

Melken und Kühlen mit Sonnenstrom

Solarstrom Auch für Milchviehbetriebe lohnt es sich, Solarstrom selbst zu nutzen. Wir zeigen Ihnen, worauf dabei zu achten ist und wie viel Geld Sie dabei sparen können.

Milchviehhalter Peter M. schüttelte nur mit dem Kopf, als er neulich seine Stromabrechnung kontrollierte. Obwohl der Verbrauch nahezu konstant blieb, sind die Stromkosten in den letzten drei Jahren um zehn Prozent gestiegen. Da er auf dem Stall eine Solaranlage installiert hat, überlegt er sich, ob es nicht sinnvoll wäre, seinen eigenen Strom

einzusetzen. Hinzu kommt bei Peter M. noch ein weiterer Aspekt. Das Marktintegrationsmodell für Strom aus solarer Strahlungsenergie im EEG (rückwirkend seit 1. April 2012 in Kraft) sieht vor, dass ab 2014 bei neu errichteten Solaranlagen auf Gebäuden mit einer Leistung von mehr als 10 kWh bis einschließlich 1 MW nur noch 90 Prozent der insgesamt im Kalenderjahr

mit der Anlage erzeugten Strommenge gefördert werden. Auch für Anlagen, die nach dem 31. März 2012 in Betrieb genommen wurden, gilt ab 2014 diese Regelung. Folge: Bei diesen Anlagen wird bis zum 31. Dezember 2013 die gesamte erzeugte Strommenge nach dem EEG gefördert. Ab dem 1. Januar 2014 ist die jährlich förderfähige Strommenge auf 90 Prozent begrenzt.

Foto: Blickwinkel, Neiber (2)



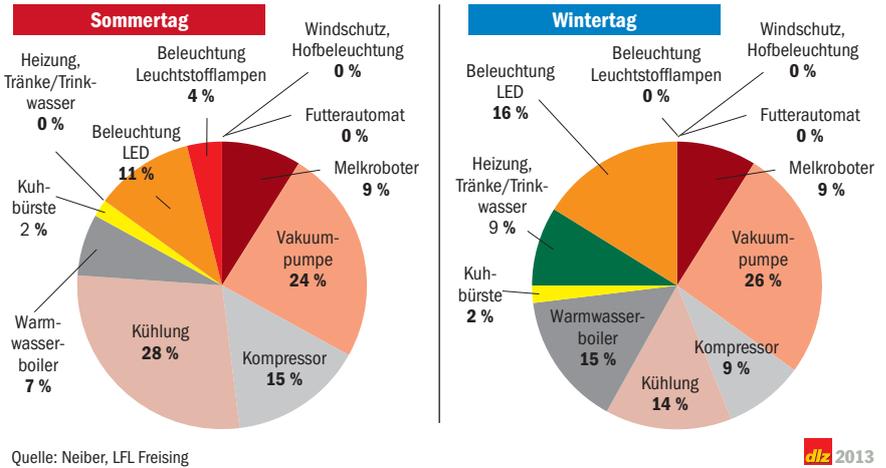
Fürs Melken und Kühlen der Milch benötigen Milchbauern den meisten Strom, gut 60 Prozent des Energiebedarfs von 400 kWh je Kuh und Jahr.



Schneller Überblick

- Rund 60 Prozent des Stromverbrauchs benötigen Milchviehbetriebe fürs Melken und Kühlen der Milch.
- Der Stromverbrauch insgesamt beträgt rund 400 kWh pro Kuh und Jahr und ist auch bei größeren Beständen relativ konstant.
- Bei kleinen Anlagen (30 kWp) lassen sich hohe Eigenverbrauchsanteile in Milchviehbetrieben erzielen.
- Die besseren Renditen lassen sich in der Regel mit kleinen Anlagen erzielen.
- Große Anlagen, wenn nicht zu teuer gebaut, verdienen aber oftmals ausreichend Geld, um den Großteil der Jahreskosten aus den Erlösen bezahlen zu können. Damit wird der Eigenstrom günstiger.

Wie sich der Stromverbrauch im Winter und Sommer ändert



Melken und Kühlen benötigt die meiste Energie

Bei Milchvieh haltenden Betrieben geht man von einem Stromverbrauch von etwa 400 kWh pro Kuh und Jahr aus oder bezogen auf die Milchmenge entsprechend von 5 kWh/100 l Milch. Dabei entfallen auf die Milchgewinnung und Kühlung rund 60 Prozent. Weitere große Verbrauchsbereiche sind die Stall- und Melkstandbeleuchtung mit einem Anteil von 15 Prozent.

Aktuellere Untersuchungen zeigen, dass mit zunehmender Betriebsgröße tendenziell der spezifische Stromverbrauch leicht abnimmt. Dies ist damit zu erklären, dass der Stromverbrauch für allgemeine Anlagentechnik wie Beleuchtung, Hochdruckreiniger, Melkanlagenreinigung nicht über einen Grundbedarf hinaus proportional zur Milchmenge ansteigt.

Betriebliche Lastgänge und auch die solare Erzeugung sind tages- und jahreszeitabhängig. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist auch der Betriebsschwerpunkt und

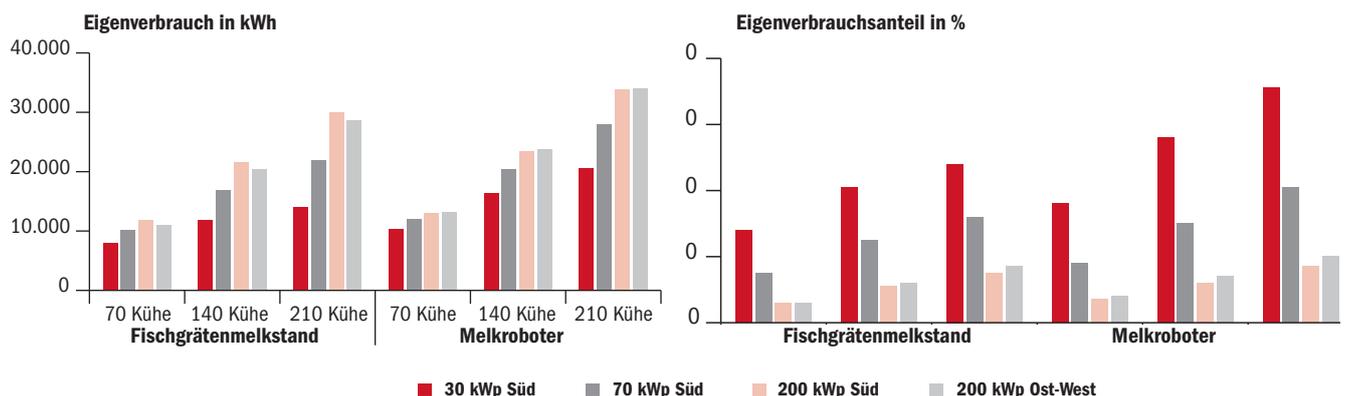
die technische Ausstattung des landwirtschaftlichen Betriebs. In den Grafiken „Wie sich der Stromverbrauch im Winter und Sommer ändert“ ist der Stromverbrauch an einem Sommer- beziehungsweise Wintertag eines Milchviehbetriebs mit 70 Milchkühen dargestellt. Der Praxisbetrieb ist mit einem Melkroboter ausgestattet und die Ausleuchtung des Stalls wird automatisch über ein Beleuchtungsmanagement mit einem 16-Stunden-Tag bei 180 Lux Beleuchtungsstärke für laktierende Kühe gesteuert. Die Verbrauchsdaten werden über ein Langzeit-Messprogramm des Projekts „Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft in Bayern“, vom Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Freising-Weihenstephan erhoben und ausgewertet. Gefördert wird das Projekt vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). Im Praxisbetrieb liegen die

Hauptverbrauchsbereiche ebenfalls im Bereich der Milchgewinnung mit Melkroboter, Vakuumpumpe und Kompressor, sowie der Milchkühlung, der elektrischen Warmwasseraufbereitung und der Beleuchtung. Die Höhe des Stromverbrauchs an einem Sommertag mit einer Durchschnittstemperatur 19,5 °C lag bei 71,5 kWh; der Stromverbrauch an einem Wintertag mit einer Durchschnittstemperatur -3,7 °C war mit 76,3 kWh nur unwesentlich höher.

Im Winter mehr Strom für Warmwasser nötig

Deutliche Unterschiede zwischen dem Stromverbrauch im Sommer und im Winter liegen in der Verteilung innerhalb der einzelnen Verbrauchsbereiche. So beansprucht zum Beispiel die Kühlung der Milch an Sommertagen insgesamt rund 20 kWh/Tag und an Wintertagen lediglich 10,8 kWh/Tag. Im Gegensatz dazu ist festzustellen, dass der Stromverbrauch bei der Warmwasserbereitung mit Elektroboiler

Bei großer Anlage sinkt Eigenverbrauchsanteil deutlich





So können Milchbauern rechnen

Meist sind nach wie vor Solar-Eigenverbrauchsanlagen in der Landwirtschaft gut wirtschaftlich. Zwar sind die Renditen inzwischen deutlich unter zehn Prozent gefallen, aber dafür liegen derzeit auch die Zinssätze für Fremdkapital nur in einem Korridor zwischen zwei und drei Prozent. Im Zentrum der Eigenstromnutzung steht die Frage: Sind eher große oder vorzugsweise kleine Anlagen zu empfehlen? Hierauf gibt es keine allgemeingültige Antwort. Große Anlagen sind in der Regel günstiger zu bauen, erhalten aber aufgrund der Größenabstufung der Vergütungssätze auch eine geringere durchschnittliche Einspeisevergütung. Zudem liegt die Solar-Eigenstromquote, also der Anteil des selbst nutzbaren Solarstroms an der Gesamtstromerzeugung, bei großen Anlagen naturgemäß deutlich niedriger als bei kleinen Anlagen. Während für die 30-kWp-Anlage Investitionskosten von 1.250 Euro/kWp veranschlagt wurden, ist eine 200 kWp-Anlage heute auch schon gut für 1.150 Euro/kWp zu erhalten. In der Praxis lassen sich hier noch Schwankungen der Herstellungskosten um plus/minus 200 Euro/kWp beobachten. Beide Anlagen sind beispielhaft als Eigenverbrauchsanlagen für einen 140-Milchkuh-Betrieb kalkuliert. Der Betrieb hat einen jährlichen Stromverbrauch von rund 54.200 kWh. Davon lassen sich ohne große Anpassungsmaßnahmen und Lastverschiebungen mit einer 30-kWp-Anlage geschätzt rund 11.700 kWh durch Solareigenstrom bedienen. Der Eigenstromdeckungsgrad, also der Anteil des Eigenstroms am Gesamtstromverbrauch, liegt im Beispiel bei 21,6 Prozent.

Bei der 200-kWp-Anlage liegt der Eigenstromdeckungsgrad mit 36,8 Prozent deutlich höher, da eine große Anlage auch in Übergangszeiten in der Lage ist, ausreichend Strom für den Eigenverbrauch zur Verfügung zu stellen.

Mehr Ersparnis bei großer Anlage

Bei der Wirtschaftlichkeit zeigt sich allerdings ein differenziertes Bild. Die 200-kWp-Anlage liegt in der Gesamttrendite mit 7,5 Prozent deutlich schwächer als die 30-kWp-Anlage mit 9,2 Prozent. Grund dafür ist: Der mit einer 30-kWp-Anlage erzielbare durchschnittliche Einspeiseerlös liegt bei 14,6 Cent/kWh (Inbetriebnahme Juli 2013), während der einer 200-kWp-Anlage nur 13,1 Cent/kWh beträgt. Dies führt trotz niedrigerer Herstellungskosten zu einer geringeren Gesamttrendite.

Anders ist das Bild bei den Kosten des Eigenstroms. Gerade wegen der geringeren Herstellungskosten und in Summe geringeren sonstigen Jahreskosten je Kilowattstunde lässt sich Solarstrom mit einer 200-kWp-Anlage bei einer unterstellten Kapitalverzinsung von fünf Prozent für rund 12 Cent/kWh erzeugen. Bei einer 30-kWp-Anlage liegen die Vollkosten im Beispiel dagegen bei 13,5 Cent/kWh.

Baut man eine Solaranlage für den Eigenbedarf, bietet sich folgende Rechenweise an: Die 30-kWp-Anlage verursacht im Beispiel Jahreskosten von 3.674 Euro. Bei einer Eigenstromnutzung von 11.700 kWh/Jahr belaufen sich die Erlöse für die 15.505 kWh/Jahr die eingespeist werden immerhin noch auf 2.257 Euro. Somit entfallen Kosten von 1.417 Euro/Jahr auf den Eigenstrom. Umgelegt auf die 11.700 kWh ergibt sich ein Preis für den selbst verbrauchten Solarstrom von rund 12,1 Cent/kWh. Bei der im Beispiel kalkulierten 200-kWp-Anlage liegt der Preis des Eigenstroms mit derselben Berechnungslogik sogar nur bei 3,4 Cent/kWh. Das rührt daher, dass die Einspeiseerlöse von 21.143 Euro bei der Anlage nahezu ausreichen, um die Jahreskosten von 21.826 Euro zu decken.

Geht man davon aus, dass der Betrieb für HT-Strom derzeit einen Preis von netto 20 Cent/kWh bezahlen muss, errechnet sich bei der 30-kWp-Eigenstromanlage (Eigenverbrauch 11.700 kWh) eine Ersparnis von gut 1.000 Euro Stromkosten jährlich. Bei einer 200-kWp-Anlage beläuft sich die Ersparnis aufgrund des deutlich günstigeren Eigenstroms und des höheren Eigenstromdeckungsgrades sogar auf rund 3.500 Euro jährlich. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass Strom in den kommenden Jahren auch noch teurer werden könnte.

Solarstrom speichern noch zu teuer

Eine Steigerung des Eigenverbrauchsanteils kann durch die Speicherung des nicht genutzten Solarstroms mit dezentralen Batteriespeichersystemen erfolgen. Ein Energiemanagementsystem entscheidet, ob Strom gespeichert oder eingespeist wird. So steht der am Tag produzierte Strom dann bei geringer oder keiner solaren Einstrahlung zur Verfügung. Gegenwärtig ist jedoch die Rentabilität einer Investition in Batteriespeicherlösungen in praktisch keinem Fall gegeben. Möglicherweise ändert sich die Situation im Laufe der nächsten Jahre, sollte Batteriespeicherplatz am Markt deutlich günstiger angeboten werden.

Seit Mai 2013 ist ein neues KfW-Förderprogramm für die Installation von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Fotovoltaikanlage aufgelegt.

Werner Schmid, Solarexperte,
Heubach (Baden-Württemberg)

Die Kalkulationen sind mit Hilfe der Solarrechner (Fotovoltaik-Rechner 6.0.1 und fotovoltaik-Eigenstromrechner 1.1) erstellt. Beide Rechner stellt die LEL Schwäbisch Gmünd als kostenfreien Download zur Verfügung, und zwar unter [www.landwirtschaft-bw.de/Betrieb und Familie/Erneuerbare Energien](http://www.landwirtschaft-bw.de/Betrieb_und_Familie/Erneuerbare_Energien)



Foto: Neiber

Vor allem im Winter steigt der Strombedarf für die Frostsicherung und den Warmwasserkreislauf.

in der kalten Jahreszeit auf 11 kWh/Tag anwächst. Ebenso ist bei der Frostsicherung der Tränken und Trinkwasserleitungen ab einer Temperatur von unter 5 °C mit einem Stromverbrauch von rund 6,5 kWh/Tag zu rechnen. Weitere Differenzen liegen in der Beleuchtung. Im Sommer kommen bei längeren Tageslichtphasen und höherer Beleuchtungsstärke neben den LED-Strahlern auch die Leuchtstofflampen zum Einsatz. Im Winter hingegen wird zum Erreichen der Beleuchtungsstärke von 180 Lux im Aufenthaltsbereich der Tiere über die Beleuchtungssteuerung hauptsächlich auf die LED-Strahler zurückgegriffen. Insgesamt betrachtet liegt der Beleuchtungsaufwand in den Sommermonaten bei 10,6 kWh/Tag und in den Wintermonaten bei 12,2 kWh/Tag. Tageslastgänge zeigen den Einfluss der Tageszeit oder des Arbeitsablaufs auf den Stromverbrauch. Aber auch die technische Ausstattung des Produktionsverfahrens ist maßgeblich für den Stromverbrauch und für das betriebliche Lastprofil. Dazu verglichen wir zwei Milchkuhherden mit unterschiedlicher Melktechnik:

Betrieb 1 mit 55 Milchkühen und Fischgrätenmelkstand (FG) und **Betrieb 2** mit 65 Milchkühen und automatischem Melksystem (AMS).

Bei Betrieb 1 sind die Leistungsspitzen zu den Melkzeiten am Morgen zwischen 6 und 8 Uhr und abends zwischen 17 und 19 Uhr. Die Hauptverbraucher für den Milchentzug sind die Vakuumpumpe, die Reinigung der Melkanlage und die anschließende Abkühlung der Milch auf eine Lager Temperatur von 4 bis 6 °C bis zur nächsten Abholung. Bei Betrieb 2 ist die elektrische Leistungsanspruchnahme über den ganzen Tag eher gleichmäßig verteilt.

Anlage auf Betriebsgröße abstimmen

Um die mögliche Eigenstromnutzung zu veranschaulichen, stellen wir exemplarisch zu den Lastprofilen der Milchviehbetriebe zusätzlich Standardlastgänge einer 30-kWp-Fotovoltaikanlage gegenüber. Es ist erkennbar, dass bei Betrieb 1, selbst bei der günstigeren Solarertragskurve im Sommer, der Energieverbrauch für die Milchgewinnung am Morgen vollständig mit Netzstrom gedeckt werden muss. Bei Betrieb 2 hingegen ist die Eigenverbrauchsquote gerade aufgrund des gleichmäßigeren Energiebedarfs über den ganzen Tag entsprechend höher.

Je nach Größe und Ausrichtung der Solaranlage, Größe der Milchviehherde und des Melksystems unterscheidet sich der Eigenverbrauch deutlich. Die absoluten Eigenverbrauchsanteile nehmen mit steigender Größe der Solaranlage zu. Zum Beispiel kann bei einer 30-kWp-PV-Anlage mit Südausrichtung ein Milchviehbetrieb mit 70 Milchkühen und einem Fischgrätenmelkstand (FG-Melkstand) 8.045 kWh, ein Milchviehbetrieb mit automatischem Melksystem (AMS) 10.385 kWh eigenproduzierten Strom selbst verbrauchen. Bei einer Anlagengröße von 200 kWp mit Südausrichtung sind es 11.761 kWh (70 Milchkühe, FG-Melkstand) oder 13.067 kWh (70 Milchkühe, AMS).

Bei den Eigenverbrauchsanteilen verhält es sich jedoch entgegengesetzt. Zum Beispiel liegt die Eigenbedarfsdeckung einer 30-kWp-Anlage mit Südausrichtung bei einem Milchviehbetrieb mit 70 Milchkühen und Fischgrätenmelkstand bei 27,7 Prozent, bei einer 200-kWp-Anlage lediglich bei 6,1 Prozent. Ein Milchviehbetrieb mit 210 Kühen kann mit einer 30-kWp-Solaranlage sogar bis zu 70 Prozent selbst



Wie sich der Eigenstrom für einen 140-Kuh-Betrieb rechnet

Anlagendaten:	Anlagengröße	30 kWp	200 kWp
	Laufzeit	20 Jahre	
	Solarertrag	27.205 kWh/Jahr	181.370 kWh/Jahr
Investition:	Herstellungskosten	37.500 € (1.250 €/kWp)	230.000 € (1.150 €/kWp)
Jahreskosten:	Gesamt	3.674 €	21.826 €
Eigenstrom: (140 Milchkühe)	Jahresstromverbrauch ges.	54.200 kWh/Jahr	
	(mögl.) Eigenstromnutzung	11.700 kWh/Jahr	19.950 kWh/Jahr
	Eigenstromdeckungsgrad ¹⁾ PV-Eigenstromquote ²⁾	21,6 % 43,0 %	36,8 % 11,0 %
Erlöse: (Vergütungssätze für Inbetriebnahme im Juli 2013)	Erlöse aus Einspeisung (Einspeiseerlös pro kWh)	2.257 € (14,56 Cent/kWh)	21.143 € (13,10 Cent/kWh)
	Wert Eigenstromverbrauch	2.597 €	4.430 €
Wirtschaftlichkeit: (Kenndaten)	interner Zinssatz (gerundet):	9,2 %	7,5 %
	Vollkosten Fotovoltaikstrom (bei 5 % Kapitalverzinsung)	13,5 Cent/kWh	12,0 Cent/kWh
	Kosten Eigenstrom ³⁾ (bei Eigenstromquote von)	12,1 Cent/kWh (43,0 %)	3,4 Cent/kWh (11,0 %)

¹⁾ Eigenstromdeckungsgrad = wie viel Prozent des Jahresstromverbrauchs des Beispielbetriebs durch PV-Eigenstrom gedeckt werden kann (Bsp.: PV-Eigenstromnutzung 11.700 kWh / Stromverbrauch 54.200 kWh = 21,6 %); ²⁾ PV-Eigenstromquote = wie viel Prozent des erzeugten PV-Stroms selbst genutzt wird. Bsp. 30-kWp-Anlage: PV-Eigenstromnutzung 11.700 kWh / PV-Stromerzeugung 27.205 kWh = 43,0%; ³⁾ Kosten Eigenstrom (bei Eigenstromquote von) - wurde wie folgt berechnet: 1. Schritt: Gesamtkosten des Eigenstroms = Jahreskosten - Erlöse aus Einspeisung (Bsp.: 3.674 € - 2.257 € = 1.417 €), 2. Schritt: Kosten des Eigenstroms (je kWh) = Gesamtkosten des Eigenstroms / Eigenstromnutzung (Bsp.: 1.417 € / 11.700 kWh = 12,1 Cent/kWh);
Quelle: Werner Schmid, Heubach



verbrauchen. Um hohe Eigenverbrauchsquoten realisieren zu können, ist eine Abstimmung der Fotovoltaikanlagengröße mit dem Verbrauch des Betriebs sinnvoll.

Neben der Anlagengröße hat auch die Ausrichtung der Fotovoltaikanlage eine Auswirkung auf den Eigenverbrauchsanteil. Die Stromerträge von Solaranlagen, die nach Süden ausgerichtet sind, liegen absolut über den Erträgen von Anlagen, die nach Ost-West ausgerichtet sind. Höhere Eigenverbrauchsquoten lassen sich speziell bei Milchviehbetrieben hingegen

mit Ost-West-ausgerichteten Anlagen verwirklichen. Dies liegt in der Verlängerung der solaren Einstrahlungszeiten begründet.

Stromverbrauch lässt sich nur begrenzt verschieben

Milchviehbetriebe haben indes nur begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu verschieben. So ist der Energieverbrauch einerseits dem Arbeitsablauf unterworfen: Zu den Melkzeiten wird die meiste Energie benötigt. Andererseits unterliegt er dem Witterungsverlauf: Im Winterhalbjahr sind die Beleuchtungszeiten länger und eine Frostsicherung der Wasserleitungen und Tränken nötig. Unproblematisch ist zum Beispiel das Verlagern des Getreideschrotens in Zeiten mit hoher solarer Einstrahlung. Eine weitere Option liegt in der Art des Milchkühlverfahrens. Beim Einsatz von Eiswasserkühlungen kann die Eiswasserbereitung zeitlich von der Kühlung getrennt werden. Zu beachten ist jedoch, dass Eiswasserkühlanlagen einen um rund 20 Prozent höheren Energiebedarf aufweisen als Direktkühlverfahren. jo ■



Foto: agrarfoto

Je nach Betrieb können Milchbauern dreistellige Beträge bei den Stromkosten einsparen.

Josef Neiber



Institut für Landtechnik und Tierhaltung LfL Freising,
Tel. 08161-71-3930