

Energiemanagement in der Landwirtschaft

Josef Neiber, Institut für Landtechnik
Energieeffizienz und Energiemanagement

„ForschungsLand Bayern – Hier wächst Wissen“ am 13.11.2026, München

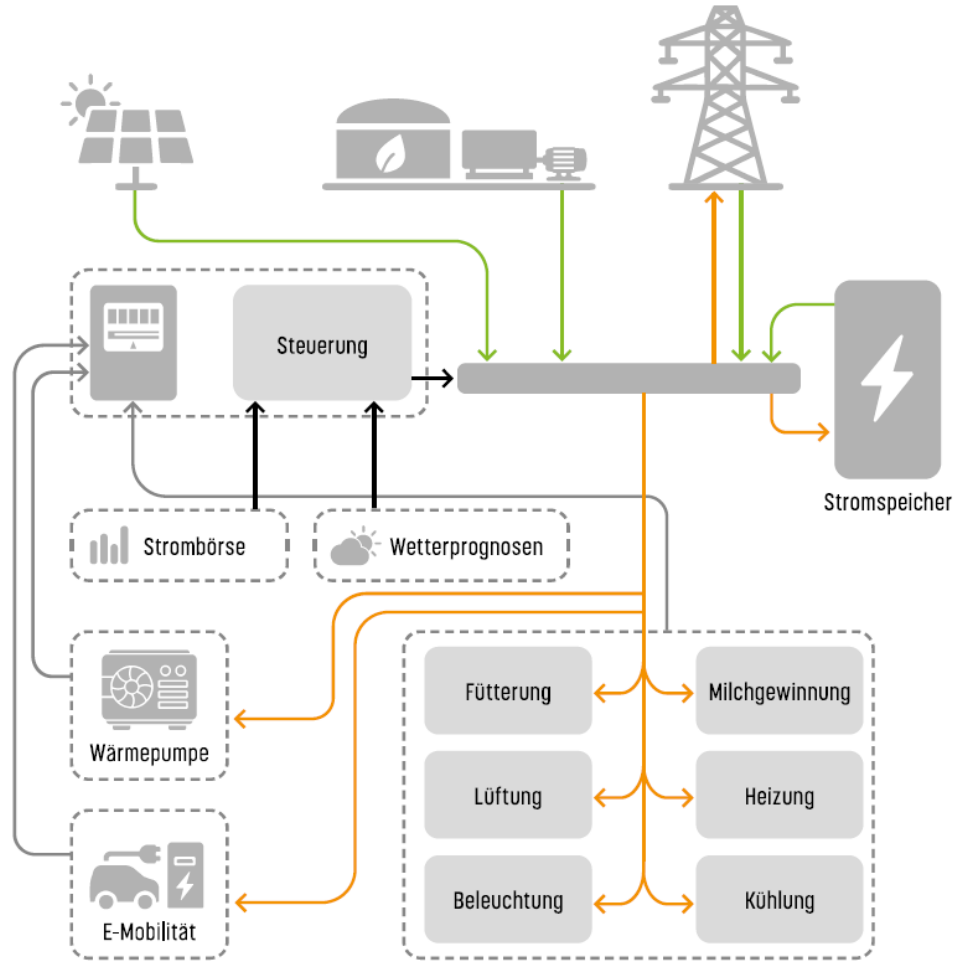
Agenda

01 Energiemanagementsysteme (EnMS) - Grundlagen

02 Forschung zu Energieeffizienz und Energiemanagement an der LfL

03 **Praxisnahe Bewertung und aktuelle Herausforderungen**
Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt „Optimierung der Energieeigennutzung auf landwirtschaftlichen Betrieben“

04 Fazit und Ausblick



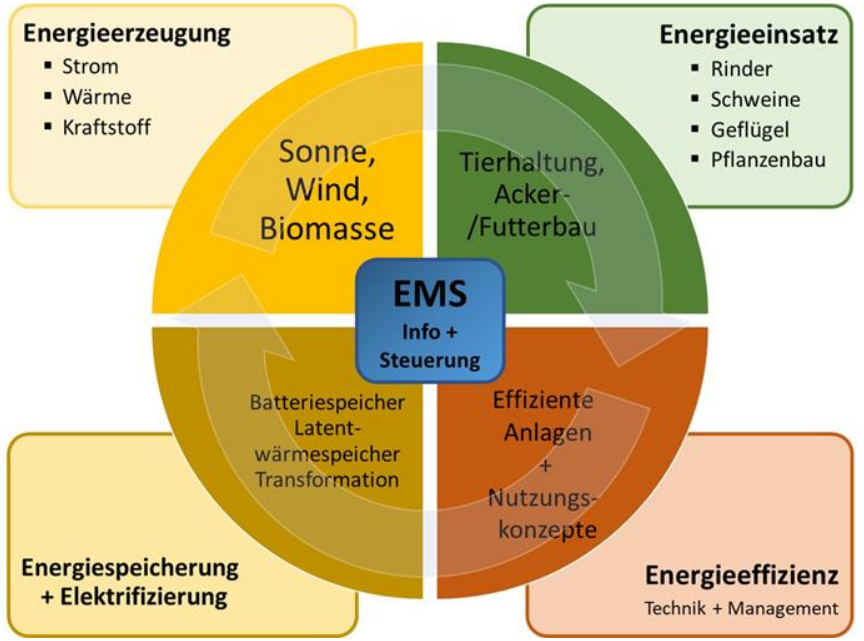
Zukunft KI
Komplexe Energieflüsse im landwirtschaftlichen Betrieb müssen erfasst und intelligent gesteuert werden.

Quelle: LfL-Magazin 2025 – Klimafreundlich und rentabel (land-)wirtschaften

01 Energiemanagement/-system (EnMS) - Grundlagen

Energiemanagement

- Kombination aller Maßnahmen, die bei einer geforderten Leistung einen **minimalen Energieeinsatz** sicherstellen
- Bezug auf Strukturen, Prozesse und Systeme sowie auf menschliche Verhaltensweisen und -änderungen



Energiemanagementsystem (Hard- und Software)

Smart-Metering (intelligente Zähler) + Smart-Grid (intelligentes Stromnetz)

- Systematische Erfassung und Kommunikation der Energieströme, Einbindung von Speichersystemen, …
- Visualisierung aktueller und historischer Energiedaten, Erstellung von Reports, Berichten, …
- Automatische Steuerung von Einrichtungen und Apparaten (Verbrauchern) zur Verbesserung der Energieeffizienz

Integration der verschiedenen Energieverbraucher
in das EnMS und Vernetzung mit der Energieerzeugung

LfL

02 Forschung zu Energieeffizienz und Energiemanagement an der LfL



2021-2024 vESys
„Optimierung der Energieeigennutzung mit vernetzten Energiesystemen auf landwirtschaftlichen Betrieben“

2025-2027 ESolOptA
„Systemische Analyse und praktische Anwendung zur optimierten Einbindung von Solarstrom in betriebliche Lastprofile mit hohem Automatisierungsgrad“

Problemstellung

- kontinuierlich, bzw. wieder **steigende Energiepreise**
- steigender Energiebedarf in den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren **(Mechanisierung, Automatisierung, aktuelle und neue technische Verfahren)**
- zunehmend mehr ausgeförderte PV-Anlagen (EEG) (2026: 2,9 GW, 2027 bis 2029: 20 GW) → **Vermarktung zu Jahresmarktwert Solar** (2024: 2,816 ct/kWh 2025: 4,508 ct/kWh)
- Markt für EnMS mit direktem Bezug zur Landwirtschaft überschaubar

Forschungsfragen

1. Wie hoch sind **technischer, finanzieller und personeller Aufwand?**
2. Wie hoch ist die **Praxistauglichkeit der EnMS für die Landwirtschaft?**
3. Kann die **Steuerung flexibler Verbraucher die Eigenstromnutzung wirtschaftlich relevant erhöhen?**

03 Grundlagen und Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt

Projektziel	**Optimierung der Einbindung eigenerzeugter Energieträger insbesondere PV- Anlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben mit Energiemanagementsystemen**
Umsetzung	**→ Auswahl, Installation und Bewertung geeigneter Energiemanagementsysteme**



Ziele der Nutzung eines EnMS

Monitoring

Optimierung der Eigenenergienutzung

Kappung von Lastspitzen

Praxisbetriebe Betriebsdaten

Rinderhaltung → Schweinehaltung → Milchvieh

Betrieb	PB FA	PB MS	PB ZS MS	PB MV 1	PB MV 2	PB MV 3	PB MV 4
Betriebsdaten							
Kapazität/Plätze	200 Plätze Fresseraufzucht	1.220 Mastschweine	300 Zuchtsauen, 7.000 Babyferkel, 960 Mastschweine	150 Milchkühe	46 Milchkühe	60 Milchkühe	100 Milchkühe, 80 Nachzuchtkalbinnen, 70 Mastbullen
Anbau/Fläche	187 ha Acker, 3 ha Grünland	94 ha Futterbau	130 ha Futterbau	80 ha Ackerbau, 60 ha Grünland	Grünland 60 ha	35 ha Grünland, 31 ha Alpfläche, 1,5 ha VNP-Fläche	19,7 ha Grünland
Betriebsgröße	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ●	● ●	● ● ●
Elektrifizierung							
Mobile / Stationäre Anlagen	el. Futtermischwagen		Insektenhalle geplant	el. schienengeführtes Fütterungssystem (AFS)	Milch/Sole - Wärmepumpe, Nahwärmeleitung zum Wohngebäude	el. Futtermischwagen	el. Futtermischwagen

LfL

Praxisbetriebe Betriebsdaten

Rinderhaltung → Schweinehaltung → Milchvieh

Betrieb	PB FA	PB MS	PB ZS MS	PB MV 1	PB MV 2	PB MV 3	PB MV 4

Energiedaten

Betrieb >	PB FA	PB MS	PB MS ZS	PB MV 1	PB MV 2	PB MV 3	PB MV 4
PV-Anl. Eigenverbrauch	14 kWp Eigenverbrauch	44 kWp Eigenverbrauch	70 kWp Eigenverbrauch	nicht vorhanden → 35 kWp Eigenverbrauch	42 kWp Eigenverbrauch	nicht vorhanden → 28 kWp Eigenverbrauch	35 kWp Eigenverbrauch
PV-Anl. Direkteinspeisúng	140 kWp Direkteinspeisung	80 kWp Direkteinspeisung	175 kWp Direkteinspeisung	191 kWp Direkteinspeisung	175 kWp Direkteinspeisung	70 kWp Direkteinspeisung	65 kWp Direkteinspeisung
Speicher/Leistung	geplant	**58 kWh**	geplant → Problematik der Abregelung	geplant → umgesetzt	geplant → umgesetzt	geplant	geplant → umgesetzt
Notstrom-unterstützung	nein	**ja (temporär bis 1 h)**	nein	nein	nein	nein	nein
EMS / Visualisierung	Smart Home / eingeschränkt konfigurierbar	Energiemanagement-Softwareentwicklung / Baukastensystem	Elektronik + Automatisierungstechnik mit Visualisierungssoftware	Prozessleit- und Fernwirktechnik / Baukastensystem	Messdatenerfassung, Datenlogger mit Visualisierungssoftware	Elektronik + Automatisierungstechnik Open source	Farm-Management-System mit Visualisierungssoftware

LfL

Ergebnisse Bewertung EnMS

Kriterium	PB FA 200 TP	PB MS 1.220 MP	PB ZS MS 300 ZS	PB MV 1 150 MK	PB MV 2 46 MK	PB MV 3 60 MK	PB MV 4 100 MK
Kompatibilität	++	++	+	+	+	++	++
Steuerung	+	+*	+	+	++	+*	+
Anwenderfreundlichkeit	++	0	0	0	0	+	+
Auswertungen	+	++	+	+	+	+	0
Visualisierung	+	+	+	+	+	++	0
Report	+	+	++	++	+	+*	+
Robustheit	0	+	n.b.	+	+	+	+
Kundenservice	+	0	0	++	+	n.b.	0
Sicherheit	+	++	+	++	++	+	+
Wirtschaftlichkeit	-	--	n.b.	0	-	-	-

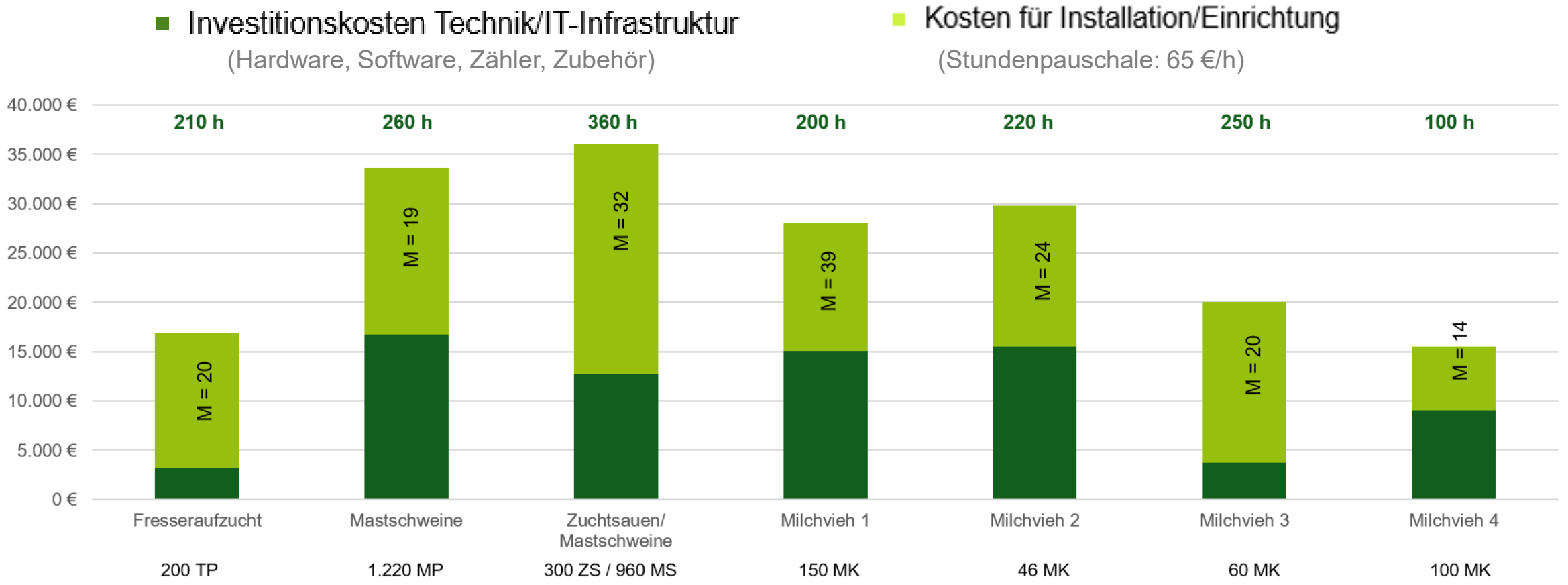
Erläuterung

--	ungenügend
-	ausreichend
0	befriedigend
+	gut
++	sehr gut

n.b.	Nicht bewertet
*	Mit Erweiterung möglich

LfL

Investitionsbedarf: Technikkosten sowie Installations- und Einrichtungsaufwand



→ Der Arbeitsaufwand ist nicht allein von der Zahl der Messstellen abhängig. Insbesondere Zugänglichkeit, Betriebsstruktur, Schnittstellen, die Beschaffenheit der vorhandenen Elektrik und notwendige Anpassungen beeinflussen den Aufwand.

Praxisbetrieb Milchvieh 02 Fallstudie:
PV-Überschuss steuert Wärmepumpe für Eiswasseraufbereitung



Betrieb

- Milchviehbetrieb mit Nachzucht, Heumilcherzeugung
- 46 Milchkühe, 1x 6 Fischgrätenmelkstand
- PV-Eigenverbrauchsanlage: 42 kWp
- Heutrocknung und Sole-Wasser-Wärmepumpe

Regelstrategie Wärmepumpe

- ➢ Relais-Schaltung der Wärmepumpe ab Mai 2025
- ➢ PV-Überschuss für Eisaufbau nutzen
- ➢ Grenzwerte / Betriebssicherheit vorrangig

Datengrundlage

- 24 Messstellen, Erfassung: 15-Minuten-Werte, Live-Werte
- Strom, Wärme, Temperaturen
- Fokus auf PV, Netz, WP, Milchkühlung

Nr.		Nr.	
1.	**Bezug/Einspeisung**		
	Verbraucher Stall	15.	Zisterne
2.	Gesamtverbrauch	16.	Kraftfutter
3.	Spaltenroboter		
4.	Tor Süd/Steckdose Süd		**Wärmepumpe**
5.	Tor Nord	17.	WP Sole elektr.
6.	Abkalbebucht	18.	WP Eiswasser elektr.
7.	Licht Stall	19.	WP Sole therm.
8.	Melktechnik	20.	WP Eiswasser therm.
9.	Vakuumpumpe	21.	WMZ Stall
10.	Kuhbürste		
11.	Hubfenster Stall		**Temperaturen**
12.	Milchtank	22.	Außentemperatur
13.	Milchpumpe	23.	Temperatur Stall
14.	BWAC	24.	Temperatur Melkstand



Kapitalkosten EnMS pro Jahr

Abschreibung: 10 % (AK), Zinssatz: 4% (1/2 AK), Wartung 4% (AK)

→ Gesamtkosten ohne Installation ca. 2.400 €/Jahr
→ Gesamtkosten mit Installation ca. 4.800 €/Jahr

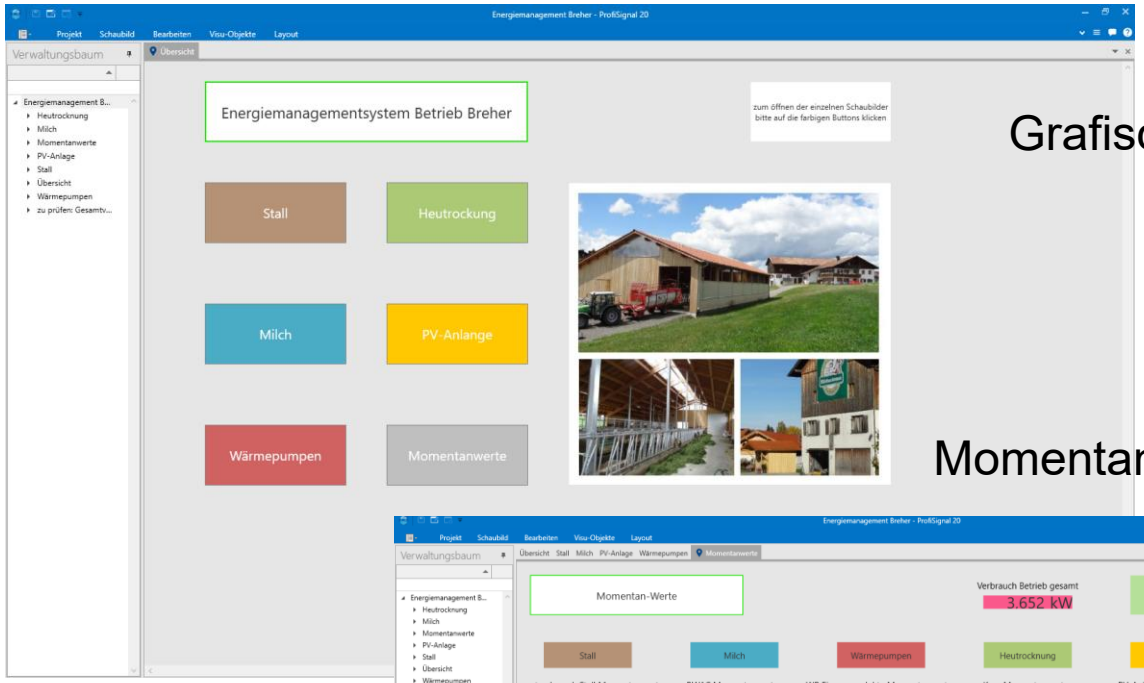
Effekt der Wärmepumpensteuerung:

- **1.600** kWh PV-Eigenenergien im Jahr 2025 genutzt
- **3.700** kWh Wärme wurden produziert

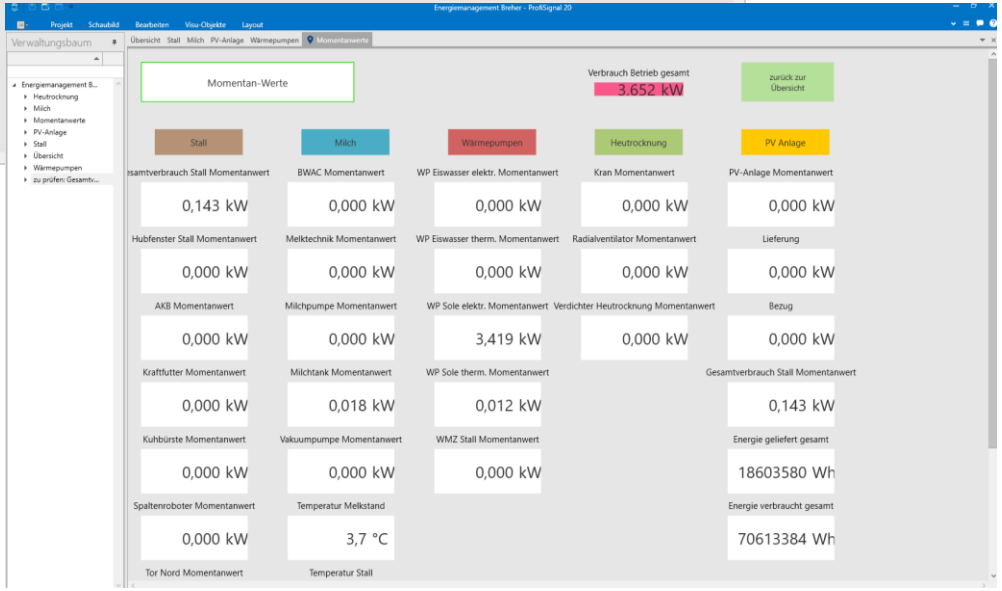
→ entsprechen ca. 600 €/Jahr

LfL

Praxisbetrieb Milchvieh 02 Fallstudie:
Visualisierung: Grafisches Dashboard – Darstellung von Verbrauchern und Lastprofilen

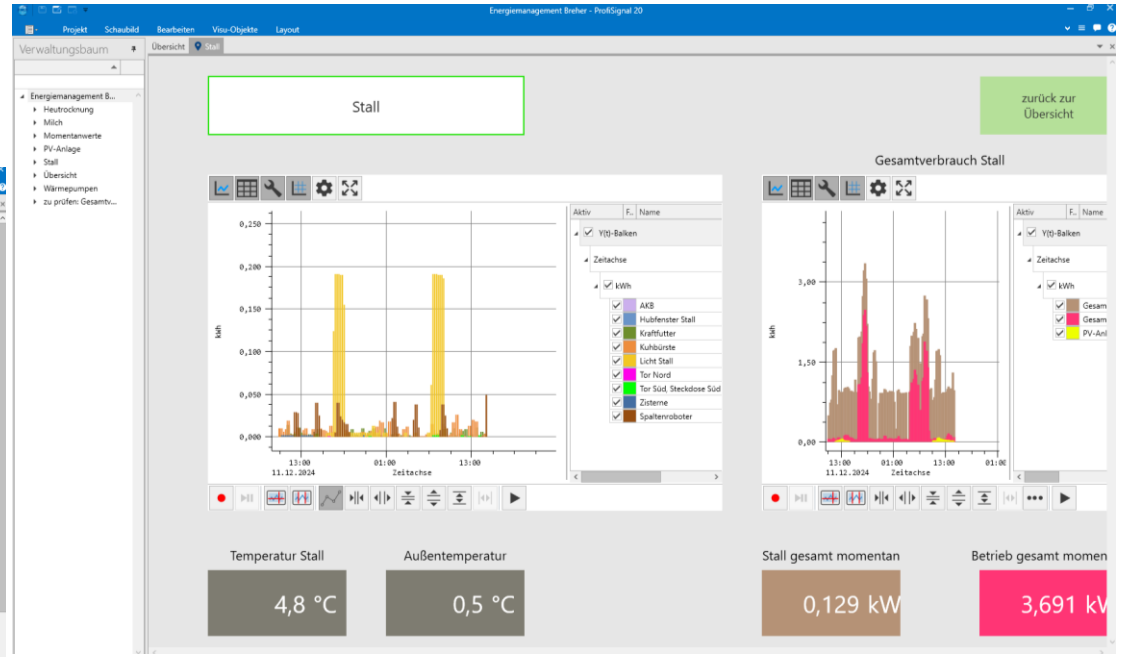


Grafisches Dashboard



Momentanwerte

Darstellung von Verbrauchern und Lastprofilen



Saisonale Potentiale: Energieflüsse und PV-Eigenverbrauch

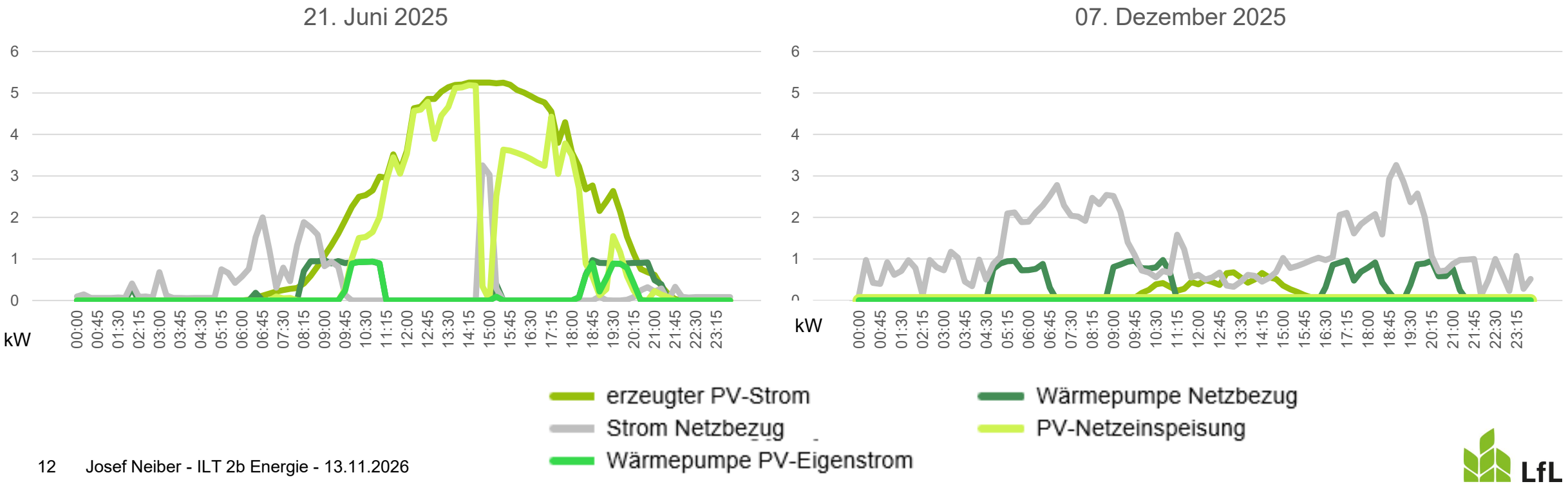
Sommertag und Wintertag Praxisbetrieb Milchvieh 02

Sommertag, 21.06.2025, 00.00 – 24.00 Uhr

- hohe PV-Erzeugung
- deutliche Mittagsüberschüsse
- Wärmepumpen-Betrieb teils gut im Photovoltaik-Fenster
- höheres Potenzial für Eigenstromnutzung

Wintertag, 07.12.2025, 00.00 – 24.00 Uhr

- PV schwacher Wintertag
- geringe PV-Leistung
- nur begrenzte Überlappung mit Wärmepumpen-Betrieb
- höherer Netzbezug



04 Schlussfolgerungen - aktuelle Forschung und Ausblick

- EnMS schaffen Transparenz über Energieflüsse
- Steuerung flexibler Verbraucher technisch möglich
- Unterschiede bei Kosten, Schnittstellen, Nutzbarkeit
- unter den untersuchten Bedingungen keine Amortisation

EnMS gut für Visualisierung der Energieflüsse geeignet
wirtschaftliche Amortisation im aktuellen Untersuchungsdesign noch nicht gegeben

aktuelles Forschungsprojekt: Projekt ESolOptA

- stärker elektrifizierte Betriebe im Fokus
- Speicher, dynamische Tarife, neue Flexibilitäten
- weitere Prüfung der Wirtschaftlichkeit
- offene Fragen aus vESys werden weiterbearbeitet



Entscheidend

✓ hoch elektrifizierte Betriebe mit dynamischen Lastprofilen und stationären sowie mobilen Speichern zur Eigenstromoptimierung

Chancen und Herausforderungen

Ab dem 1. Januar 2026 entfallen durch eine Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) die Netzentgelte und die Stromsteuer auf Strommengen, die bidirektional (Vehicle-to-Grid) aus Elektroautos zurück ins Netz eingespeist werden.

Elektrifizierung in der Landwirtschaft - Bidirektionales Laden



Elektrische Hoftrucks und Futtermischwagen, …
e-Traktoren (Fendt, Case, Rigitrac, Knegt, New Holland, …) – Prototypen (Tadus, ONOX, …)

Resilienz der Energieversorgung auf landwirtschaftlichen Betrieben

Batteriesysteme können die Notstromversorgung temporär unterstützen und eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) gewährleisten.







EnMS mit AI – Optimierte Nutzung dynamischer Stromtarife durch die Einbindung von Börsenpreisen und Wetterdaten



Herausforderungen: Konnektivität und Kompatibilität der Systemkomponenten (EnMS – stationäre und mobile Speicher, Steuerung der Verbraucher, Wallboxen, …)

Vielen Dank für Ihre Zeit



Josef Neiber

Energieeffizienz und Energiemanagement

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Landtechnik (ILT)

Vöttinger Strasse 36, 85354 Freising

Telefon +49 8161 8640-3930

Josef.Neiber@lfl.bayern.de

Durch die Kombination von **technischen Innovationen**, der Integration **regenerativer Energieträger** und **intelligenten Systemen** können Landwirte nicht nur ihre Betriebskosten senken, sondern auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

#vESys

#ESolOptA

Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus

FORSCHUNGS LAND BAYERN
HIER WÄCHST WISSEN

LfL
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Vöttinger Straße 38
85354 Freising

Tel.: 08161 8640-5000
E-Mail: poststelle@LfL.bayern.de