

Forschungsprojekt der LfL: Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft

Aufgrund des ständigen technischen Fortschritts (z.B. Einsatz von LED-Leuchtmitteln bei Beleuchtungsprogrammen, automatischen Milchgewinnungs-, Fütterungs-, Entmistungssystemen) und der Anpassung an Änderungen von gesetzlichen Vorgaben (Digitalisierung der Energiewende, Bundes-Immissionsschutzgesetz) werden in der landwirtschaftlichen Produktion vermehrt neue Verfahren eingesetzt, die einen geänderten Energiebedarf haben können.

Um für die Beratung und Ausbildung aktuelle und zeitgemäße Daten und Schulungsunterlagen zur Verfügung stellen zu können, ist die Durchführung und Auswertung von Messungen auf zukunftsorientierten landwirtschaftlichen Betrieben notwendig.

Hauptziele sind die

- energieeffiziente Produktion,**
- die energiewirtschaftliche Optimierung**
- und die infrastrukturelle Energieversorgung am Praxisbetrieb.**

Pilotbetriebsmessnetz

Mit dem Aufbau und der Entwicklung des Pilotbetriebsmessnetzes zur langfristigen Energieverbrauchs- und Energieerzeugungsmessung können energetische Vergleichskennzahlen, Last- und Leistungsprofile erstellt werden.

Die Einrichtung der fest installierten Dauermesseinrichtung kann sowohl die zeitliche Variabilität als auch die Variabilität in der technischen Ausstattung (Änderungen bei der Produktionstechnik) auf den Betrieben erfassen. So kann gerade beim Austausch und technischen Weiterentwicklungen von Anlagen kurzfristig auf aktuelle Fragestellungen eingegangen und entsprechende Beratungsunterlagen erstellt werden. Die Analyse des Stromverbrauchs der Einzelverbraucher erlaubt es zudem, energetische Einsparpotentiale zu erkennen und auf dieser Grundlage mögliche Optimierungsmöglichkeiten zu entwickeln und zu bewerten.

Praxisbetriebe

Auf insgesamt 10 Milchviehbetrieben mit Betriebsgrößen zwischen 40-160 Milchkühen sind Verbrauchszähler auf Ebene der Einzelverbraucher installiert. Die Möglichkeiten Energie einzusparen, effizient zu nutzen sowie regenerative Energieträger optimal in das betriebliche Lastprofil einzubinden werden anhand umgesetzter und noch umzusetzender Praxisbeispiele dokumentiert und für die landwirtschaftliche Praxis und Beratung aufbereitet.



Milchviehstall mit Photovoltaikanlage

Betriebsdaten

Der konventionell wirtschaftende Betrieb errichtete im Jahr 2010 für einen Milchkuhbestand von 160 Milchkühen einen neuen Milchviehlaufstall. Der Stallbezug war im Jahr 2011.

Um die täglichen Arbeitsspitzen zu entzerren hat sich der Betriebsleiter dazu entschieden, für die Milchgewinnung und für die Grundfuttermittelvorlage automatisierte Systeme einzubauen.

Auf der Futterhalle wurden im Jahr 2009 und auf dem Milchviehstall im Jahr 2011 Photovoltaik-Einspeiseanlagen mit insgesamt 191 kWp installiert.

Strukturdaten

Betriebsfläche gesamt	127 ha
davon Ackerfläche	81 ha
davon Grünland	48 ha
Tierbestand	
davon Milchvieh	150 Tiere
Jungvieh + Nachzucht	250 Tiere
Jungbullen	15 Tiere
verkaufte Milch	1.260.000 kg
Milchleistung	9.000 kg/Kuh/Jahr

Verbrauchsdaten

	vorher	nachher
Stromverbrauch ohne autom. Fütterung	81.360	66.240 kWh/a
je Milchkuh	542	442 kWh/MK

Die Maßnahmen (Einsparungen)	in kWh/a	in kg CO ₂ /Jahr
Milchvorkühlung	7.360	4.140
Umrüstung auf LED	7.760	4.360
Elektrifizierung Auto. Fütterung	5.850 l Diesel	950
PV-Eigenstrom (Ersatz fossiler Energie)	26.420	14.850



Verbrauchsdaten und Maßnahmen zur Energieeinsparung

Durch die Installation von Stromzählern auf Ebene der Einzelverbraucher kann der Energieeinsatz erfasst und Optimierungmaßnahmen bewertet werden.

Der gesamte Stromverbrauch lag im Jahr 2017 bei 107.010 kWh.

Der Stromverbrauch für das automatische Fütterungssystem (AFS) betrug davon 25.650 kWh und kann dadurch den Dieserverbrauch für die Grundfuttermittelvorlage eines Futtermischwagens um 5.850 l verringern.

Durch den Einbau eines Milchvorkühlers und den Ersatz der Metalldampflampen mit LED-Strahlern kann der Stromverbrauch um 15.120 kWh reduziert werden.

Mit der Errichtung einer 40 kWp Photovoltaik-Eigenverbrauchsanlage kann zusätzlich der Netzstrombezug um 26.420 kWh vermindert werden.

Klimaschutzeffekte

Insgesamt können am Milchviehbetrieb durch Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich Strom und Kraftstoff 47.830 kWh Energie eingespart werden.

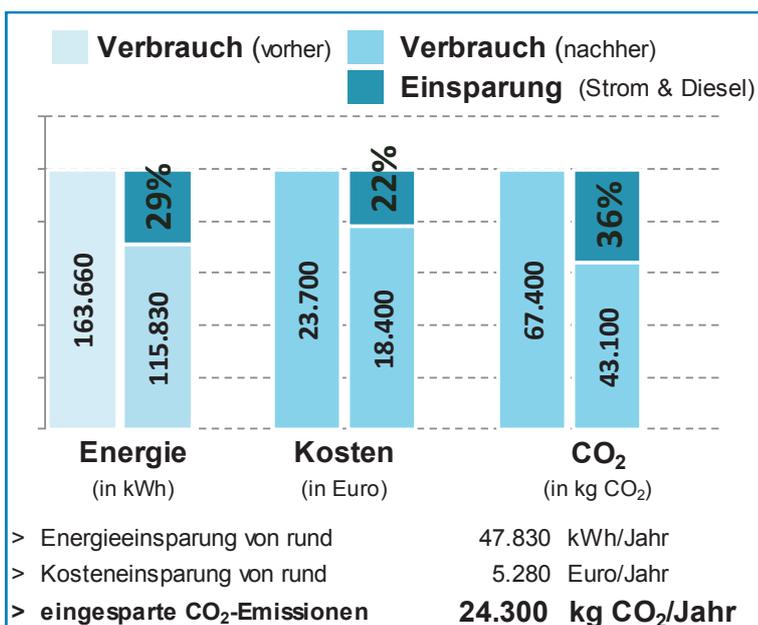
Für die monetäre Bewertung der Einsparmaßnahmen wurden der Strom mit einem Preis von 0,20 €/kWh, der Substitutionswert für Solarstrom mit 0,12 €/kWh und der Dieselpreis mit 0,90 €/Liter angesetzt. Daraus errechnet sich eine Gesamtkosteneinsparung von 5.280 € pro Jahr.

Zur Vereinheitlichung und den Vergleich der Klimawirkung werden die Energieeinsparungen in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Die eingesparten CO₂-Emissionen liegen bei 24.300 kg CO₂ pro Jahr.

CO₂ Emissionsfaktoren:

Strommix Deutschland: 0,562 kg CO₂/kWh

Diesel: 0,263 kg CO₂/kWh



Milchgewinnung und -kühlung

Hohe Energieeinsparungen bei der Milchgewinnung sind durch die Verwendung von frequenzgeregelten Vakuumpumpen (Drehzahl richtet sich nach dem Leistungsbedarf – ist im Betrieb bereits eingebaut) und bei der Milchkühlung durch den Einsatz von Milchvorkühlern möglich.

Ein Milchvorkühler bewirkt, dass die Milchtemperatur vor der Einleitung in den Milchtank abgesenkt wird und dadurch der Kühlvorgang verkürzt werden kann. Im Praxisbetrieb kann durch den Einbau eines Milchvorkühlers Strom in Höhe von 7.360 kWh pro Jahr eingespart werden.

Milchvorkühlung		7.360 kWh/a
Optimierung der Kühlung durch den Einbau eines Milchvorkühlers		
Vorher	ohne Vorkühler	18.400 kWh/a
Nachher	mit Vorkühler	11.040 kWh/a
Einsparung	Energie	7.360 kWh/a
	Kosten	1.470 €/Jahr
	CO₂-Emissionen	4.140 kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf		4.500 €
Amortisationsdauer		3,1 Jahre
Amortisationsdauer mit 30% Förderung *)		2,1 Jahre

Umrüstung auf LED Beleuchtung		7.760 kWh/a
Optimierung der Stallbeleuchtung durch den Einbau von LED-Strahler.		
Lichtprogramm: 05:00 h bis 23:00 h, 160 Lux; Ø Beleuchtungsdauer ca. 6h/d		
Vorher	12 HQL á 250 Watt, 6 HQL á 400 Watt, 8 Leuchtstoffröhren á 58 Watt + KVG	12.600 kWh/a
Nachher	Ersatz durch 12 LED Strahler á 100 Watt, 6 LED Strahler á 150 Watt, 5 LED-Röhren á :	4.840 kWh/a
Einsparung	Energie	7.760 kWh/a
	Kosten	1.550 €/Jahr
	CO₂-Emissionen	4.360 kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf (200 €/Lampe)		5.440 €
Amortisationsdauer		3,5 Jahre
Amortisationsdauer mit 30% Förderung *)		2,5 Jahre

Milchviehstall—Beleuchtung

Einer der Hauptverbrauchsgebiete im Milchviehstall ist die Stallbeleuchtung. Gerade wenn Lichtprogramme mit langen Beleuchtungszeiten (Langtag > 14 h Beleuchtungsdauer) und hohen Beleuchtungsstärken (>140 Lux) gefahren werden.

Im vorliegenden Milchviehbetrieb sind durch den Ersatz der Metallampflampen mit LED-Strahlern Energieeinsparungen bis zu 7.760 kWh pro Jahr möglich.

Die Amortisationszeiten sind aufgrund fallender Anschaffungskosten für LED-Leuchtmittel äußerst gering.

*) Bundesprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau

Automatisierte Grundfuttermvorlage

Durch die Entscheidung des Betriebsleiters die Grundfuttermvorlage zu automatisieren - Bevorratung, Mischen, Transport, Verteilen, Nachschieben - kann der Dieselverbrauch um 5.850 Liter reduziert werden. Der höhere Stromverbrauch durch die Elektrifizierung der Fütterung wird mit der Kraftstoffeinsparung ausgeglichen. Zusätzlich erspart die Automatisierung ca. 450 Arbeitsstunden pro Jahr.

Mit dem schienengeführten Misch- und Verteilroboter werden sieben Kuh- und Rindergruppen mit unterschiedlicher Rationsgestaltung gefüttert.

Elektrifizierung Auto. Fütterung		32.710 kWh/a
Kraftstoffverbrauch Fütterung		8.250 l Diesel
Kraftstoffeinsparung durch Automatische Fütterung		-5.850 l Diesel
Stromverbrauch der automatischen Fütterung		25.650 kWh/a
Einsparung	Energie	32.710 kWh/a
	Kosten	140 €/Jahr
	CO₂-Emissionen	950 kg CO₂/a
Mehrkosten Futtermischwagen		80.000 €
Energiekosteneinsparung		140 €
Arbeitszeitkosteneinsparung (450 h/Jahr á 15 €)		6.750 €
Amortisationsdauer		11,6 Jahre



Frequenzgeregelte Vakuumpumpen



Silofräse

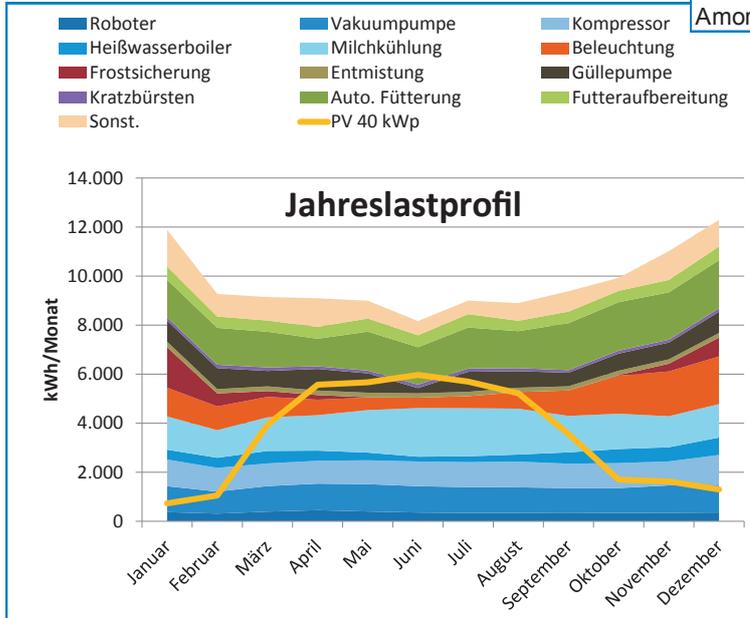


Füttermisch- und Verteilwagen

PV-Anlage mit Eigenstromnutzung

Der Betrieb erzeugt auf den Dächern des Milchviehstalls und der Futterhalle ca. 190.000 kWh Solarstrom pro Jahr, der in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Weitere nach Süden ausgerichtete Dachflächen für die Eigennutzung sind vorhanden. Mit einer 40 kWp Eigenverbrauchsanlage kann der Netzstrombezug um 26.420 kWh vermindert werden.

Photovoltaik Eigenstromnutzung		--- kWh/a
Solarertrag PV-Anlage mit 40 kWp - 40.000 kWh		
vorher: Strombezug vom Netz (0,200 €/kWh)		26.424 kWh/a
nachher: PV-Eigenstrom (0,120 €/kWh)		26.424 kWh/a
Einsparung	Energie (Ersatz fossiler E.)	26.420 kWh/a
	Kosten	2.110 €/Jahr
	CO₂-Emissionen	14.850 kg CO₂/a
Netto Investition (950 €/kWp)		38.000 €
Amortisationsdauer		ca. 9,0 Jahre



Optimierung der Eigenstromnutzung

Der Eigenverbrauchsanteil der 40 kWp PV-Anlage liegt bei 66 %, der Autarkiegrad bei 24 %.

Durch Lastverschiebung (Anpassung des Stromverbrauchs an die Stromerzeugung), Ausrichtung der PV-Anlage (Verlängerung der solaren Einstrahlungszeiten bei Ost-West-Ausrichtung), optimale Auslegung der Anlagengröße an den Energieverbrauch kann der Eigenstromverbrauch gesteigert werden. Die Nutzungssteigerungen sind jedoch begrenzt.

Batteriespeichersysteme bieten die Möglichkeit den unter Tag erzeugten Solarstrom bedarfsbezogen zu nutzen.

Ein Batteriespeicher mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 20 kW kann im Praxisbetrieb zusätzlich 4.240 kWh Solarstrom nutzen. Der Eigenverbrauch erhöht sich dadurch auf 77 %, der Autarkiegrad auf 29 %.

Tageslastprofile: Solarstromerzeugung und- nutzung inkl. 20 kW Batteriespeicher

