

Forschungsprojekt der LfL: Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft

Ansätze für einen effizienten Energieeinsatz und die Einbindung regenerativ erzeugter Energie liegen bei Neuplanungen und Sanierungsmaßnahmen von Ställen sowohl in optimalen technischen und baulichen Lösungen als auch in einem abgestimmten betrieblichen Management. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, für die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren energetische Vergleichskennzahlen und Lastprofile festzulegen. Diese Referenzdaten dienen als Grundlage für eine Systembewertung des landwirtschaftlichen Praxisbetriebes und den daraus resultierenden Optimierungskonzepten zur Senkung des Energieaufwands.

Verbrauchsmessungen auf Pilotbetrieben

Mithilfe von Langzeitmessungen der Leistungsaufnahme einzelner Verbraucher auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben können Hauptenergieverbraucher definiert und unterschiedliche Produktions- und Anlagentechniken verglichen werden. Der Gesamtstromverbrauch wird mit Messtastköpfen durch optisches Abtasten von Zählscheiben und Zähler-Leuchtdioden von Verbrauchszählern oder mit Drehstromzählern gemessen. Zur Erfassung des elektrischen Energiebedarfs der einzelnen Verbrauchergruppen wurden Dreh- und Wechselstromzähler in die Verteilerschränke fest installiert. Um den thermischen Energieeinsatz in Ferkelerzeugerbetrieben unabhängig vom eingesetzten Energieträger und dem Wirkungsgrad der Heizanlage zu erfassen wurden Wärmemengenzähler installiert. Da der Energieeinsatz auch von außenklimatischen Verhältnissen und spezifischen Abteiltemperaturen abhängig ist, wurden Temperatursensoren für den Innen- und Außenbereich eingebaut.

Praxisbetriebe

Auf elf konventionell wirtschaftenden Ferkelerzeugerbetrieben mit Betriebsgrößen zwischen 140 und 650 Zuchtsauplätzen und sechs Schweinemastbetrieben mit 400 bis 1.200 Plätzen und einer für das Produktionsverfahren typischen baulichen und technischen Ausstattung sowie auf einem biologisch wirtschaftenden Mastbetrieb mit freier Lüftung werden Energieverbrauchsdaten der einzelnen Verbrauchsbereiche gemessen.

Der Stromverbrauch in Schweineställen wird im Wesentlichen durch die Lüftung, Beleuchtung, Fütterung und Futteraufbereitung, bei der Ferkelerzeugung zusätzlich durch die Infrarotlampen der Ferkelnester, bestimmt.



Aufzuchtstall für 1.440 Ferkel mit
40 kWp PV-Einspeiseanlage

Baujahr: 2008

Schweinestall mit 960 Mastplätzen
Baujahr: 2017



Betriebsdaten

Der konventionell wirtschaftende Betrieb errichtete im Jahr 2008 einen Ferkelstall mit 1.440 Aufzuchtplätzen (FAZ) und in 2017 einen Schweinestall mit 960 Mastplätzen. Die Ferkelerzeugung mit 300 Zuchtsauplätzen befindet sich an der Hofstelle (Altbestand).

In den neuen Stallungen wurden energieeffiziente Anlagen eingebaut. Im FAZ wurden bspw. Energiesparventilatoren jedoch mit Phasenanschnittregelung eingebaut. Für die Direktabsaugung im Maststall wurden frequenzgeregelter Abluftventilatoren mit Messventilatoren verwendet. Die Zuluft wird über Zuluftverteiler in den Abteilen gleichmäßig verteilt. Die Abluftkamine sind mit Diffusor und Anströmdüse ausgestattet.

Strukturdaten

Betriebsfläche gesamt	114 ha
davon Ackerfläche	112 ha
davon Grünland	2 ha
Tierbestand	
Zuchtsauen (Hofstelle)	300 Tiere
Ferkelaufzuchtplätze (Neubau 2008)	1.440 Plätze
Mastplätze (Neubau 2017)	960 Plätze

Verbrauchsdaten

	vorher		nachher	
	kWh/a	kWh/Platz	kWh/a	kWh/Platz
Zuchtstall	57.500	192	43.230	144
Ferkelaufzuchtstall	15.200	11	9.920	7
Maststall	28.000	29	27.650	29

Die Maßnahmen (Einsparungen)	in kWh/a	in kg CO ₂ /Jahr
Lüftungstechnik	12.240	6.880
Umrüstung auf LED	3.890	2.190
Frequenzgeregelter Umwälzpumpen	3.270	1.840
Eigenstromnutzung PV (Ersatz fossiler Energie)	37.640	21.150



Verbrauchsdaten und Maßnahmen zur Energieeinsparung

Der Strom- und Wärmeenergieeinsatz im Ferkelaufzuchtstall wird zeitlich aufgelöst erfasst.

Der gesamte Stromverbrauch an der Hofstelle und den neu errichteten Stallungen im Außenbereich lag im Jahr 2017 bei 100.700 kWh.

Die höchsten Energieeinsparungen sind in den alten Stallungen durch Ertüchtigung der technischen Anlagen möglich, vor allem durch Erneuerung der Lüftungstechnik in den Deck-, Warte- und Abferkelabteilen. Weitere Einsparmöglichkeiten liegen bei der Beleuchtung und dem Austausch der alten Umwälzpumpen der Abteil- und Ferkelheizungen.

Die Solarstromerzeugung der bereits Errichteten 40 kWp PV-Anlage auf dem Ferkelaufzuchtstall wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Weitere Dachflächen für PV-Eigenstromnutzung an der Hofstelle und auf dem Maststall sind vorhanden.

Klimaschutzeffekte

Insgesamt kann der Ferkelerzeuger-, Aufzucht- und Mastbetrieb durch Energieeffizienzmaßnahmen 19.400 kWh Strom einsparen.

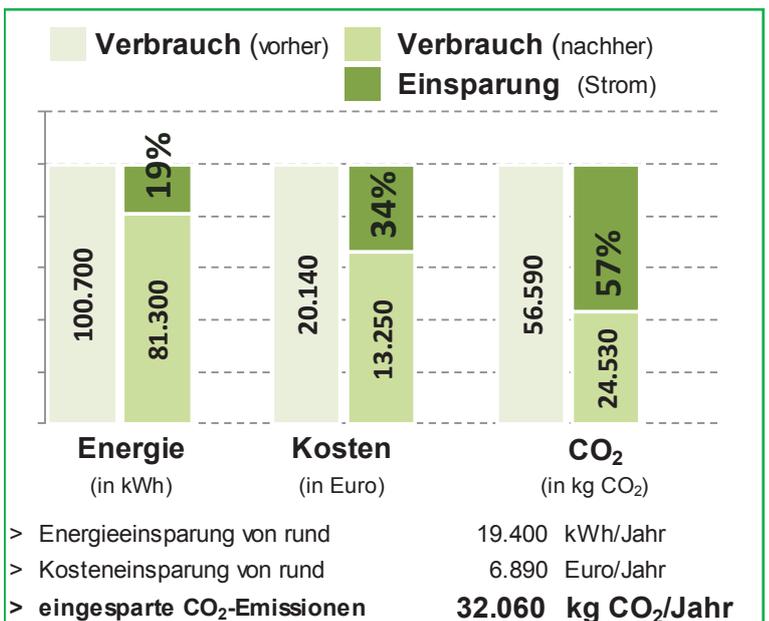
Für die monetäre Bewertung der Einsparmaßnahmen wurden der Strom mit einem Preis von 0,20 €/kWh und als Substitutionswert für Solarstrom 0,12 €/kWh angesetzt. Daraus errechnet sich eine Gesamtkosteneinsparung von 6.890 € pro Jahr.

Zur Vereinheitlichung und den Vergleich der Klimawirkung werden die Energieeinsparungen in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Die eingesparten CO₂-Emissionen liegen bei 32.060 kg CO₂ pro Jahr.

CO₂ Emissionsfaktoren:

Strommix Deutschland: 0,562 kg CO₂/kWh

Diesel: 0,263 kg CO₂/kWh



Lüftungstechnik

Die Stallklimatisierung ist der Hauptenergieverbraucher in zwangsgelüfteten Stallungen. Entsprechend hoch können durch den Einbau zeitgemäßer Regelungstechnik die Stromersparungen sein. Gerade im abgeregelten Leistungsbereich haben frequenzgesteuerte und EC-Ventilatoren mit elektronisch geregelter Gleichstrommotor im Vergleich zu Ventilatoren Phasenanschnitt- oder transformatorischer Steuerung eine deutlich geringere spezifische Leistungsaufnahme.

Durch den Einbau von Frequenzumrichtern in den Zucht- und Ferkelställen können 12.240 kWh pro Jahr eingespart werden.

Lüftungstechnik		7.760	4.480	kWh/a
		Zuchtstall	FAZ	
Optimierung der Lüftungsregelung (Frequenzumrichter) in den Warte-, Deck- und Abferkelställen an der Hofstelle und im Ferkelaufzuchtstall				
Vorher	ohne Frequenzregelung	25.870	11.190 kWh/a	
Nachher	mit Frequenzregelung	18.110	6.710 kWh/a	
Einsparung	Energie	7.760	4.480	kWh/a
	Kosten	1.550	900	€/Jahr
	CO₂-Emissionen	4.360	2.520	kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf		12.000	4.000 €	
Amortisationsdauer		7,7	4,4 Jahre	
Amortisationsdauer mit 30% Förderung *)		5,4	3,1 Jahre	

Umrüstung auf LED		3.220	670	kWh/a
		Zuchtstall	FAZ+Mast	
Optimierung der Stallbeleuchtung durch den Einbau von LED-Langfeldleuchten				
Ersatz von 58 Watt Leuchtstoffröhren mit KVG bzw. EVG mit LED-Leuchten á 22 Watt				
Vorher		4.600	950 kWh/a	
Nachher		1.380	280 kWh/a	
Einsparung	Energie	3.220	670	kWh/a
	Kosten	640	130	€/Jahr
	CO₂-Emissionen	1.810	380	kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf		3.000	2.160 €	
Amortisationsdauer		4,7	16,6 Jahre	
Amortisationsdauer mit 30% Förderung *)		3,3	11,6 Jahre	

Beleuchtung

Im Praxisbetrieb bewirkt eine Umrüstung der bestehenden Leuchtstoffröhren (Anschlusswert 58 Watt + Wirkverlustleistung eines konventionellen Vorschaltgerätes von 14 Watt) durch LED-Langfeldleuchten (22 Watt) vor allem im Deckstall und in den Abferkelabteilen, aufgrund langer Beleuchtungszeiten eine Einsparung von 3.220 kWh pro Jahr.

Im Ferkelaufzucht- und Maststall sind die Einsparungen aufgrund geringerer Beleuchtungsstunden entsprechend gering. Bei Neubauten sollte jedoch aufgrund sinkender Anschaffungskosten in LED-Leuchtmittel investiert werden.

Heizung - Umwälzpumpe

Alte Heizungspumpen sind meist nicht bzw. nur stufenweise regelbar. Das bedeutet, dass die Drehzahl nicht dem tatsächlichen Leistungsbedarf angepasst ist.

Ökonomisch ist vor allem ein Austausch von Umwälzpumpen für Hauptheizkreise und Ferkelnestheizungen mit langen Betriebsstunden. Der Ferkelerzeugerbetrieb kann durch den Einbau von frequenzgeregelten Heizungspumpen in den Abferkelställen 2.790 kWh einsparen. Die Amortisationsdauer liegt hier bei 2,7 Jahren, bzw. mit Förderung durch das Energieeffizienzprogramm bei knapp 2 Jahren.

Frequenzgeregelte Umwälzpumpen		2.790	480	kWh/a
		Zuchtstall	FAZ	
Einstellung im variablen Druckbereich				
Vorher	ohne Frequenzregelung	5.360	920 kWh/a	
Nachher	mit Frequenzregelung	2.570	440 kWh/a	
Einsparung	Energie	2.790	480	kWh/a
	Kosten	560	100	€/Jahr
	CO₂-Emissionen	1.570	270	kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf		1.520	900 €	
Amortisationsdauer		2,7	9,0 Jahre	
Amortisationsdauer mit 30% Förderung *)		1,9	6,3 Jahre	



Dreh- und Wechselstromzähler



Wärmemengenzähler

Umwälzpumpe



Lüftungsregelung



Temperatursensor

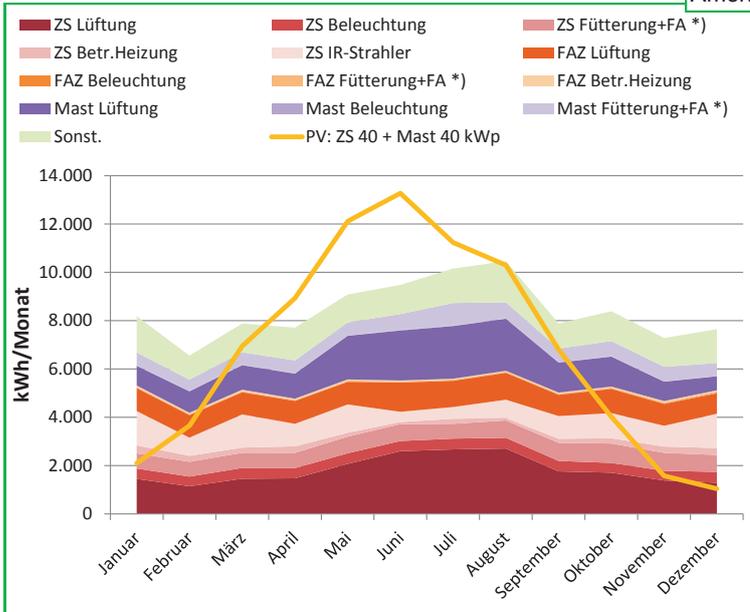
*) Bundesprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau

PV-Anlagen mit Eigenstromnutzung

Sowohl auf den Zuchtstallungen, als auch auf dem Maststall sind geeignete Dachflächen für Photovoltaik-Eigenstromanlagen vorhanden.

Eine 40 kWp PV-Anlage an der Hofstelle kann Netzstrom für die Ferkelerzeugung um 20.340 kWh und eine ebenso große PV-Anlage im Außenbereich, den Strombezug für den Ferkelaufzucht- und Maststall um 17.300 kWh ersetzen.

Photovoltaik Eigenstromnutzung		---	---	kWh/a
		Zuchtstall	FAZ+ Mast	
PV-Anlage mit		40 kWp	40 kWp	
vorher: Netzstrom (0,20 €/kWh)		20.340	17.300 kWh/a	
PV-Eigenstromnutzung (0,12 €/kWh)		20.340	17.300 kWh/a	
Einsparung	Energie (Ersatz)	20.340	17.300	kWh/a
	Kosten	1.630	1.380	€/Jahr
	CO₂-Emissionen	11.430	9.720	kg CO₂/a
Netto-Investitionsbedarf		36.000	36.000 €	
Amortisationsdauer		ca. 10,4	10,7 Jahre	



Optimierung der Eigenstromnutzung

Der Eigenverbrauchsanteil der PV-Anlage der Ferkelerzeugung liegt bei annähernd 50 % und der Autarkiegrad bei 35 %. Die Ferkelaufzucht und die Schweinemast können 42 % vom eigen erzeugten Solarstrom direkt verbrauchen. Hier liegt die Eigenversorgungsquote bei 40 %.

Ein Batteriesystem mit einer nutzbaren von Speicherkapazität von jeweils 20 kW kann bei der Ferkelerzeugung den Eigenstromverbrauch um ca. 5.200 kWh und bei der Ferkelaufzucht und der Schweinemast um ca. 5.500 kWh erhöhen.

Der Eigenverbrauch der PV-Stromerzeugung an der Hofstelle steigert sich dadurch auf 62 %, der Autarkiegrad auf 44 %. Bei den ausgesiedelten Stallungen steigt der Solarstromeigenverbrauch auf 56 % und die Autarkie auf 53 %.

Tageslastprofile: Solarstromerzeugung und- nutzung FAZ + Mast inkl. 20 kW Speicher

