

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Das Wissens- und Dienstleistungszentrum für die Landwirtschaft in Bayern

Praxisorientierte Forschung / Aus- und Fortbildung / Hoheitsvollzug / Beratung

Energiebedarf und Energieeffizienz in der Landwirtschaft Einsparpotenziale und Eigenstromnutzung

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Umwelttechnik in der Landnutzung – Energiemanagement Landwirtschaft

Josef Neiber

Fachtag Bau und Technik - Energiesicherheit in der Landwirtschaft, Köllitsch den 30.11.2022

Agenda



- Daten zum Energieverbrauch und zur Erzeugung erneuerbarer Energien
- Kostenfaktor Energie: Energie- und Erzeugerpreisentwicklungen
- Energieeinsatz und Einsparmöglichkeiten in der Tierhaltung
- Lastprofile und Eigennutzung von Solarstrom
- Smart-Meter, EEG 2023 (PV), Elektrifizierung, Visualisierung von Energiedaten mit EMS





LW-Betrieb

Möglichkeiten:

- Liberalisierung der Strommärkte
 - -> Anbieterwahl / Tarifwahl
- Potenzial + Fläche
 - -> Energie selbst zu erzeugen (PV, Wind, BGA, ...)



Energie- und Erzeugerpreisentwicklung: Strom – Ferkel – Fleisch

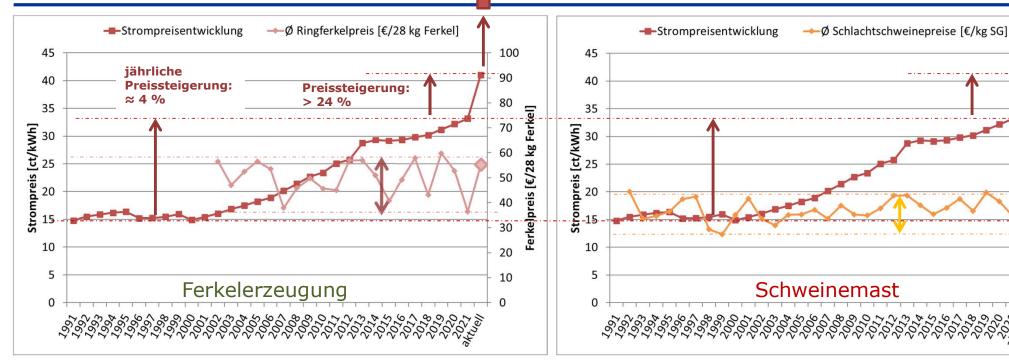


4,0

2,0

1,5

0,5



Kostenan	satz					
LfL-Decku	ungsbeiträ	ge und Kal	kulations date i	n - Ferkele	rzeugung	
https://www	w.stmelf.baye	rn.de/idb/fe	rkelerzeugungkon	v.html		
	Strom, Heiz	stoffe, Was	ser (inkl. MwSt.)	105	€/Sau u. Jahr	200 €
				8 - 14 %		

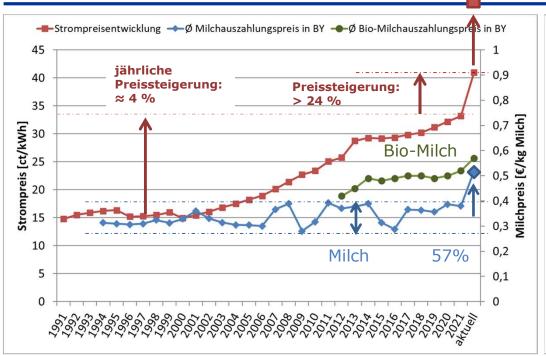
Kosten	ansatz					
LfL-Dec	kungsbeiträ	ge und Kal	kulationsdater	ո - Schwei	inemast	
https://w	ww.stmelf.bay	ern.de/idb/so	hweinemastkonv.	html		
	Strom, Hei	rom, Heizstoffe, Wasser (inkl. MwSt.)			8 €/Tier	6 €
				2 - 6 %		

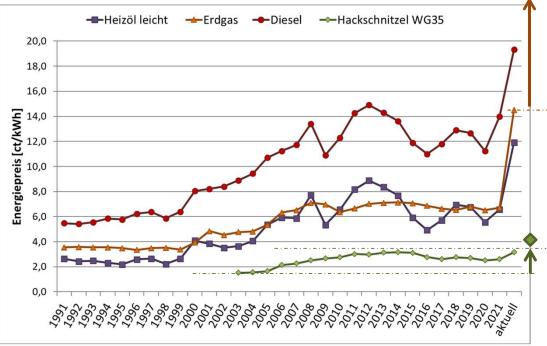


Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, CARMEN e.V., LfL-Preisdateien

Energie- und Erzeugerpreisentwicklung: Strom – Milch







Kostenai	nsatz				
LfL-Deck	ungsbeiträ	ge und Kal	kulationsdate	n - Milchkı	uhhaltung
https://ww	w.stmelf.baye	rn.de/idb/m	ilchkuhhaltung.ht	ml	
	Wasser, Energie (inkl. 19.0 % MwSt.)			90	€/Kuh u. Jahr
				4 - 8 %	

Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, CARMEN e.V., LfL-Preisdateien

184 €

fossile + regenerative Energieträger

Gas kostet im Mittel derzeit 24,1 ct/kWh für Neukunden



Kostenfaktor Energie

- kontinuierlich, bzw. wieder steigende Energiepreise
- steigender Energiebedarf in den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren





Mechanisierung, Automatisierung, aktuelle und neue technische Verfahren











Emissionsminderung:

Mastställe - Abluftreinigung Außenwirtschaft - Gülletechnik

Dieseleinsparung im Acker- und Futterbau:

- Druckluftregelung
- Lenkassistenzsysteme
- Wartung (Lüfter, Kühler)
- angepasste Fahrweise, ...

Ziele der Energieeinsparung

- Global: Ressourcenschonung Einsparung fossiler Energieträger
- <u>National:</u> Unterstützung des <u>Umbaus der Energiebereitstellung und versorgung</u>
- Betriebsebene: Energiekostensenkung bei gleichzeitig optimalem produktionstechnischem Standard

Maßnahmen:

- technische Maßnahmen (z.B. energieeffiziente Anlagen)
- bauliche Maßnahmen (z.B. Dämmung)
- betriebliches Management (z.B. Wartung der Anlagen, effiziente Arbeitsabläufe, Energiemanagement, ...)

LfL

Forschungsprojekte am ILT zur Energieeffizienz





Energiebedarf und Lastprofile der Systemkomponenten in den Produktionsverfahren



Energieberatung: Fachliche Unterstützung + Energiecheck für die Landwirtschaft



Energieerzeugung: Solardaten + Lastprofile



Speicherung: Energiedaten + Infos



Visualisierung der Energiedaten

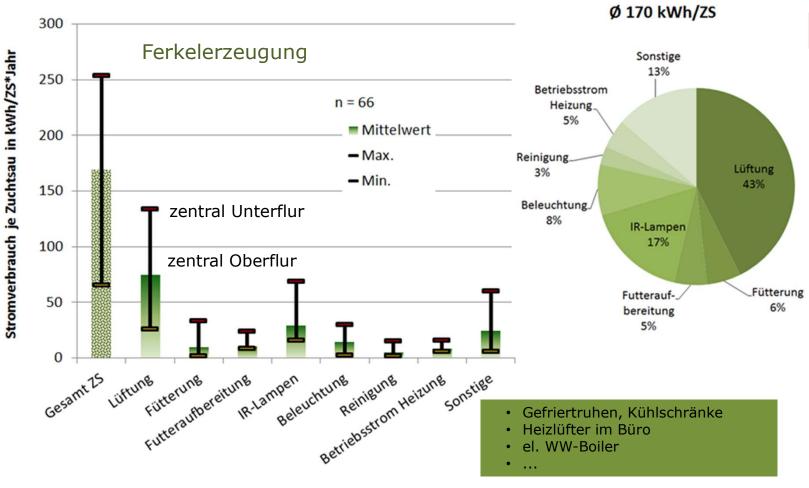


Energiemanagement /-systeme: Einbindung am Betrieb eigenerzeugter regenerativer Energieträger



Energieeinsatz in der Schweinehaltung





Einsparpotenziale

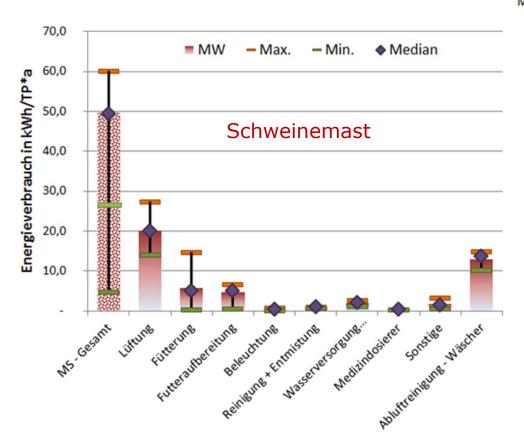
- moderne Regelungstechnik: minus 20 bis 60%
- Beleuchtung: minus 60 bis 80%
- frequenzgeregelte Umwälzpumpen: minus 20 bis 60 %



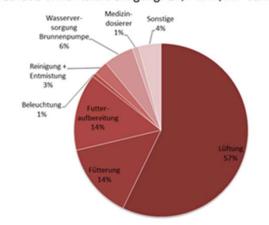


Energieeinsatz in der Schweinehaltung

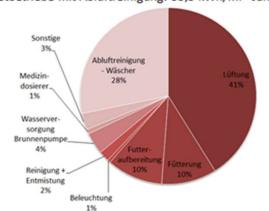




Mastbetriebe ohne Abluftreinigung: 27,7 kWh/MP*Jahr



Mastbetriebe mit Abluftreinigung: 55,5 kWh/MP*Jahr



Einsparpotenziale

- moderne Regelungstechnik: minus 20 bis 60%
- Futteraufbereitung: bis minus 20%
- Fütterung: minus 20 bis 40 %

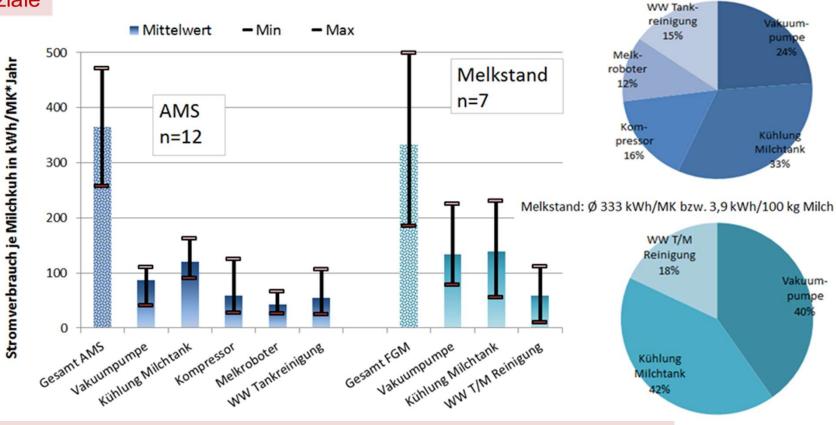




Energieeinsatz in Milchviehbetrieben - Milchgewinnung









frequenzgeregelte Vakuumpumpe: minus 40%

(Amortisation: 2-4 Jahre) Vorkühlung der Milch: minus 40 bis 60 % (Amortisation: 1,5 – 2 Jahre)

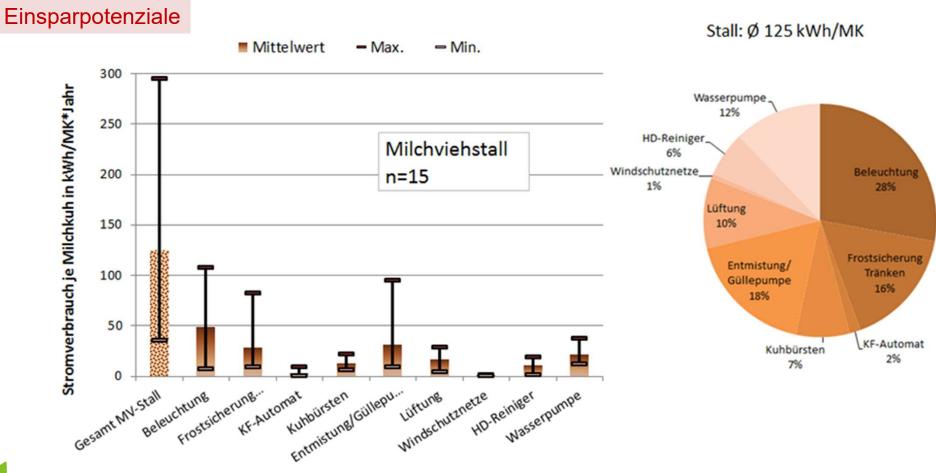
Melkroboter mit elektrischen Antrieben (statt pneumatischen): bis minus 20 %

Josef Neiber, ILT2b 11.2022

AMS: Ø 366 kWh/MK bzw. 4,1 kWh/100 kg Milch

Energieeinsatz in Milchviehbetrieben - Milchviehstall







Beleuchtung: minus 60 bis 80 % (LED: Amortisa

(LED: Amortisation 2-6 Jahre)

Josef Neiber, ILT2b 11.2022

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

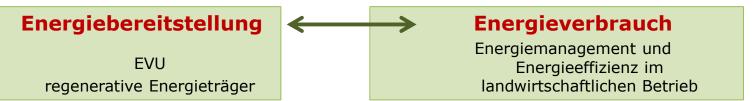
10

Energieeigennutzung – Optimierungsmöglichkeiten



Die Nutzung **eigenerzeugter regenerativer Energien** bietet eine Möglichkeit für den landwirtschaftlichen Betrieb, unabhängiger von steigenden Energiepreisen zu werden und gleichzeitig die Energiekosten zu reduzieren.

Um regenerativ erzeugte Energie bestmöglich in das landwirtschaftliche Lastprofil einzubinden und zu nutzen:



PV: Möglichkeiten zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs

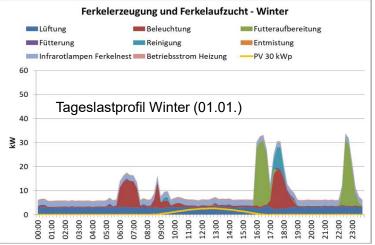
- Lastverschiebung: Anpassung des Stromverbrauchs an die Stromerzeugung
- Ausrichtung der PV-Anlage: Verlängerung der solaren Einstrahlungszeiten (Ost-West)
- **Technische Ausstattung:** Automatisierung (Melk-, Fütterungs-, Entmistungssysteme)
- Auslegung der Anlagengröße an den Energieverbrauch: Grund-, Spitzenlast, Eigenverbrauch
- Speicherung und bedarfsbezogene Nutzung: Batteriespeicher (Blei-Säure, Lithium-Ionen, Salzwasserspeicher, organische Speicher), Eisspeicher in der LW für die Milchkühlung, Solar-Wasserstoff-Systeme als Langzeitspeicher
- Sektorenkopplung + Energiemanagement

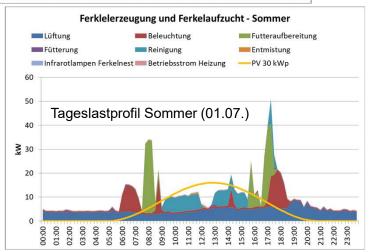


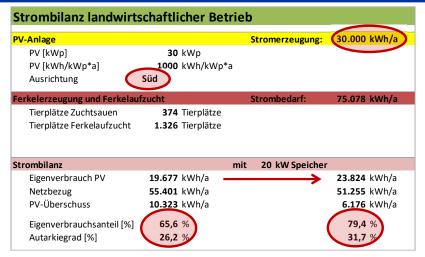
Lastprofile in der Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht

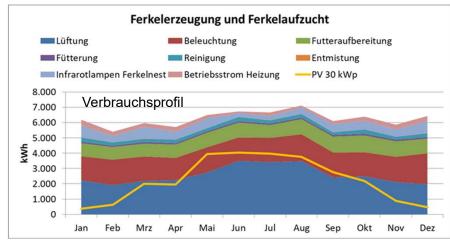


Verbrauchsprofil Ferkelerzeugung (374 ZS) und Ferkelaufzucht (1.326 Ferkelplätze)







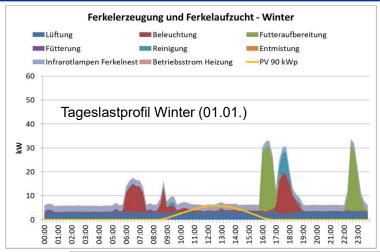




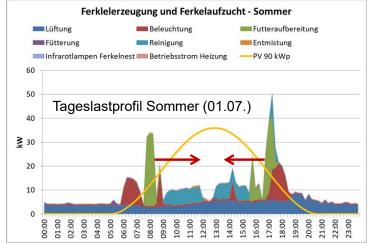
Lastprofile in der Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht

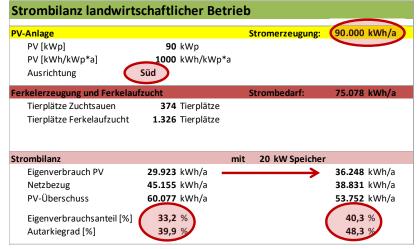


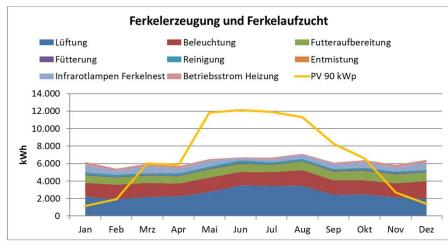
Verbrauchsprofil Ferkelerzeugung (374 ZS) und Ferkelaufzucht (1.326 Ferkelplätze)



Auslegung der Anlagengröße an den Energieverbrauch + Lastverschiebung









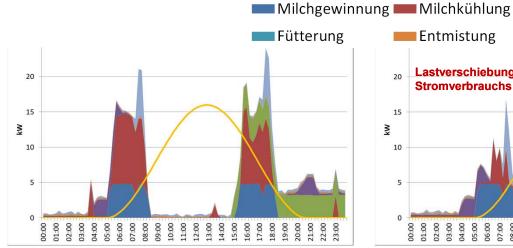
Lastprofile in Milchviehbetrieben – Vergleich

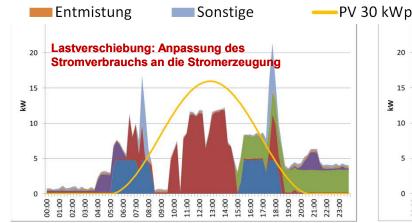


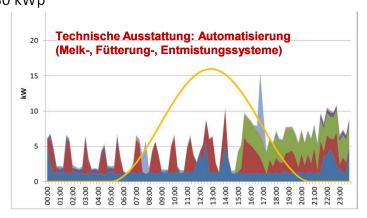
Lastprofile in Milchviehbetrieben mit unterschiedlichen Melksystemen (AMS – FGM) und Kühlanlagen (Direkt- + Eiswasserkühlung mit Speicher)

120 Milchkühe; 8.500 kg Milch/Kuh/a

Solarstromerzeugung der 30 kWp PV-Anlage: 30.000 kWh/a (Süd)







FGM + Direktkühlung

47.160 kWh/a

21,1 % / 34,2 %

FGM + Eiswasserkühlung + Speicher

49.162 kWh/a

AMS + Direktkühlung

Stromverbrauch Milchviehs	tall
---------------------------	------

⊏igei	istroi	IIIIutz	ung		
Batteri	iespeid	cher 20	kWh	Nutzkar	azität

-		•		
Batteriesp	eicher 20	kWh	Nutzkapazität	

Autarkiegrad

33,1 %	13,5 t CO2
53,7 %	9,3 t CO2

58,8 %	8,6 t CO2
77,2 %	4,8 t CO2

20.9 t CO2

Zusatzbelüftung Stallbeleuchtung

49.497 kWh/a	21,1 t CO2
55,3 %	9,5 t CO2
71,3 %	6,1 t CO2

Batteriespeicher 20 kWh Nutzkapazität

34,1 % / 44,7 %

33,5 % / 43,2 %

CO2e: 0,426 t/MWh

20,1 t CO2

Josef Neiber, ILT2b 11.2022

14



PV auf Dachflächen und Stromeigennutzung in der LW im EEG 2023

- Die meisten Regelungen im neuen EEG treten erst zum 1. Januar 2023 in Kraft oder nach der Freigabe der EU-Kommission.
- Für neue Anlagen, die ab 1. Januar 2023 in Betrieb gehen, wird die technische Vorgabe abgeschafft, dass nur höchstens 70 Prozent der PV-Nennleistung in das öffentliche Netz eingespeist werden dürfen.
- Anlagen mit Eigenversorgung bekommen jetzt höhere Vergütungssätze als feste Einspeisevergütung: Anlagen bis 10 kWp erhalten 8,2 Cent pro kWh. Ist die Anlage größer, erhält der Anlagenteil ab 10 kWp 7,1, ab 40 bis 100 kWp 5,8 Cent pro kWp (Überschusseinspeisung).
- Anlagen mit Volleinspeisung erhalten einen noch höheren Vergütungssatz. Als feste Einspeisevergütung erhalten Anlagen bis 10 kWp 13,0 Cent pro kWh. Ist die Anlage größer, erhält der Anlagenteil ab 10 bis 100 kWp 10,9 Cent pro kWh. Wahlmöglichkeit Direktvermarktung + 0,4 Cent pro kWh, bis 300 kWp 9,4 Cent, bis 750 kWp 6,2 Cent pro kWh.
- **Achtung:** Die neuen, höheren Vergütungssätze sind laut Gesetz seit dem 30. Juli 2022 gültig. Sie können aber erst ausgezahlt werden, wenn auch die EU-Kommission diese freigegeben hat.
- Die Vergütungssätze bleiben in den Jahren 2022 und 2023 konstant. 1% Degression ab 02/2024 1/2jährig
- Mit den Neuregelungen ist auch die gleichzeitige Inbetriebnahme einer Eigenverbrauchs- und einer Volleinspeise-Anlage auf demselben Gebäude möglich. So kann eine Anlage auf einen hohen Eigenverbrauch ausgelegt werden und mit einer zweiten Anlage trotzdem das volle Potenzial der Dachflächen genutzt werden. Beide Anlagen müssen jedoch technisch getrennt sein.
- Für ausgeförderte Anlagen gibt es eine verringerte Einspeisevergütung (Abzugsbetrag für das Jahr 2022 = 0,184 Cent/kWh), die bis Ende 2027 befristet ist.

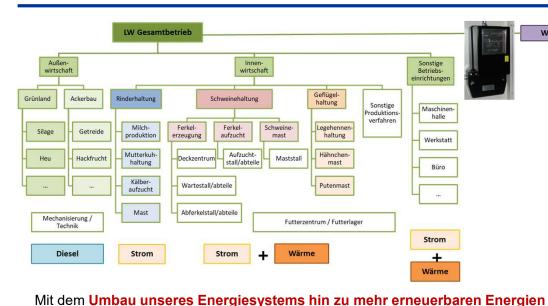


Smart Meter Roll-Out

miteinander verknüpft und kommunizieren digital.

Installation bei Erzeugern > 7 kW (PV, ...)

Energiewende (GDEW) (PDF, 264 KB) beschlossen.



steigen die Anforderungen an einen sicheren und effizienten Netzbetrieb. In Zukunft werden Stromerzeuger und -verbraucher über ein intelligentes Netz (Smart Grid)

Die Verpflichtung zum Einbau intelligenter Messsysteme gilt zunächst für Verbraucher mit einem

Jahresstromverbrauch ab 6.000 bis 100.000 kWh, also verbrauchsstarke Haushalte und Unternehmen.

Dazu hat der Bundestag im August 2016 das Gesetz zur Digitalisierung der

Differenziertes Erfassen - Auswerten -Ableitung von sinnvollen Handlungen

https://www.bsi.bund.de/DE /Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standardsund-Zertifizierung/Smartmetering/Smart-Meter-Gateway/Zertifikate24Msbg

Wohnhaus

Intelligentes Messsystem ("Smart Meter") = moderne Messeinrichtung ("digitaler Stromzähler") + Smart-Meter-Gateway ("Kommunikationseinheit")

Die erforderlichen drei SMGW (Smartmeter-Gateway) sind durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zertifiziert (mit Wirkung zum 24.02.2020)

Mindestanforderungen an iMSys (intelligente Messysteme) sind in § 21 MsbG definiert

Messwerterhebung, -übermittlung, -verarbeitung,

Dienstleistungen:

Verbrauchsverhaltensvisualisierung, ...

- Lastganganalyse
 - Eigenverbrauchsoptimierung
 - Spitzenlastmanagement

Intelligente Messsysteme ermöglichen, die Energieerzeugung und -verbrauch aufeinander abzustimmen!



Blick in die Zukunft: Elektrifizierung + Autonome Maschinen



Neben stationären Batteriespeichern, stehen durch die zunehmende Elektrifizierung von Arbeits- und Antriebsmaschinen vermehrt auch mobile Speicher auf den Betrieben zur Verfügung, die in einem gewissen Rahmen zeitlich flexibel aufgeladen werden können.







Agrarroboter Farmdroid FD 20 beim säen von Zuckerrüben







Agrarroboter Oz beim hacken von Zuckerrüben zwischen den Reihen

https://www.lfl.bayern.de/ilt/digital isierung/index.php

Val. Diesel:

CO2-Emissionen und Verbrauchskosten -> F4

Blick in die Zukunft: PV-Anlagen



Viele innovative Ideen:

- PV-Überdachung von Autobahnen, Parkplätze, allg. versiegelte Flächen
- PV-Module als Bodenbelag für Fahrbahn, Radwege, Parkplätze
- Floating-PV auf Seen
- Agrar-Photovoltaik: Hybridnutzung landwirtschaftlicher Flächen

Vertikaler Aufbau: bifaziale Module

- Modulflächen in Ost-West-Ausrichtung
- Hoher Ertrag in Abend- und Morgenstunden
- Minimaler Flächenverlust

Obst-/Beerenobstbau:

 Schutz vor zu viel Sonne, Austrocknung, Hagel und Starkregen Aufgeständert und getrackt:

 teilweiser Schutz der Pflanzen, maschinelle Bearbeitung möglich Rangevoltaik:

- Schutz vor Greifvögeln
- Reduzierung der Tierverluste
- Hitzeschutz unter den Solarmodulen

Landwirtschaftliche Nutzung muss weiterhin im Vordergrund stehen!

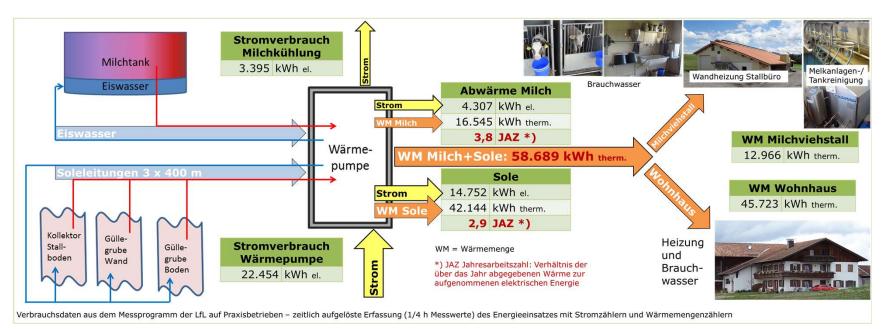
EEG 2021 bietet im Rahmen der Innovationsausschreibung für "Besondere PV-Anlagen" ein Ausschreibevolumen in 2022 von mit 150 MW für Agri-PV, Floating PV und PV-Carports



Blick in die Zukunft: Sektorenkopplung

Milchabwärme + Sole-Wasser Wärmepumpe

Produktion von Eiswasser zur Abkühlung der Milch, sowie der Erhitzung von Brauch- und Heizwasser für Stall und Wohngebäude



Technische Anlagen und Verfahren wie die Eiswasserproduktion für die Milchkühlung oder die

Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen

(Sektorenkopplung) bieten weitere Möglichkeiten die selbst produzierte Energie vermehrt zu nutzen.





Blick in die Zukunft: Vernetzte Energiesysteme

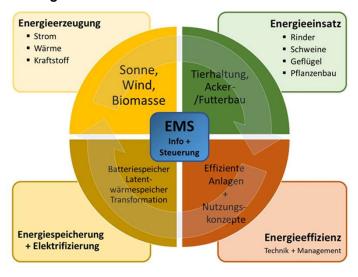
Energiemanagement

Einflussfaktoren im landwirtschaftlichen Betrieb:

- Energieerzeugung
 - -> Welche Energieträger stehen zur Verfügung bzw. werden benötigt?
- Energieeinsatz
 - -> Wie ist der Betrieb strukturiert (Produktionsverfahren)? Wie hoch ist der Energiebedarf?
- Energieeffizienz
 - -> Welche Energieeinsparmaßnahmen können sinnvoll umgesetzt werden?
- Energiespeicherung und Elektrifizierung
 - ->Welche Speichermöglichkeiten und Automatisierungsprozesse können in den Betrieb integriert werden?



Energieströme im landwirtschaftlichen Betrieb



Erfassung und Visualisierung der Energieflüsse mit EMS

Staatsgut Almesbach



Energieerzeugung

PV1:

Gebäude 13 (15,6 kWp), Gebäude 14 (9,1 kWp), Gebäude 11 (17,68 kWp)

PV2:

Gebäude 8 (5,2 kWp) mit Lithiumspeicher 5 KW, 90% nutzbar **PV3:**

Gebäude 8 (52 kWp) mit Bleispeicher 31 KW, 50% nutzbar

Energieeinsatz

Milchvieh-, Trockensteher-, Kälberstall: 120 Milchkühe (70 FGM, 50 AMS)

Verwaltungs-, Werkstatt-, Betriebseinrichtungen; Schule + Internat inkl. Kantine



Energiekonzept Almesbach

Forschungsprojekt: Messung, Analyse und Visualisierung des Energiekonzepts am LVFZ Almesbach

Vernetzte Energiesysteme

Energiemanagementsystem KBR – Staatsgut Almesbach

Energiebilanz

Energieerzeugung

PV + BGA

Energieverbrauch

Liegenschaft Almesbach

Diagramm

Tagesansicht Roh-/ 1/4 Stundenwerte

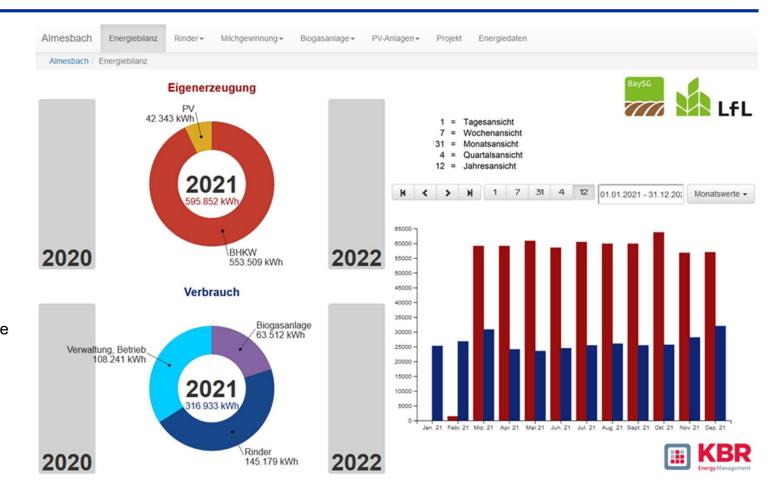
Wochenansicht Stundenwerte

Monatsansicht Tageswerte

Quartalsansicht Wochenwerte

Jahresansicht Monatswerte

Jahreswerte

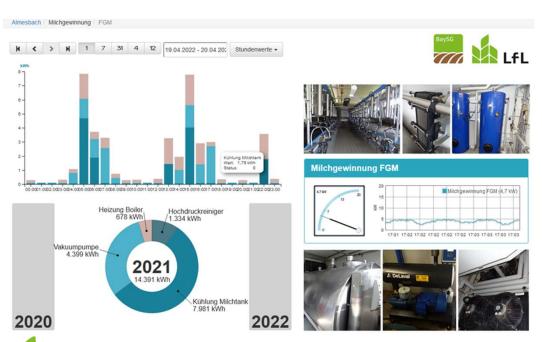




Milchgewinnung

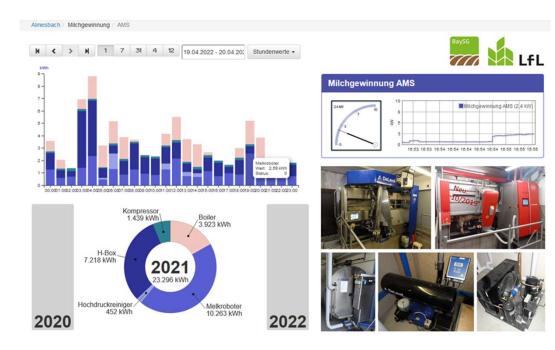
Melkstand

Vakuumpumpe, Kühlung, WW, HDR, ...



Melkroboter

Melkroboter (inkl. Vakuumpumpe), Kühlung, WW, Kompressor, HDR, ...

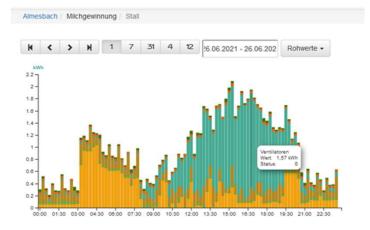




Milchviehstall

Sommer

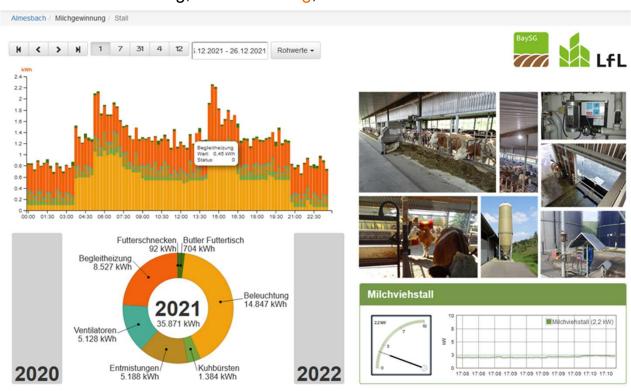
Beleuchtung, Ventilatoren, ...



Futterräumer Kraftfutterautomat Kuhbürsten Entmistung, ...

Winter

Beleuchtung, Frostsicherung, ...





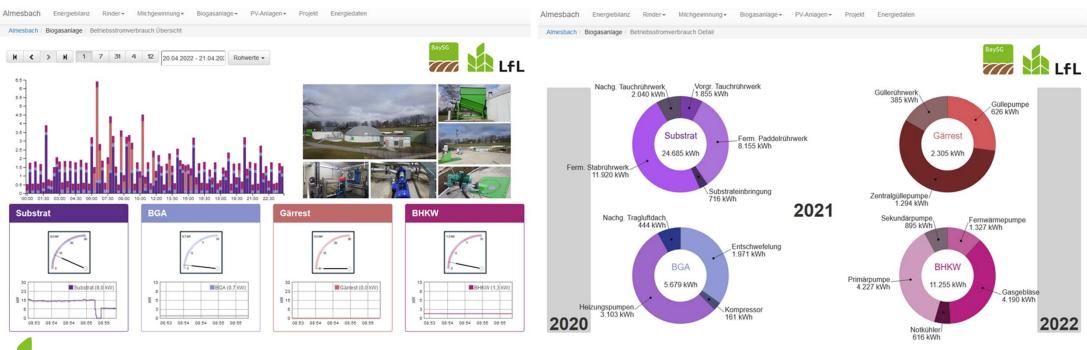
Biogasanlage - Erzeugung und Verbrauch

Betriebsstromverbrauch Übersicht

Substrat, Biogasanlage, Gärrest, Blockheizkraftwerk

Betriebsstromverbrauch Detail

z. B. Rührwerke, Pumpen, Gebläse, ...





Photovoltaik + Batteriespeicher

Solarstromerzeugung

PV 1 - 42,4 kWp

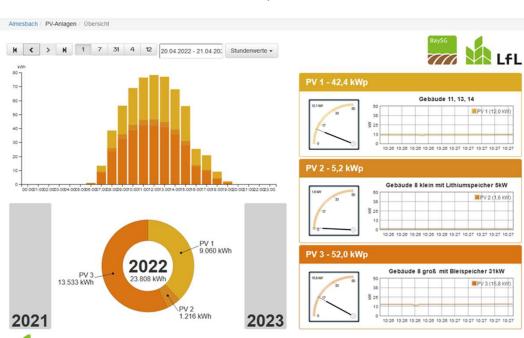
PV 2 - 5,2 kWp

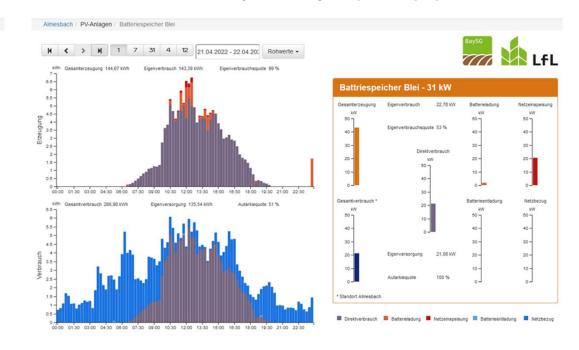
PV 3 - 52,0 kWp

Speicherung

PV 3 + Blei-Säure Speicher - 31 kW

Erzeugung: Direktverbrauch – Batterieladung – Netzeinspeisung → Eigenverbrauch/-quote Verbrauch: Direktverbrauch – Batterieentladung – Netzbezug → Eigenversorgung/Autarkie







Notstromversorgung

Tipps für Funktionssicherheit + Routine

- Stationäre Aggregate: alle 4 6 Wochen den Melkstand bzw. AMS über Notstrom laufen lassen; bei zapfwellenbetriebenen Generatoren ist das nicht unbedingt nötig
- Lüftungsanlagen, Melkroboter frequenzgeregelte Aggregat USV
- Größe/Leistung: Abdeckung der wichtigen Verbraucher + Puffer von 25 %
 Anlaufspitzen (bei 60 MK min. 35 kW; 120 MK min. 50 kW)
- Dieselvorrat (200 500 l)

Aktuelle Marktlage:

- Hohe Nachfrage
- Preissteigerung um 15%
- Lange Lieferzeiten (3 9 Monate)





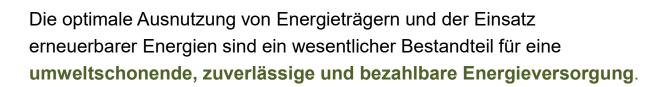
Fazit

Gesamtbetriebliche Erfassung der Daten- und Energieflüsse

- Überblick über den Energieeinsatz
- Grundlage für die Entwicklung von Ansätzen zur Energieeinsparung
- Steuerung von Energiebereitstellung und Energieverteilung

Vernetzte Energiesysteme sind essentielle Bestandteile für

- intelligente Energieverteilung auf betriebs- / kommunaler Ebene
- bestmögliche Integration erneuerbarer Energien
 - → zunehmende Automatisierung und Elektrifizierung von Maschinen und Anlagen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Josef Neiber

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)
Arbeitsbereich: Umwelttechnik in der Landnutzung
Energiemanagement Landwirtschaft

Vöttinger Straße 36 85354 Freising Telefon 08161/8640-3930 josef.neiber@lfl.bayern.de www.lfl.bayern.de