

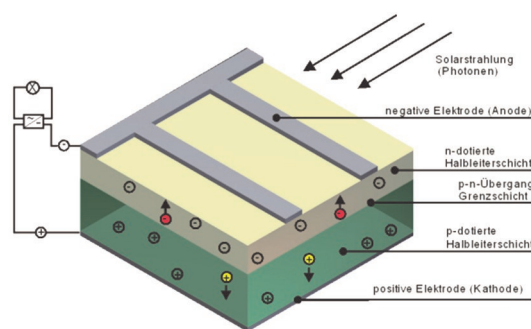
Demonstrations-Photovoltaikanlage an der Versuchsstation Grub

Konzeptionsziel der Demonstrations-Photovoltaikanlage an der Versuchsstation Grub ist eine vergleichende Analyse des Stromertrags von Modulen mit unterschiedlicher Zelltechnologie (mono-, polykristallin, amorph) und Ausrichtung. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Evaluierung und Optimierung der Eigenstromnutzung in Verbindung mit einem effizienten Energiemanagement. Für Demonstrationszwecke werden neben der Photovoltaik-Stromerzeugung in Abhängigkeit der eingesetzten Module auf den unterschiedlich ausgerichteten Dachflächen auch die Stromverbrauchsdaten des Milchviehstalls inklusive Kälberaufzuchtstall in einer Datenbank zusammengeführt und ausgewertet.

Technologie

Der Unterschied von mono-, polykristallinem Silizium liegt in der Kristallstruktur. Monokristalline Module haben einen etwas höheren Wirkungsgrad als polykristalline Module. Amorphes Silizium (nichtkristalline Form des Siliziums) wird für Dünnschichtmodule verwendet und hat eine geringere Leistungsausbeute.

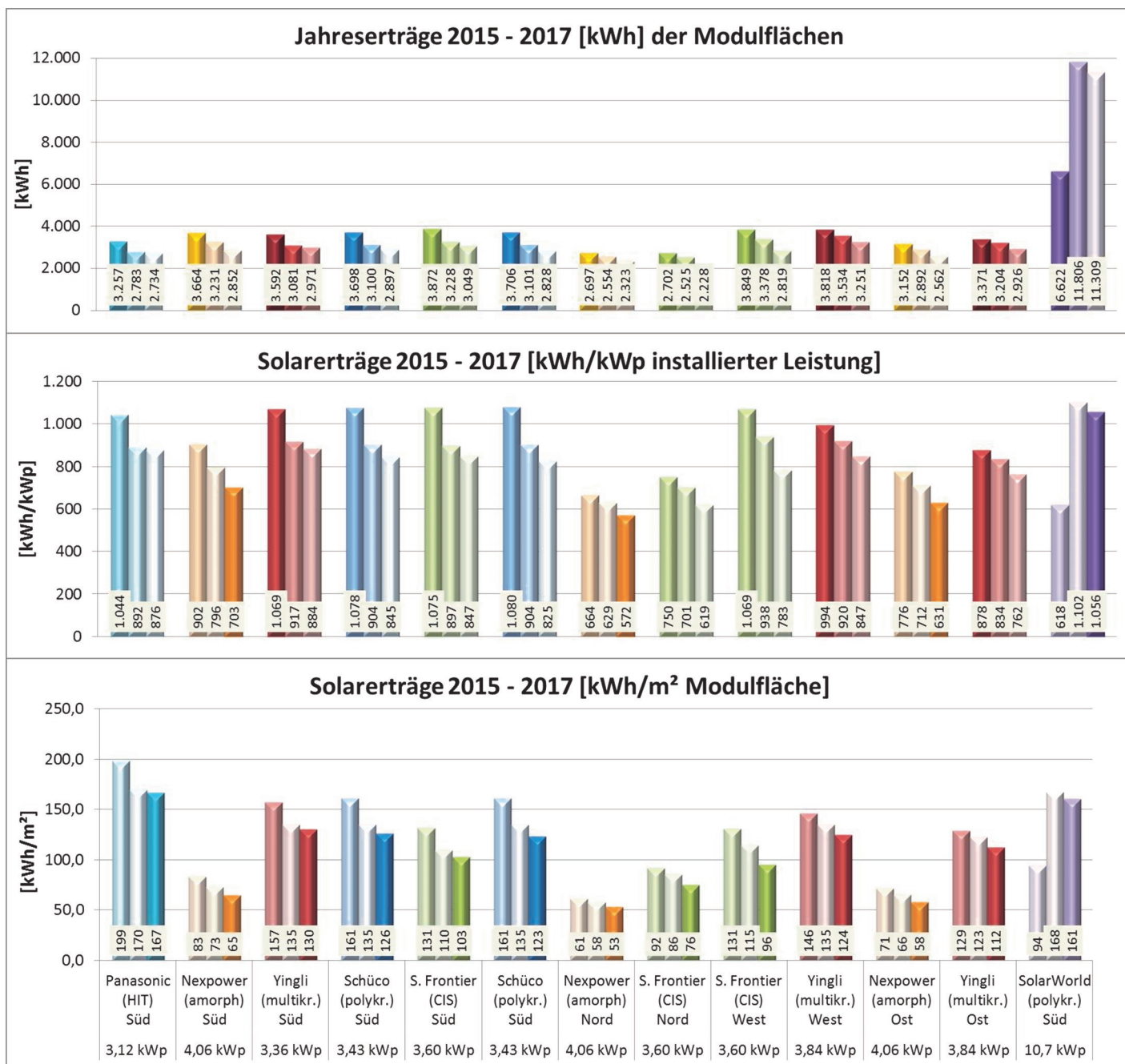
Solarzellen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischen Gleichstrom um. Der Wechselrichter transformiert den Gleichstrom in Wechselstrom. Der Wechselstrom kann in das öffentliche Stromnetz eingespeist (Volleinspeisung) oder in Kombination aus Eigenverbrauch und Netzeinspeisung (Überschusseinspeisung) genutzt werden.



Maximale Gesamtleistung der Photovoltaikanlage: 54,7 kWp

Hersteller	Zelltechnologie	Ausrichtung	Anzahl Modul	Modulfläche	Modulfläche
A Panasonic	HIT	Süd	13	1,26 m ²	16,3 m ²
B Nexpower	mikrokristallin	Süd	28	1,57 m ²	44,0 m ²
C Yingli	multikristallin	Süd	14	1,63 m ²	22,8 m ²
D Schüco	polykristallin	Süd	14	1,64 m ²	23,0 m ²
E Solar Frontier	CIS	Süd	24	1,23 m ²	29,5 m ²
F Schüco	polykristallin	Süd	14	1,64 m ²	23,0 m ²
G Nexpower	mikrokristallin	Nord	28	1,57 m ²	44,0 m ²
H Solar Frontier	CIS	Nord	24	1,23 m ²	29,5 m ²
I Solar Frontier	CIS	West	24	1,23 m ²	29,5 m ²
K Yingli	multikristallin	West	16	1,63 m ²	26,1 m ²
L Nexpower	mikrokristallin	Ost	28	1,57 m ²	44,0 m ²
M Yingli	multikristallin	Ost	16	1,63 m ²	26,1 m ²
N SolarWorld	polykristallin	Süd	42	1,67 m ²	70,1 m ²

Solarstromerzeugung der einzelnen Modulflächen



- Die Stromerzeugung der 54,7 kWp Photovoltaikanlage lag im Jahr 2017 bei 44.750 kWh.
- Der durchschnittliche Solarertrag je kWp installierter Leistung sank im Vergleich zum Jahr 2015. Die Ertragseinbußen lassen sich zum einen auf geringere Globalstrahlungswerte (Quelle: Agrarmeteorologische Messstation am Standort der VS Grub) zurückführen, zum anderen sind die Ertragseinbußen durch Verunreinigungen der Solarmodule verursacht.
- Die Erträge der Module mit entsprechend vergleichbaren Zelltechnologien lagen auf der Süd- und Westseite um 26 bis 30 % über denen auf der Nordseite und um 12 bis 18 % über denen auf der Ostseite.
- Die Solarerträge, bezogen auf die Modulfläche, waren bei den Hochleistungsmodulen (monokristalline Zelltechnologie) am höchsten und die Module mit mikroamorpher Zelltechnologie auf Siliziumbasis erzeugten am wenigsten Solarstrom.

Nutzung des Solarstroms im eigenen Betrieb

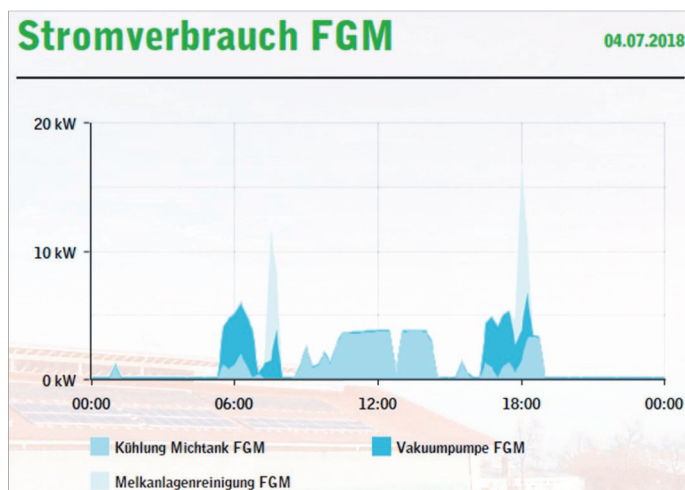
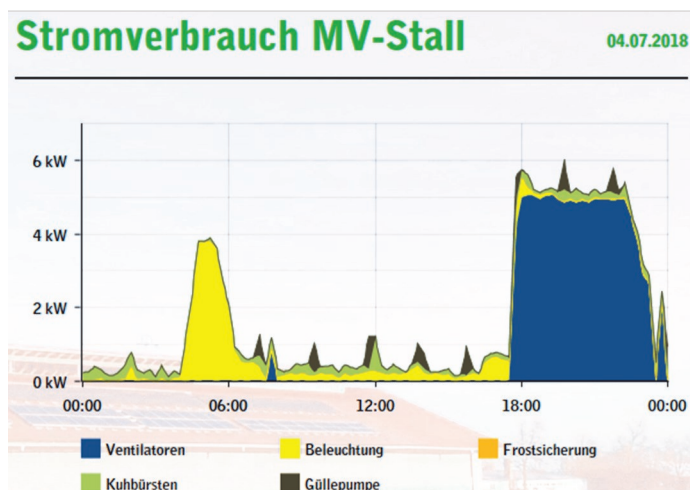
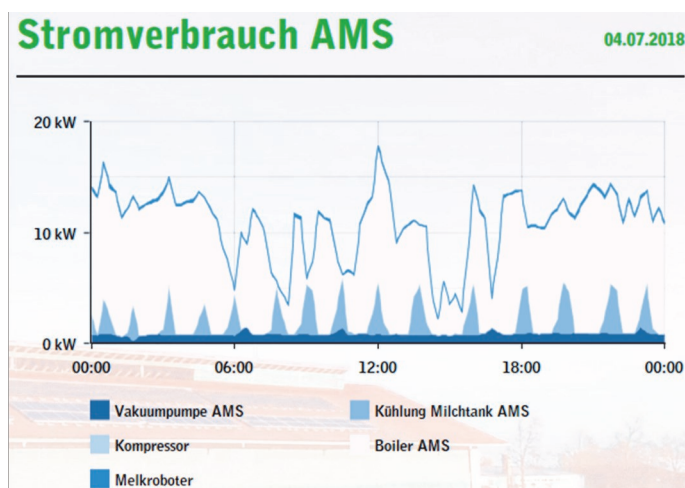
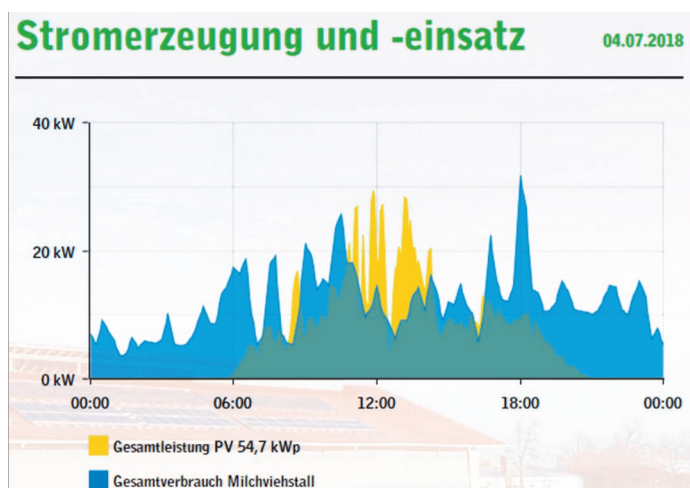
Mit dem Erreichen der Netzparität im April 2014 ist die Nutzung eigenerzeugter regenerativer Energie und ihre Einbindung in das betriebliche Lastprofil aus ökonomischer Sicht sinnvoll, da die Einspeisevergütung für Solarstrom niedriger als der Bezugspreis für Strom ist.

Aber auch gesellschaftliche und ökologische Motive wie z. B. eine Entlastung der Stromnetze und eine mögliche Einsparung an fossilen Energieträgern sprechen für eine hohe Eigenstromnutzung.

Aktuelle Vergütung für Photovoltaik-Anlagen: <https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/>

Stromverbrauch des Milchviehstalls und Solarstromerzeugung

Die Milchviehherde (130 Milchkühe) ist in zwei Gruppen aufgeteilt. 70 Milchkühe werden mit einem Automatischen Melksystem (AMS), 60 Milchkühe in einem Fischgrätenmelkstand gemolken.



Von den im Jahr 2017 erzeugten 44.750 kWh Solarstrom konnten im Milchvieh- und Kälberstall 31.210 kWh direkt verbraucht werden. Daraus errechnet sich über das gesamte Jahr ein Eigenstromverbrauchsanteil von über 70 %.

Um den gesamten Strombedarf zu decken konnte größtenteils auf die Stromproduktion der Hof-/Versuchsbiogasanlage in Grub zurückgegriffen werden.

Möglichkeiten zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs:

- Lastverschiebung: Anpassung des Stromverbrauchs an die Stromerzeugung
- Ausrichtung der PV-Anlage: Verlängerung der solaren Einstrahlungszeiten (Ost-West)
- Technische Ausstattung: •Automatisierung (Melk-, Fütterungs-, Entmistungssysteme)
- Auslegung der Anlagengröße an den Energieverbrauch (Abdeckung der Grund-, Spitzenlast)
- Speicherung und bedarfsbezogene Nutzung: Batteriespeicher, **Eisspeicher für die Milchkühlung**

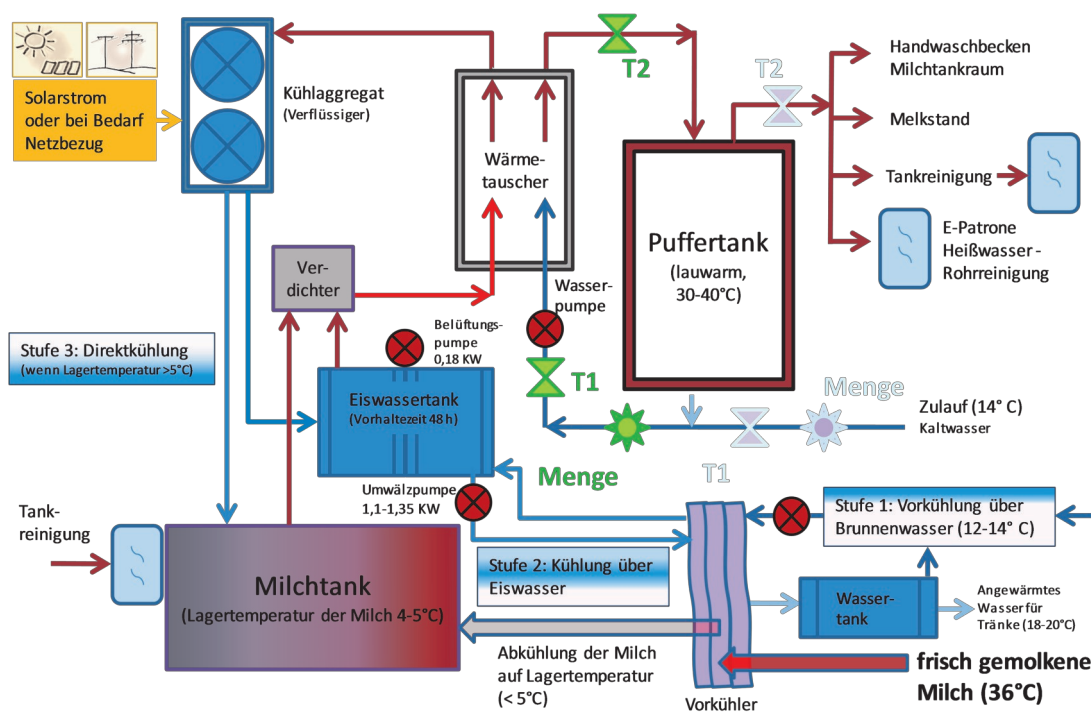
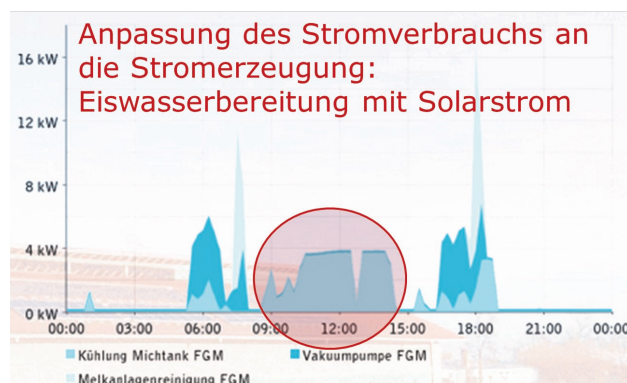


Nutzung von Solarstrom für die Erzeugung von Eiswasser zum Abkühlen der Milch auf Lagertemperatur

In Milchviehbetrieben mit Eiswasserkühlanlagen für die Milch kann die Eiswasserproduktion eine praktikable Lösung für die Zwischenspeicherung von Solarstrom sein. Hierbei wird unabhängig von den Melkzeiten in einem separaten Eisspeicher ein Kälteverrat aufgebaut, der dann bei Bedarf nach dem Melken für die Abkühlung der Milch zur Verfügung steht.

Eiswasserkühlung der VS Grub

Die Milch wird im dreistufigen System zuerst mit Brunnenwasser (Stufe 1) und anschließend mit Eiswasser (Stufe 2) über einen Plattenkühler auf Lagertemperatur heruntergekühlt. Das angewärmte Brunnenwasser steht den Milchkühen als Tränkwasser zur Verfügung. Die Bildung von Eiswasser erfolgt, sofern die PV-Anlage ausreichend Strom erzeugt. Wenn kein Eiswasser zur Verfügung steht, wird die Milch im Direktkühlverfahren (Stufe 3) im Tank auf Lagertemperatur heruntergekühlt. Die bei der Abkühlung der Milch entstandene Wärme steht in Form von warmen Wasser für die Melkanlagen- und Tankreinigung zur Verfügung.



Die Eiswasserproduktion ist eine Möglichkeit Solarstrom zu speichern und bedarfsgerecht zu nutzen.

Bei Milchviehbetrieben mit konventionellen Melkssystemen (2 Melkzeiten) kann mit Eiswasserkühlungen ein deutlich höherer Eigenstromverbrauch erzielt werden.