

# Lösungen zur Energieerzeugung – Eigenverbrauch und Verkauf

Nachfolgend finden Sie die vom Arbeitskreis „Energiemanagement“ des Interreg-Projekts Oberrhein ResKuh erstellten Datenblätter zum Thema Energieerzeugung.

Es handelt sich um drei Datenblätter zu folgenden Ausrüstungen und Anlagen:

PHOTOVOLTAIK

SOLARTHERMIE

BIOGAS

Weitere ResKuh-Datenblätter zum Thema Energie oder zu anderen Themen des Projekts finden Sie auf unserer Website: <https://agroecologie-rhin.eu/de/reskuh-de/herunterladen/>!

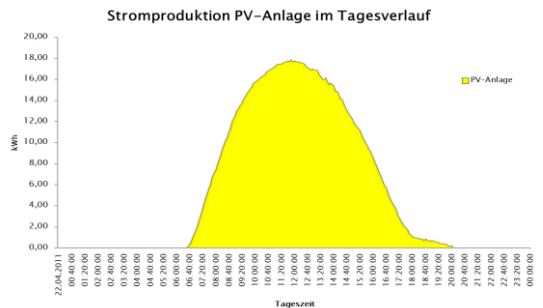


# Photovoltaik in der Milchviehhaltung

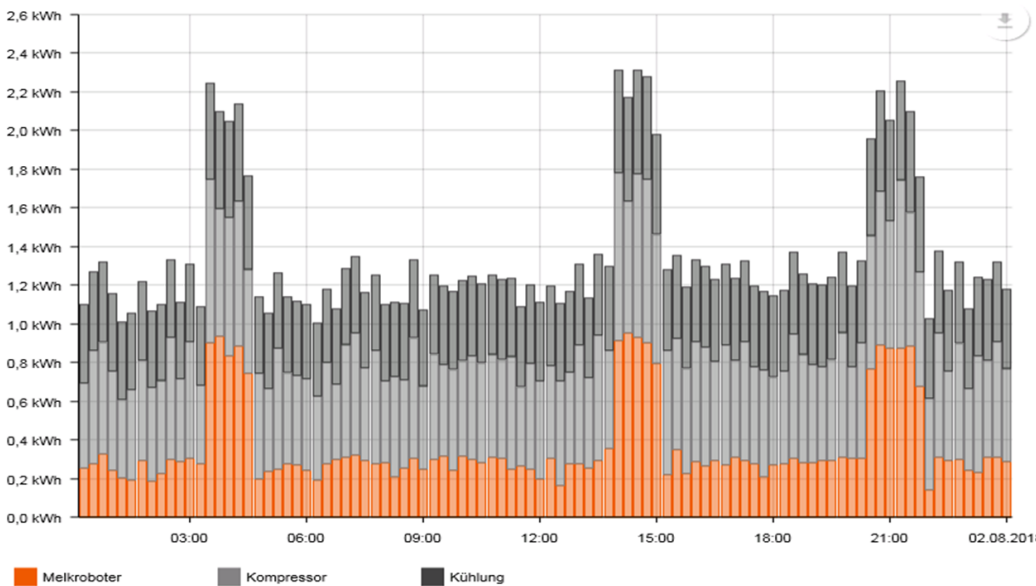
## Mit Sonnenstrom die Kosten reduzieren

Der Energiebedarf in der Milchviehhaltung ist groß und liegt zwischen 450 und 550 kWh Strom pro Kuh und Jahr. Der Strom wird überwiegend für das Melken, die Milchkühlung und die Reinigung der Melkanlage sowie des Milchtanks benötigt. Hinzu kommt noch der Strombedarf für die Stallbeleuchtung, die Futteraufbereitung sowie ggf. das Güllemanagement. Durch die zunehmende Automatisierung in den Milchviehbetrieben mit automatischen Melksystemen, elektrisch betriebenen Futteranschiebern oder Fütterungsanlagen stieg der Strombedarf in den letzten Jahren kontinuierlich an. Parallel dazu sind die Kosten für die kWh Strom angestiegen, sodass die Betriebsleiter über Möglichkeiten der Kosten- und Verbrauchsreduzierung nachdenken.

Mit dem steigenden Einsatz von elektrischen Geräten verteilt sich der Strombezug immer gleichmäßiger über den Tagesverlauf, wodurch die Erzeugung und Eigennutzung von Strom für die Milchviehalter an Attraktivität gewinnt, da mehr Strom in der Zeit benötigt wird, in der eine PV-Anlage Strom produziert.



### Energieverbrauch am Beispiel eines Melkroboters (Tagesverlauf mit 15-Minuten-Summen)



Verbrauchssummen am Tag  
(mit drei Hauptspülgängen):

Kühlung:	40,79 kWh
Kompressor:	53,71 kWh
Roboter:	35,48 kWh

Dargestellt ist ein typischer Tagesverlauf des Strombedarfs in einem AMS-Betrieb für den eigentlichen Melkroboter (DeLaval), den Kompressor und die Milchkühlung. Nicht dargestellt ist der Strombezug für die Warmwasserbereitung und die Vakuumpumpen.

## PV-Anlage und Eigenstromnutzung

Um den möglichen Eigenverbrauch zu berechnen, wird die Strommenge, die die Photovoltaikanlage zu einem Moment produziert, mit der Strommenge, die im Betrieb/Haushalt im gleichen Moment nachgefragt wird, verglichen. Durch Gegenüberstellung der beiden Werte lässt sich der Eigenverbrauch berechnen.

Tabelle 1 zeigt die Eigenverbrauchsquoten von Photovoltaikanlagen im Verhältnis zum Jahresverbrauch unterschiedlicher Verbrauchsprofile (aus KTBL-Heft 110).

Tabelle 1 Stromerzeugung im Verhältnis zum Stromverbrauch in %						
Verbrauchsprofil	25%	50%	75%	100%	125%	150%
	Eigenverbrauchsquote					
Haushalt	88	66	51	42	36	31
Milchvieh, zwei Melkzeiten	81	57	44	37	31	28
Milchvieh, AMS	82	61	47	38	32	28
Veredelungsbetrieb	91	71	56	46	39	34
Biogas	89	67	52	42	35	30
Gartenbau	64	42	31	26	22	19

## Wirtschaftlichkeit der Eigenstromnutzung

Die Vollkosten je erzeugter Kilowattstunde setzen sich aus den, auf die Nutzungsdauer verteilten Herstellungskosten inkl. Zinsansatz sowie den verbrauchsgebundenen Kosten je Jahr zusammen.

Bsp.: PV-Anlage mit 95,04 kWp, 83.403 € Herstellungskosten netto, Zinssatz 3% und 20 Jahre Laufzeit

<b>Jahreskosten (Vollkosten)</b>		<b>7.555 €</b>
Kapitalgebundene Kosten	(AfA 4.170 € + Zinsansatz 1.251 €)	5.421 €
Verbrauchskosten	(Wartung, Versicherung etc.)	2.134 €
Ø Stromerzeugung je Jahr	(Ø 1.050 kWh/kWp; )	99.765 kWh
<b>Vollkosten je erzeugte kWh</b>		<b>0,0757 €</b>
<b>Leistungen im Jahr</b>		<b>13.290 €</b>
Verkaufserlös	(71.852 kWh * 0,0719 €/kWh)	5.164 €
Wert des Eigenstromverbrauchs	(27.943 kWh * 0,2908 €/kWh)	8.126 €
<b>Vollkosten im Jahr</b>		<b>7.555 €</b>
<b>Ø Jährlicher Überschuss / Gewinn der PV-Anlage</b>		<b>5.735 €</b>

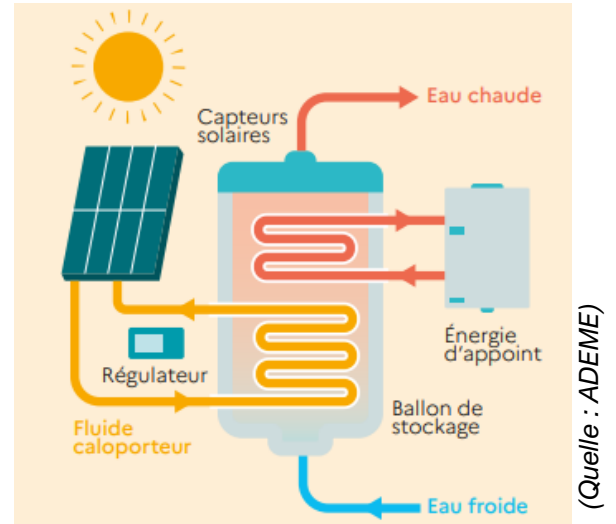
Die Eigenstromnutzung kostet den Landwirt in diesem Beispiel 7,57 ct. Seine bisherigen Stromkosten liegen bei 29 ct. Je selbst genutzter Kilowattstunde PV-Strom kann er rd. 21,4 ct einsparen. Bei einem Eigenverbrauch von 28% bzw. 27.934 kWh reduzieren sich seine bisherigen Stromkosten um 5.978 €.

# Warmwasserbereitung durch Solarthermie

In der Milchviehhaltung ist die Erzeugung von Warmwasser zur Reinigung mit 25 bis 30 % des Stromverbrauchs der zweitgrößte Posten nach der Milchkühlung.

## Funktion

Ein Solarwarmwasserbereiter ist ein System, das Sonnenenergie nutzt, um Wasser vorzuwärmen.



Es besteht im Allgemeinen (\*) aus:

- **Wärmekollektoren:** Röhren, die unter einer schwarz beschichteten Platte angeordnet und unter einer in einem Kasten versiegelten Verglasung platziert sind, auf dem Dach (idealerweise nach Süden ausgerichtet, 45° Neigung) oder an der Fassade befestigt werden und die Sonnenstrahlung in Wärme umwandeln;
- **Wärmeträgerflüssigkeit:** Mischung aus Wasser + Frostschutzmittel (z. B. glykolisiertes Wasser), die in den Kollektoren zirkuliert und erwärmt wird;
- **Vertikaler Speichertank** mit Brauchwasser, das dank der über eine Spule übertragenen Energie auf 50 bis 80 °C erhitzt wird.

(\*) Es gibt andere Arten von Kollektoren (unbeschichtet für heiße Länder oder vakuumversiegelt, effizienter und teurer) und Tanks (horizontal, weniger effizient).

## Achtung:

- Je nach Region variieren die Kollektorflächen und die Solarautonomie. Am Oberrhein gibt es im Jahr z.T. weniger als 2.000 Sonnenstunden.
- Solarenergie deckt 40 bis 70 % des Bedarfs. Die Ergänzung durch eine andere Energiequelle ist daher unerlässlich.

## Größen

Um die richtige Dimensionierung der Solaranlage zu ermitteln und einen optimalen Betrieb zu erreichen, ist es unerlässlich, zunächst eine Diagnose des tatsächlichen jährlichen Warmwasserbedarfs durchzuführen. Durch eine Messreihe wird der maximale Tagesbedarf abgeschätzt, der im Betrieb auftreten kann, indem der regelmäßige Verbrauch (Melkmaschine, Milchtank etc.) und der saisonale Verbrauch kombiniert werden.

Als Faustregel gilt, dass Sie bei einem 500 Liter Tank etwa 6 bis 8 m<sup>2</sup> Solarkollektoren einplanen müssen.

## Fokus: Warmwasserspeicher

Die Größe des Tanks muss dem Bedarf entsprechen. Bei einer Überdimensionierung ist der Mehrverbrauch zum Erwärmen und Halten der Temperatur des nicht ausreichend genutzten Wassers höher als bei einem auf den Bedarf abgestimmten Speichervolumen.

Der Speicher sollte möglichst

- in der Nähe der Warmwasserentnahmestellen (um Kühlwasserverschwendung zu vermeiden) und
  - in der Nähe der Sensoren (um Wärmeverluste und Kosten des Primärkreislaufs zu begrenzen) und
  - in einem beheizten oder zumindest isolierten Raum (um die Wasserkühlung zu reduzieren)
- installiert werden. Außerdem müssen die Rohrleitungen sehr gut isoliert sein.

Tanks aus Edelstahl, thermoverglastem oder doppelt emailliertem Stahl sind korrosionsbeständiger. Bei hartem Wasser ist ein emaillierter oder glatter Austauschbehälter besser geeignet, da sich dort weniger Kalk ablagert.

## Einrichtung

Um die Qualität und Produktivität der Installation sicherzustellen, müssen die Arbeiten von zugelassenen Installateuren mit Geräten durchgeführt werden, die den europäischen Normen entsprechen. Im Bereich Solarthermie profitieren Fachkräfte mit den entsprechenden Qualifikationen vom Label „Anerkannter Umweltgarant“ (RGE). Sie unterliegen den Zertifizierungen von Qualibat und Qualit'ENR.

## Investitionskosten

Die Kosten einer Solarthermieanlage können je nach Standort, Anzahl der Module und Größe des Betriebs stark variieren. Sie beträgt zwischen 900 € und 1.700 € zzgl. MwSt./m<sup>2</sup> Sensoren, inklusive Installation.

## Lebensdauer und Wartung

Unter optimalen Bedingungen (gute Konstruktion, gute Nutzung und regelmäßige Wartung) haben die Elemente eines einzelnen Solarwarmwasserbereiters eine Lebensdauer von bis zu:

- 20 - 30 Jahren für die Sensoren, bei jährlicher Kontrolle insbesondere des Zustandes der Wärmeträgerflüssigkeit
- 15 – 20 Jahren für einen Speicher, bei regelmäßiger Überwachung und einer Reinigung alle 3 Jahre zur Entfernung von Kalkablagerungen.
- ca. 10 Jahren für Umwälzpumpe, Temperaturfühler und Regelung



(Quellen : ADEME “Warmwasserbereitung in Milchvieh- und Mastkälberhaltung”, “Solarthermie“, “Energieeinsparungen im landwirtschaftlichen Betrieb“)

# Biogaserzeugung auf dem Bauernhof - individuelle Gasverwertung -

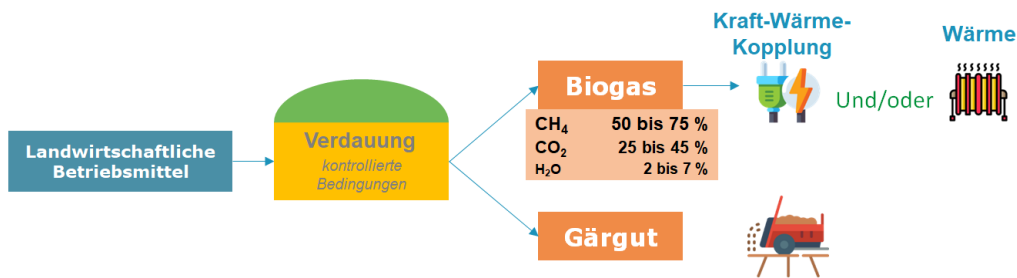
Die Entstehung von Methan ist ein natürlicher Prozess beim Abbau von Biomasse durch Bakterien, die natürlicherweise in tierischen Exkrementen vorkommen. Das sogenannte Biogas stellt eine erneuerbare, lokale Energie aus den Ressourcen der Region dar.

## Funktionsweise

Eine Biogasanlage auf einem Bauernhof funktioniert auf der Grundlage von Dung aus der Tierhaltung, der durch pflanzliche Erzeugnisse wie Energiepflanzen, Gras oder Pflanzenrückstände ergänzt werden kann.

Die Produkte des anaeroben Verdauungsprozesses sind:

- **Biogas:** wird über eine Kraft-Wärme-Kopplung verwertet
- **Gärrest:** als Dünger ausgebracht



Elektrischer Wirkungsgrad  $\approx 42\%$  ;

der erzeugte Strom kann selbst verbraucht oder über das Stromnetz verkauft werden

Thermischer Wirkungsgrad  $\approx 42\%$  ;

die erzeugte Wärme kann im Betrieb oder von Wärmeverbrauchern in der Nähe des Standorts verwertet werden

## Arten der Biogaserzeugung auf dem Bauernhof

### Kleinanlagen

Installierte Leistung unter 80 kW  
Landwirtschaftliche Abwässer und Abfälle des Betriebs, 3.000 bis 6.000 t pro Jahr

Verschiedene Technologien für Hofanlagen sind verfügbar (Abdeckung von Güllegruben, Faulbehälter...) und ermöglichen die Anpassung des Systems an den landwirtschaftlichen Betrieb.



### Größere Anlagen

Installierte Leistung über 80 kW  
Dung, pflanzliche Nebenerzeugnisse, Energiepflanzen; > 6000 t pro Jahr



Bild: Nénufar

Gewinnung von Biogas durch Abdeckung der Güllegrube

## Erbrachte Leistungen

- **Nutzung der Wärme für den Eigenverbrauch:** Gebäudeheizung, Warmwasserbereitung, Pasteurisierung von Milch, Erhitzen von Futtermitteln (Kälbertränke) ...
- **Nutzung des Stroms** durch Eigenverbrauch oder Verkauf
- **Stickstoffautonomie:** Gärrückstände enthalten etwa 6 kg N / t Rohgärrückstand und ermöglichen durch ihren hohen Gehalt an mineralischem Stickstoff die Förderung der Stickstoffautonomie von landwirtschaftlichen Betrieben.

## Biogaserzeugung und Treibhausgase

Methan ist ein Gas, dessen Treibhauseffekt 25-mal höher ist als der von CO<sub>2</sub>. Durch die direkte Einleitung der Abwässer in die Biogasanlage anstelle ihrer Lagerung kann die Freisetzung von Methan in die Atmosphäre begrenzt werden.

Die anschließend vom KWK-Motor erzeugte Wärme ersetzt fossiles Gas oder Diesel, das normalerweise in industriellen Prozessen oder zur Beheizung von Gebäuden verwendet wird. Die Energie aus der Biogaserzeugung ersetzt also fossile Energieträger und trägt durch die Verringerung der Treibhausgase zum Kampf gegen die globale Erwärmung bei.



Bild: CAA

## Kohlenstoffspeicherung im Boden

Bild: CAA



Die leicht abbaubare Fraktion des in den organischen Stoffen enthaltenen Kohlenstoffs ist an der Bildung von Biomethanmolekülen beteiligt, die über die Kraft-Wärme-Kopplung verwertet werden. Die schwer abbaubare Fraktion findet sich in den ausgebrachten Gärresten wieder. Der langfristig im Boden gespeicherte stabile Kohlenstoff unterscheidet sich nicht zwischen Gülle und Gärrest.

## Investition

Die Höhe der Investitionen in eine Biogasanlage auf dem Bauernhof hängt von der installierten Leistung der Kraft-Wärme-Kopplung ab und reicht von 5.000 €/kWe bis 15.000 €/kWe für Anlagen zwischen 35 und 500 kWe.

## Vergütung

Die Vergütung wird durch das EEG (Erneuerbare Energien-Gesetz) geregelt, das zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gilt. Zeitraum der Garantie-Vergütung: 20 Jahre, zzgl. Inbetriebnahmejahr.

Entsprechend § 44 EEG 2023 erhalten neue Güllekleinanlagen mit einer installierten Leistung bis zu 150 kWel folgende Vergütungssätze. Ab dem 1. Juli 2024 sinkt diese Vergütung jährlich um 0,5 Prozent (§ 44a EEG):

- 22 ct/kWh (anzulegender Wert) bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 75 kWel
- 19 ct/kWh (anzulegender Wert) bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 150 kWel