber um etwa 20% geringer.
- steht günstiges Kaltwasser zur Verfügung, kann eine Vorkühlung der Milch mit Kaltwasser den Stromverbrauch zur Kühlung um bis zu 40 % reduzieren
- Die Vorkühlung der Milch durch Wärmerückgewinnungsanlagen rechnet sich meist rasch.

Auch eine regelmäßige Wartung der Anlagen verhindert unnötigen Stromverbrauch. Das bedeutet:

- regelmäßige Kontrolle der Kühflüssigkeit
- regelmäßiges Reinigen des Kühlers im Kompressor
- Überprüfen der Kühltemperatur
- Kühltemperatur mit Keimzahl der Milch abstimmen

### Systemvergleich der Kühlverfahren

	indirekte Kühlung (Eiswasser)	direkte Kühlung
spezif. Stromverbrauch (kWh/100 l)	1,8-2,6	1,5-2,2
Kompressorleistung (kW/100 l)	0,4-0,5	0,8-1
Kühlgeschwindigkeit	schneller	langsamer
Anfrieren	nicht möglich	Mindestfüllmenge beachten
Platzbedarf	größer	kleiner

Erstes Kriterium bei der Auswahl und Auslegung der Kühlanlage sind Produktionssicherheit und -qualität, aber:

- Saisonale Abkalbungen führen zu stark schwankenden Milchmengen im Jahresverlauf. Oft ist hier ein zweiter Tank besser als ein größerer.
- Bei „Vier-Gemelks-Wannen“ könnten ev. die Kühlkreisläufe in zwei Ebenen aufgeteilt werden (energiesparende Technik)
- Ein Vorkühler für die Milch spart Strom.

### Richtwerte elektrischer Leistung typischer Produktionsverfahren

Richtwerte elektrische Leistung [kW]	Größe des Milchviehbetriebs bzw. Produktionsumfang Anzahl der Tiere [Stück], Jahresmilchmenge [kg]		
	60 Kühe/400.000 kg	100 Kühe/700.000 kg	150 Kühe/1.000.000 kg
<b>Melken und Reinigen</b>			
Zirkulationsreinigung + Direktverdampferkühlung	20-25 kW	20-23 kW	27-32 kW
Kochendwasser-Reinigung + Direktverdampferkühlung	12-15 kW	15-18 kW	18-24 kW
Zirkulationsreinigung + Eiswasser-Kühlung	18-23 kW	18-23 kW	23-28 kW
Kochendwasser-Reinigung + Eiswasser-Kühlung	10-15 kW	10-15 kW	15-20 kW
Zirkulationsreinigung + Milchkühlung + Direktverdampferkühlung	18-23 kW	18-23 kW	23-28 kW

Richtwerte Produktionsverfahren Milchviehhaltung in Abhängigkeit vom Produktionsumfang der Milchmenge



## Fütterung

### Rauhfutter

Die Rauhfutterbereitung kann große elektrische Leistungen erfordern, sofern Heu getrocknet oder Rauhfutter in Siloanlagen eingelagert wird. Beachten Sie daher folgende Strompartittips:

- mechanische Fördergeräte nutzen (pneumatische Systeme haben höheren spezifischen Stromverbrauch)
- möglichst lockere Einlagerung des Heus und geringe Lagerhöhen für Belüftungstrocknung nutzen
- Förderantriebe nicht zeitgleich mit anderen großen Aggregaten (Güllepumpe, Schrotmühle) betreiben
- Feldtrocknung zur Heuernte ausnutzen.

### Leistungsfutter

Der Stromverbrauch computergesteuerter Fütterungsanlagen wird häufig unterschätzt. Pro 100 W elektrischem Leistungsbedarf des Fütterungscomputers werden bei 24stündiger Laufzeit fast 880 kWh Strom pro Jahr verbraucht.

### Berechnungsbeispiel

Anwendung	Berechnung <sup>1</sup>	kWh/Kuh & Jahr
Melkmaschine, Vakuumaggregat	$(1,5 \text{ kW} \cdot 2 \cdot 365)$	44
Reinigung der Rohrmelkanlage:		
– Vakuumaggregat	$(1,5 \text{ kW} \cdot 0,5 \cdot 365) / 25$	11
– Heizstab	$(7 \text{ kW} \cdot 0,66 \cdot 365) / 25$	34
Entmistungsanlage, Elektromotor	$(7,5 \text{ kW} \cdot 0,66 \cdot 365) / 25$	72
<sup>1</sup> Leistung mal Zeit (= Stunden pro Tag mal 365 Tage/Jahr)		

Berechnung des durchschnittlichen Stromverbrauchs eines Milchviehbetriebes (25 Kühe);  
Quelle: Dr. Moitzi, Institut für Landtechnik, BOKU

Annahmen: Melkdauer: 2x1 h/Tag; Waschen der Rohrmelkanlage: 2x15 min./Tag; Erwärmen des Waschwassers auf 60°C: 2x10 min./Tag; Einsatzdauer Entmistungsanlage: 2x20 min/Tag

## TIPPS!

### Milchwirtschaft

- Melkanlagen nicht überdimensionieren
- Drehzahl der Vakuumpumpe bei niedrigerem Leistungsbedarf reduzieren
- Frequenzumformer verwenden
- elektronisch geregelte Vakuumpumpen einsetzen
- für die Reinigung kostengünstig aufbereitetes warmes Wasser nutzen (z. B. aus Wärmerückgewinnung der Milchkühlung, aus einer Solaranlage oder einem Hackgutkessel)
- mechanische Fördergeräte statt pneumatischen Systemen verwenden
- Feldtrocknung zur Heuernte ausnutzen
- Heu möglichst locker einlagern

### Milchlagerung & Kühlung

- Direkt- statt Eiswasserkühlung verwenden
- Kondensator kühl und gut belüftet aufstellen
- Milchlagerraum nicht beheizen und baulich vom Standort des Kühlkompressors trennen
- Lagertanks in kühlen Gebäudeteilen aufstellen
- Kälteanlagen nicht im Freien an staubigen oder warmen Plätzen aufstellen
- Kälteanlagen nicht in Deckennähe oberhalb von Fenstern oder Türen montieren
- Kondensator-Lamellen vor Verschmutzung schützen
- auf gute Belüftung achten
- mind. 50 cm Abstand zur Wand einhalten
- auf gute Auslastung des Lagertanks achten
- Kälteaggregat richtig auslegen (in Bezug auf Milchlagertankgröße nicht überdimensionieren)
- Vorkühlung der Milch mit Kaltwasser
- Wärmerückgewinnungsanlagen rechnen sich rasch!
- regelmäßige Wartung und Reinigung der Anlagen
- wenn möglich keine Wasserpumpen verwenden



# Wichtige Stromverbraucher und mögliche Einsparpotenziale

## Tränkewassererwärmung – Frostschutz im Kaltstall

Ein Nachteil des Kaltstalles ist der fehlende Frostschutz, dies kann zu Problemen mit der installierten Technik führen. Ein wirksamer Frostschutz, insbesondere der wasserführenden Leitungen und Tränkeanlagen, ist erforderlich. Die Temperatur dieses Leitungswassers beträgt im Jahresdurchschnitt ca. 10°C. Der erforderliche Energiebedarf zur Erwärmung einer bestimmten Wassermenge kann so berechnet werden:

$$Q = P * t = m * c * dT$$

- Q ist die Energiemenge in Wattstunden (Wh)
- P ist die Leistung in Watt (W)
- t ist die Zeit in Stunden (h)
- m ist die Wassermenge in Litern (l)
- c ist die spezifische Wärme von Wasser (1,16 Wh/l \* K)
- dT ist die Temperaturdifferenz in Kelvin (K)

### Rechenbeispiele

#### Basisdaten:

- 10 Sauen mit 100 Aufzuchtferkeln
- 10° C IST Leitungswassertemperatur
- 17° C SOLL Tränkewassertemperatur
- dT = 7 K

#### Rechenweg Aufzuchtferkel:

- $1,5 \text{ l/d} * 100 \text{ Ferkel} * 1,16 \text{ Wh/l K} * 7 \text{ K} = 1.218 \text{ Wh/d}$   
oder 1,22 kWh/d

#### Rechenweg Sauen:

- $15 \text{ l/d} * 10 \text{ Sauen} * 1,16 \text{ Wh/l K} * 7 \text{ K} = 1.218 \text{ Wh/d}$   
oder 1,22 kWh/d

Gesamtverbrauch für 10 Sauen und 100 Aufzuchtferkel:  
2.436 Wh/d (oder 2,44 kWh/d)

Die Temperierung von Tränkewasser erfolgt entweder direkt mit Strom oder durch die Nutzung der Abwärme aus der

Milchkühlung. In großen Milchviehbetrieben erfolgt die Tränkewasservorwärmung meist mittels Plattenwärmetauscher durch die Abwärme der Milchkühlung. Dabei wird der kuhwarmen Milch im Gegenstromverfahren Wärme entzogen. Diese Technik spart zweimal Energie:

- die Milch kommt bereits vorgekühlt in den Milchtank
- das Tränkewasser wird ohne zusätzliche Energiezufuhr temperiert.

### Tränkebeckenbeheizung

Häufig werden elektrische Widerstandsheizungen zum Frostschutz von konventionellen Tränkebecken eingesetzt. Am Wasserzulauf befindet sich ein abgedichteter Heizwiderstand. Beim Betrieb temperiert er nicht nur die Wasserzuleitung, sondern auch das Becken. Das während des Trinkvorganges nachströmende Wasser wird kaum erwärmt, die Trinkschale aber trotzdem frostfrei gehalten. In Trog-Tränken kommen neben Frostschutzwächtern auch Zusatzheizungen zum Einsatz. Heizleistungen von 80, 120 und 180 Watt gewährleisten den Frostschutz, können jedoch zur Tränkewassererwärmung nur unwesentlich beitragen. Temperaturempfehlung: 2° C

## Entmistung

Güllepipen und -rührwerke haben im Allgemeinen einen hohen elektrischen Anschlusswert (7,5 kW bis 25 kW). Zur Leistungsreduktion empfiehlt sich daher die Anlage nicht zeitgleich mit anderen großen elektrischen Aggregaten (Melkanlagenreinigung, Durchlauferhitzer, Schrotmühle usw.) laufen zu lassen.

### Maßnahmen bei der Planung

- vermeiden Sie Umlenkungen sowie kleine Rohrdurchmesser und große Förderhöhen
- Aggregate so auswählen, dass sie in ihrer Leistung auf die Anlagenerfordernisse abgestimmt sind.



## Heubelüftung

Wichtig ist auf eine optimale Anordnung der Roste unter dem Heustock zu achten. Dadurch kann die Trocknungseffizienz verbessert, die Lüftungsdauer reduziert und bis 15 % Strom gespart werden. Effizient ist die Heubelüftung, wenn die Ansaugluft trockener als das Heu ist. Je nach Situation kann auf Intervallbetrieb umgeschaltet und bis 35 % Strom gespart werden.

Überlegen Sie auch den Einsatz von Sonnenkollektoren zur Heutrocknung. Wenn das Heu mit solar erwärmter Luft belüftet wird, reduziert sich die Belüftungsdauer und verbessert sich die Heuqualität.

## Beleuchtung

In Tierställen sollten energieeffiziente Leuchtstofflampen als Lichtquelle verwendet werden. Die Lichtausbeute ist um ein Vielfaches höher als bei Glühlampen. Zu beachten ist:

- die richtige Position der Leuchten im Stall
- die Lampen regelmäßig zu säubern
- im Außenbereich (Kaltstall) auf für niedrige Temperaturen geeignete Lampen achten
- als Alternative zu Halogenscheinwerfern können die wesentlich effizienteren Metallhalogendampflampen eingesetzt werden.
- überlegen Sie den Einsatz von Zeitschaltuhren (automatisches Ein- und Ausschalten oder Bewegungsmelder).

## Wärmerückgewinnung

Die Nutzung von Abwärme aus der Produktion kann den Gesamtenergiebedarf und die Energiekosten deutlich senken. Für viele landwirtschaftliche Produkte ist eine Kühlung notwendig. Bei Kühlaggregaten wird oft viel Wärme freigesetzt, die ungenutzt abgegeben wird. Andererseits benötigen landwirtschaftliche Betriebe Wärme für Heizzwecke bzw. für die Warmwasserversorgung. Werden z. B. 100 Liter Milch gekühlt, können mit der Abwärme etwa 75 Liter Brauchwasser auf 50°C erwärmt werden.

- Richtwert: Pro 100 Liter Milch täglich lassen sich mit der Wärmerückgewinnung ca. 1.000 kWh Strom pro Jahr einsparen! Weiters kann z.B. die Abwärme aus Milchviehställen zur Beheizung des Wohnhauses dienen. So fallen in einem

Stall mit 20 Kühen etwa 10 kW innere Wärme an, dies kann ausreichen, um einen Wohnraum von 100 m<sup>2</sup> zu beheizen.

- Neue Ställe werden in der Regel als Kaltställe ausgeführt und ermöglichen somit keine Wärmeentnahmen aus der Luft.

Es ist meist nicht sinnvoll, Wassertemperaturen über 40–45 °C über den Kompressor zu erzeugen. Bei höheren Temperaturen ist ein integrierter Heizstab oft kostengünstiger.

## TIPPS!

### Tränkewassererwärmung

- Plattenwärmetauscher zur Nutzung der Abwärme aus der Milchkühlung
- keine Zusatzheizungen vorsehen, besser bauliche Maßnahmen (Wärmedämmung)

### Entmistung

- nicht überdimensionieren
- kleine Rohrdurchmesser & große Förderhöhen vermeiden

### Heubelüftung

- auf optimale Anordnung der Roste unter dem Heustock achten
- Intervallbetrieb spart Strom
- Ansaugluft soll trockener als das Heu sein
- Sonnenkollektoren zur Luftvorwärmung verwenden

### Beleuchtung

- Leuchtstoff- oder Energiesparlampen verwenden
- Metallhalogendampflampen statt Halogenscheinwerfer
- Lampen & Leuchten regelmäßig reinigen
- Zeitschaltuhren/Bewegungsmelder

### Wärmerückgewinnung

- wo immer möglich, Wärmerückgewinnung einsetzen
- Abwärme aus dem Stall kann auch zur Beheizung des Wohnhauses eingesetzt werden
- bei Kühlgeräten, die Abwärme zur Heizung verwenden
- Wärmerückgewinnungsanlagen rechnen sich rasch!



# Notstromversorgung & Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern

## Sicher ist sicher – Notstromversorgung

In vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion führen selbst kurze Unterbrechungen der Stromversorgung zu Produktionsstörungen. Die Notstromversorgung stellt sicher, dass es auch bei längerem Ausfall des öffentlichen Netzes nicht zu Beeinträchtigungen der Tiere oder anderen wirtschaftlichen Schäden kommt. Kurzzeitige Versorgungsunterbrechungen können mit einer USV-Anlage (unterbrechungsfreie Stromversorgung) abgefangen werden.

### Notstromaggregate

In der Landwirtschaft werden für die Ersatzstromversorgung günstige Zapfwellenaggregate angeboten. Dabei wird ein vorhandene Traktor zum Antrieb des Generators genutzt. Vorteil dieser Geräte: sie lassen sich auch anderweitig zur Stromerzeugung einsetzen, wenn vor Ort keine Steckdose vorhanden ist. Die Zapfwellenleistung sollte mindestens der Generatornennleistung entsprechen. Als Faustformel gilt: Die Motorleistung des Schleppers in kW sollte ca. 1,5 mal größer sein als die erforderliche Generatorleistung in kVA.

Auf „Nummer sicher“ geht man mit fest installierten Notstrom-Generatoren, die im Idealfall bei Stromausfall automatisch anspringen. Für beide Gerätetypen gilt aber, dass ihre Funktion regelmäßig (monatlich) durch einen Probelauf überprüft werden sollte.

### Dimensionierung

Zur Auslegung eines Notstromaggregates ist zunächst zu prüfen, welche Geräte und Anlagen von dem Aggregat versorgt werden müssen.

- In Schweineställen sollten jedenfalls die Lüftung, Teile der Beleuchtung, die Wasserversorgung, unverzichtbare Teile der Fütterung sowie EDV, Telefon- und Alarmgeräte in das Versorgungskonzept eingebunden werden.

- Beim Milchviehbetrieb sollten neben der Milchkühlung, die Melkanlage einschließlich Reinigung und EDV sowie unverzichtbare Teile der Fütterung und Wasserversorgung sowie der Beleuchtung versorgt werden.

Wenn die wichtigsten Geräte und Anlagenteile bestimmt sind, wird deren gleichzeitig anfallender elektrischer Leistungsbedarf (kW laut Typenschild) addiert. Verschiedene Hersteller empfehlen zur Bestimmung der notwendigen Aggregatleistung einen Zuschlag von 20 bis 25 % zu machen. Die effektiv zur Verfügung stehende elektrische Leistung errechnet sich durch Division der Nennleistung des Aggregates mit dem ebenfalls angegebenen Cosinus-Phi (i. d. R. = 0,8).

Beispiel: Ergibt die Bestimmung des maximalen elektrischen Leistungsbedarfes einen Wert von 15 kW, sollte das Stromaggregat eine Leistung von mindestens 23,5 kVA haben:  $(15 \text{ kW} * 125 \%) / 0,8 \text{ Cosinus Phi}$ . Der Anlaufstrom kann das 2–3fache der Nennleistung ausmachen.

Für landwirtschaftliche Anlagen sind je nach Betriebsgröße und Produktionsrichtung in der Regel 15 bis 30 kVA für den vorübergehenden Ersatzbetrieb ausreichend.

Bei der Auswahl des Gerätes ist auch sein Schutz vor Staub und Feuchtigkeit zu berücksichtigen.

### Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

USV-Anlagen überbrücken die Verzögerung zwischen Netzausfall und dem Anspringen des Notstromaggregates. ISDN-Telefonanlagen, Fütterungscomputer, aber auch automatische Melksysteme (Melkroboter) danken eine unterbrechungsfreie Stromversorgung mit reibungslosem Betrieb und lückenloser Datenaufzeichnung.

Die einfachste Form der unterbrechungsfreien Stromversorgung sind eingebaute Akkus, die im Fall des Netzausfalls kurzzeitig die Stromversorgung des Gerätes übernehmen.

## Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern

Neben der Reduktion des Stromverbrauches kann auch die Erzeugung von Ökostrom einen Beitrag zum Umweltschutz und zur Stromkostensenkung leisten.

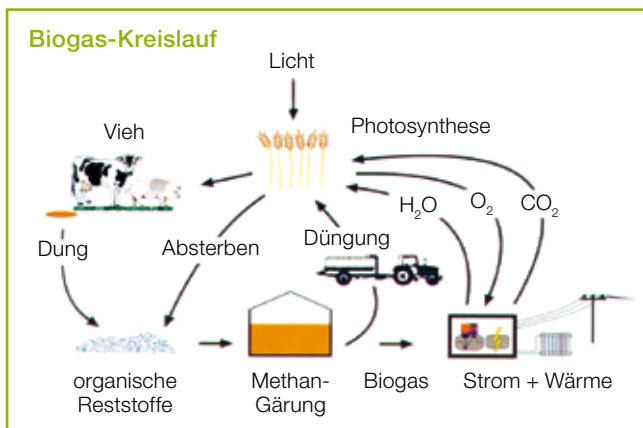
Für landwirtschaftliche Betriebe bieten sich vor allem folgende Möglichkeiten der eigenen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern an:

- Erzeugung von Wärme und Strom mittels Biogasanlagen
- Photovoltaik-Anlagen
- Pflanzenöl-BHKW
- Kleinwasserkraftwerk
- Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen)

Ökostrom bringt ein Stück Unabhängigkeit und ermöglicht auch die zumindest teilweise Eigenversorgung des Betriebes. Ökostrom bietet sich zum Beispiel in allen Fällen an, in denen eine Erneuerung oder Erweiterung der Energieanlagen notwendig ist oder ohnehin bevorsteht. Empfehlenswert ist ein Netzparallel-Betrieb der Anlagen (mit Anschluss an das öffentliche Stromnetz).

Derzeit erfolgt die Förderung von Ökostrom-Anlagen in Form eines Einspeisetarifes, d.h. Sie erhalten pro ins öffentliche Stromnetz gelieferter kWh Strom einen gewissen Betrag. Voraussetzung für den Erhalt des Einspeisetarifes ist in der Regel die Bewilligung und Anerkennung als Ökostrom-Anlage durch die Behörde des Landes.

### Biogasanlagen

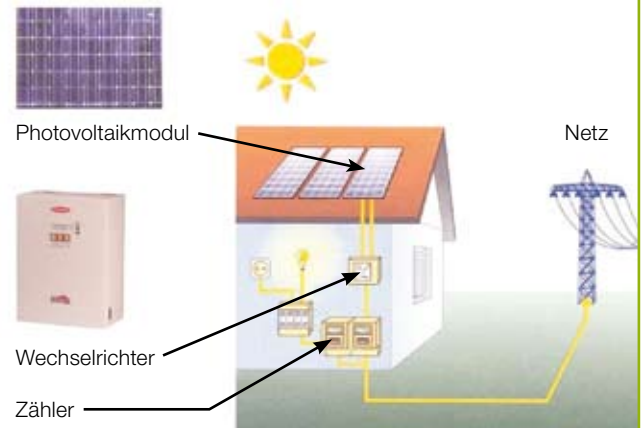


Viele Landwirte in OÖ nutzen schon die Möglichkeit, Gülle, Festmist oder andere Substrate (z.B. Gemüseabfälle, Energiepflanzen) zur Strom- & Wärmeerzeugung zu nutzen. Je nach Methangehalt entspricht der Heizwert pro m<sup>3</sup> Biogas rund 0,6 l Heizöl oder 0,6 m<sup>3</sup> Erdgas. Daraus lassen sich je nach Wirkungsgrad eines Blockheizkraftwerkes etwa 2 kWh Strom und 3-4 kWh Wärme erzeugen. Der Strom kann ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden, die Wärme für Heizzwecke oder Trocknungsprozesse (Futter, Holz) verwendet werden. Da die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen in der Regel mit der Anlagengröße steigt, sind auch Gemeinschaftsanlagen mehrere landwirtschaftlicher Betriebe ideal.

### Photovoltaik-Anlagen (PV)

Die Umwandlung der Lichtenergie geschieht in den Solarzellen, der erzeugte Gleichstrom wird in der Regel durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Eine 9-10 m<sup>2</sup> große PV-Anlage kann eine elektrische Leistung von max. 1.000 Watt erzeugen und wird deshalb als 1 kWp-Anlage (Kilowatt peak) bezeichnet. 1 kWp installierte Leistung erzeugen in Österreich – je nach Standort – einen Energieertrag von ca. 800 – 900 kWh pro Jahr. Die Anordnung sollte südseitig erfolgen, Abweichungen nach Südwesten oder Südosten verursachen aber nur geringfügig weniger Ertrag. Die Kosten für eine 1 kWp Anlage belaufen sich auf 5.000 – 6.000 €, größere Anlagen verursachen pro kWp einen günstigeren Preis.

### Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage





### Biomasse-KWK-Anlagen

Biomasse (Scheitholz, Hackschnitzel, Sägespäne, Pellets) kann mittels Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden. Diese Doppelnutzung gewährleistet eine hohe Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie und einen guten Gesamtwirkungsgrad. Je nach Gegebenheiten und Anforderungen werden verschiedenen Technologien eingesetzt, vor allem Dampfturbinen, ORC-Turbinen oder Dampfkolbenmotoren. Im kleinen Leistungsbereich (bis 150 kW) gibt es noch Entwicklungspotenzial, Anlagen mit Stirlingmotoren oder Holzvergaserkraftwerke gelten als vielversprechende Alternative. Bei vorhandenen, mit Diesel betriebenen Anlagen kann die Umrüstung auf Biotreibstoffe (Pflanzenöl) überlegt werden. Derartige Anlagen können nur von hochspezialisierten Fachunternehmen geplant werden.

### Kleinwasserkraftwerk

Über 590 Kleinwasserkraftwerke sind in OÖ in Betrieb. Falls auch Sie ein (altes) Kleinwasserkraftwerk besitzen, sollten Sie eine Modernisierung überlegen. Durchschnittlich konnte bei den in den letzten Jahren modernisierten Anlagen der Stromertrag um rund 30 % gesteigert werden. Kostenlose Beratung gibt es beim O.Ö. Energiesparverband.

### Pflanzenöl-BHKW

Blockheizkraftwerke auf Pflanzenöl-Basis erzeugen Strom und Wärme und sind eine ökologisch sinnvolle Alternative. Vor allem, wenn Sie Pflanzenöl günstig beziehen können und eine ganzjährige Wärmenutzung haben, lohnt es sich, den Einsatz zu überlegen. Es gibt allerdings noch nicht sehr viele Anbieter.

## Landwirtschaftliche Gebäude – Heizung und Warmwasser

Neben dem Stromverbrauch stellt auch der Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung einen beträchtlichen Kostenfaktor dar. Es gibt in diesem Bereich große Einsparpotenziale, die auch ökonomisch attraktiv genutzt werden können.

### Energiesparendes Bauen und Sanieren

Energiesparendes Bauen bedeutet, durch optimale Gebäudeplanung, gute Wärmedämmung und sorgfältige Bauausführung die Wärmeverluste nach außen sowie durch eine Be- und Entlüftungsanlage die Lüftungswärmeverluste zu minimieren und solare Gewinne zu nutzen. Neue Gebäude benötigen im Schnitt weniger als ein Drittel – Passivhäuser sogar nur rund 80 % – der Energie zum Beheizen als herkömmliche Gebäude.

Um den Dämmstandard von Gebäuden vergleichen zu können, werden Energiekennzahlen verwendet, die z.B. den jährlichen Heizenergiebedarf pro Quadratmeter angeben. Während Neubauten im Durchschnitt (2007) nur rund 44 kWh/m<sup>2</sup> a Heizwärmebedarf aufweisen, liegt dieser Wert bei bestehenden Gebäuden bei 150 kWh/m<sup>2</sup> a und mehr.

Natürlich ist eine umfassende, gesamthafte Sanierung meist die beste Lösung, Sie können auch schrittweise einzelne Maßnahmen setzen. Empfehlenswert ist folgende Reihenfolge:

- Oberste Geschoßdecke dämmen
- Fenster sanieren
- Kellerdecke von unten dämmen
- Außenwände dämmen
- Warmwasserbereitung im Sommer von der Heizung trennen (Solaranlage)
- Fenstertausch
- Heizung sanieren
- Heizkessel tauschen

### Heizung

Je besser die Wärmedämmung des Gebäudes und je besser betriebliche Abwärme genutzt wird, desto geringer ist der Energiebedarf für die Raumheizung und desto größer ist auch der Komfort. Überlegen Sie auch den Einsatz von Biomasse und Solarenergie zur Raumwärmeerzeugung.



Moderne automatische Biomasse-Heizanlagen gibt es in verschiedenen Leistungsbereichen und Technologien. Nutzen Sie auch die Förderungen beim Umstieg auf Biomasse.

### Warmwasserbereitung

Die Erwärmung des Warmwassers mit Hilfe von thermischen Solaranlagen ist gerade im landwirtschaftlichen Bereich auf Grund des meist hohen ganzjährigen Warmwasserbedarfes rentabel.

Solaranlagen können auch zur teilsolaren Raumheizung eingesetzt werden. Die Investitionskosten für eine thermische Solaranlage hängen stark von der Anlagengröße ab. Große Systeme über 100 m<sup>2</sup> können unter 500 €/m<sup>2</sup> realisiert werden, kleine Komplettanlagen (8 m<sup>2</sup>, 400 Liter Speicher) kosten zwischen 4.000 und 6.000 €. In Oberösterreich gibt es auch eine gute Förderung für thermische Solaranlagen.

Eine weitere effiziente Methode, Brauchwasser ökologisch und ökonomisch günstig zu erzeugen, ist die Nutzung von Abwärme aus Prozessen oder Anlagen. Die Warmwasserbereitung mit elektrischer Energie ist hingegen eine teure Lösung.

## TIPPS!

- Abwärmenutzung prüfen
- regelmäßige Wartung und Reinigung der Heizanlagen
- Verteilungen und Armaturen ausreichend dämmen
- Heizungsregelung optimieren
- effiziente Pumpen verwenden, die nicht überdimensioniert sind und auf kleinst möglicher Leistungsstufe betrieben werden (siehe [www.pumpentest.at](http://www.pumpentest.at))
- Warmwasseranschluss für größere elektrische Verbraucher (z. B. Waschmaschine, Geschirrspüler)
- Wasserspar-Armaturen verwenden
- Brauchwassertemperaturen von über 60°C vermeiden
- Bei weit entfernt liegenden Verbrauchern kann auch eine dezentrale Warmwasserbereitung sinnvoll sein
- Nutzen Sie bei allen Fragen rund um Gebäude-Neubau oder Sanierung, Heizung oder Warmwasserbereitung auch das Beratungsangebot des O.Ö. Energiesparverbandes.

### Überblick: Dämmstandard energieeffizienter Gebäude

Energieeffiziente Gebäude	Energiekennzahl [kWh/m <sup>2</sup> a]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]			
		Fenster	Außenwand	oberste Geschoßdecke	Kellerdecke
Oö. Niedrigenergiehaus	50 (45)	1,1	0,2	0,15 [= ca. 25 cm Dämmung]	0,25
Oö. Niedrigstenergiehaus	30	1,1	0,16	0,12 [= ca. 30 cm Dämmung]	0,2
Oö. Passivhaus	10	0,8	0,12	0,1 [= ca. 40 cm Dämmung]	0,15

Angaben ohne Gewähr, Linz 2008

- Literatur:
- AEL – Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e. V.
  - TU Graz, Institut für elektrische Anlagen, DI Werner Friedl
  - BOKU, Institut für Landtechnik, Dr. Gerhard Moitzi
  - ÖKL – Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, Dr. Manfred Gollner

Die Broschüre wurde im Rahmen des EU-Projektes "El-eff regions" ([www.efficient-electricity.info](http://www.efficient-electricity.info)) erstellt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre liegt bei den Autor/innen und spiegelt nicht die Meinung der Europäischen Kommission wider.



## Impressum

Herausgeber: O.Ö. Energiesparverband  
Landstraße 45, 4020 Linz  
Tel. 0732-7720-14380  
Fax. 0732-7720-14383  
office@esv.or.at  
www.energiesparverband.at  
ZVR 171568947

## Autor/innen:

Mag. Christine Öhlinger  
Dr. Gerhard Dell  
Mag. Christiane Egger

In Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Fachschulen  
Oberösterreichs, Kontakt: Fachinspektor Ing. Johann Plakolm  
und Ing. Hans Miglbauer.

