

Strombedarf und Eigenstromversorgung in der Nutztierhaltung

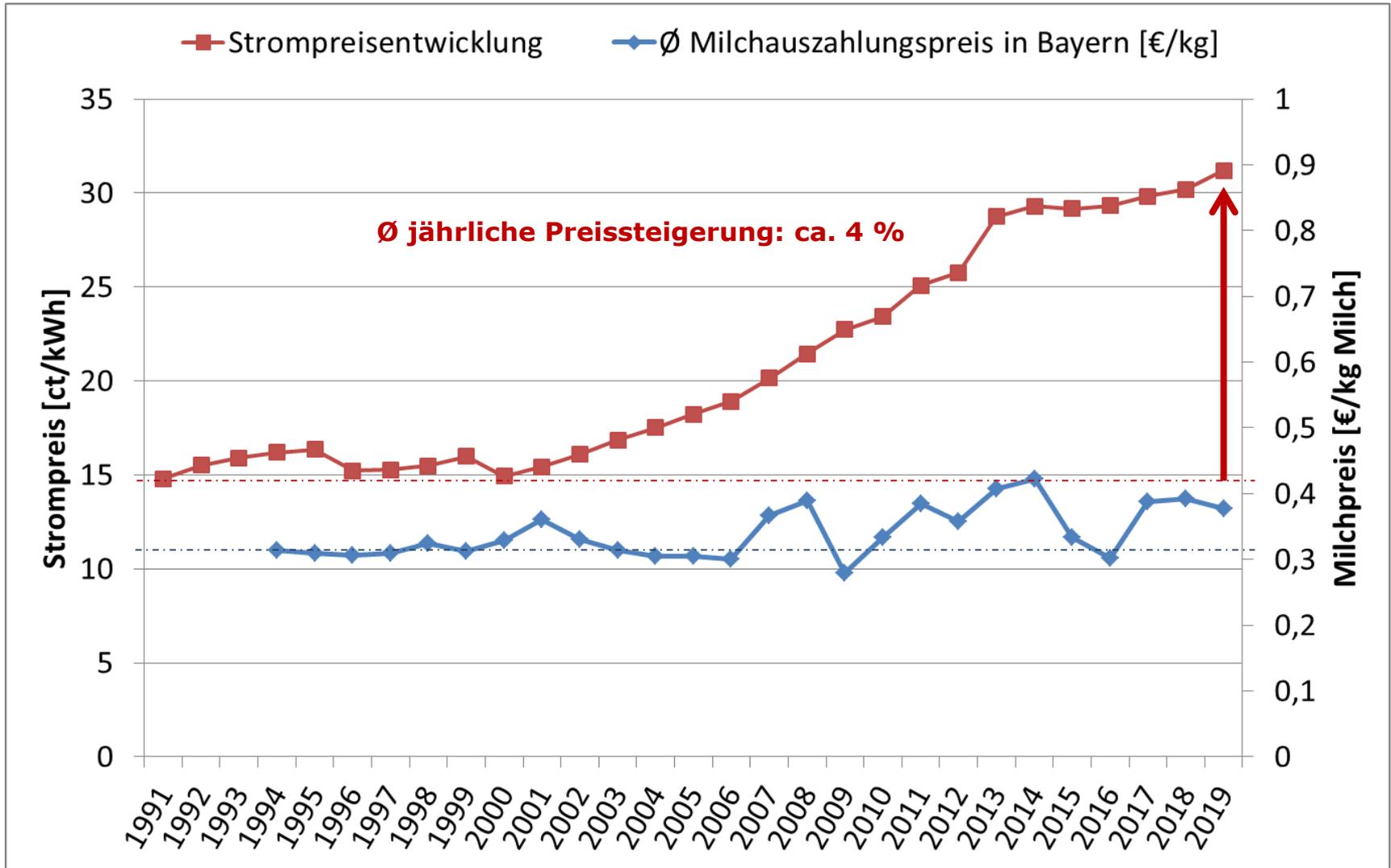
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Arbeitsbereich: Umwelttechnik in der Landnutzung

Arbeitsgruppe: Emissionen und Immissionsschutz

Josef Neiber
KTBL-Fachtagung 2020 im John Deere Forum in Mannheim, 02.03.2020

Energie- und Erzeugerpreisentwicklungen: Strompreis - Milchpreis

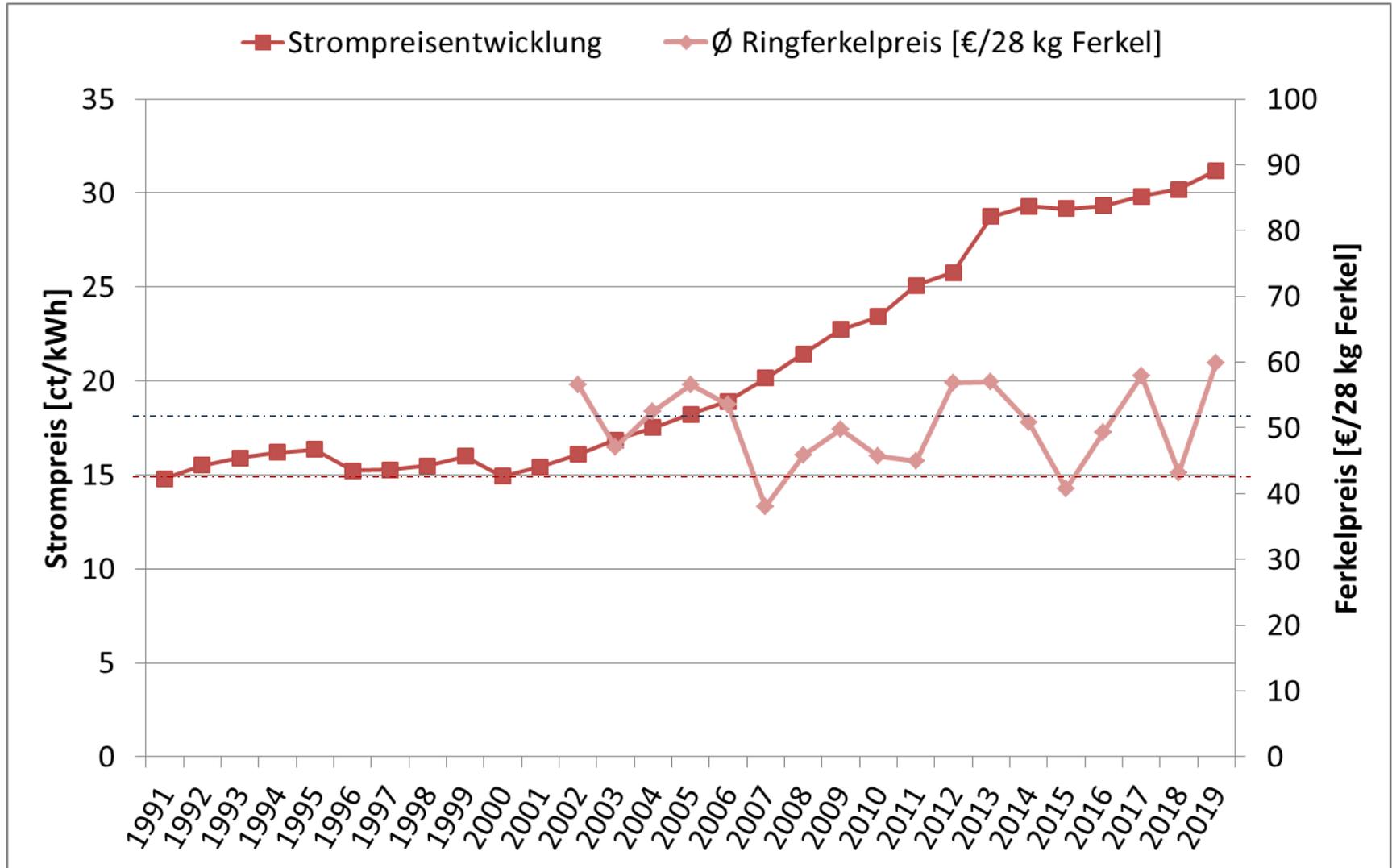


Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, CARMEN e.V., LfL-Preisdateien

Neiber ILT2b 03.2020 06

2

Energie- und Erzeugerpreisentwicklungen: Strompreis - Ferkelpreis

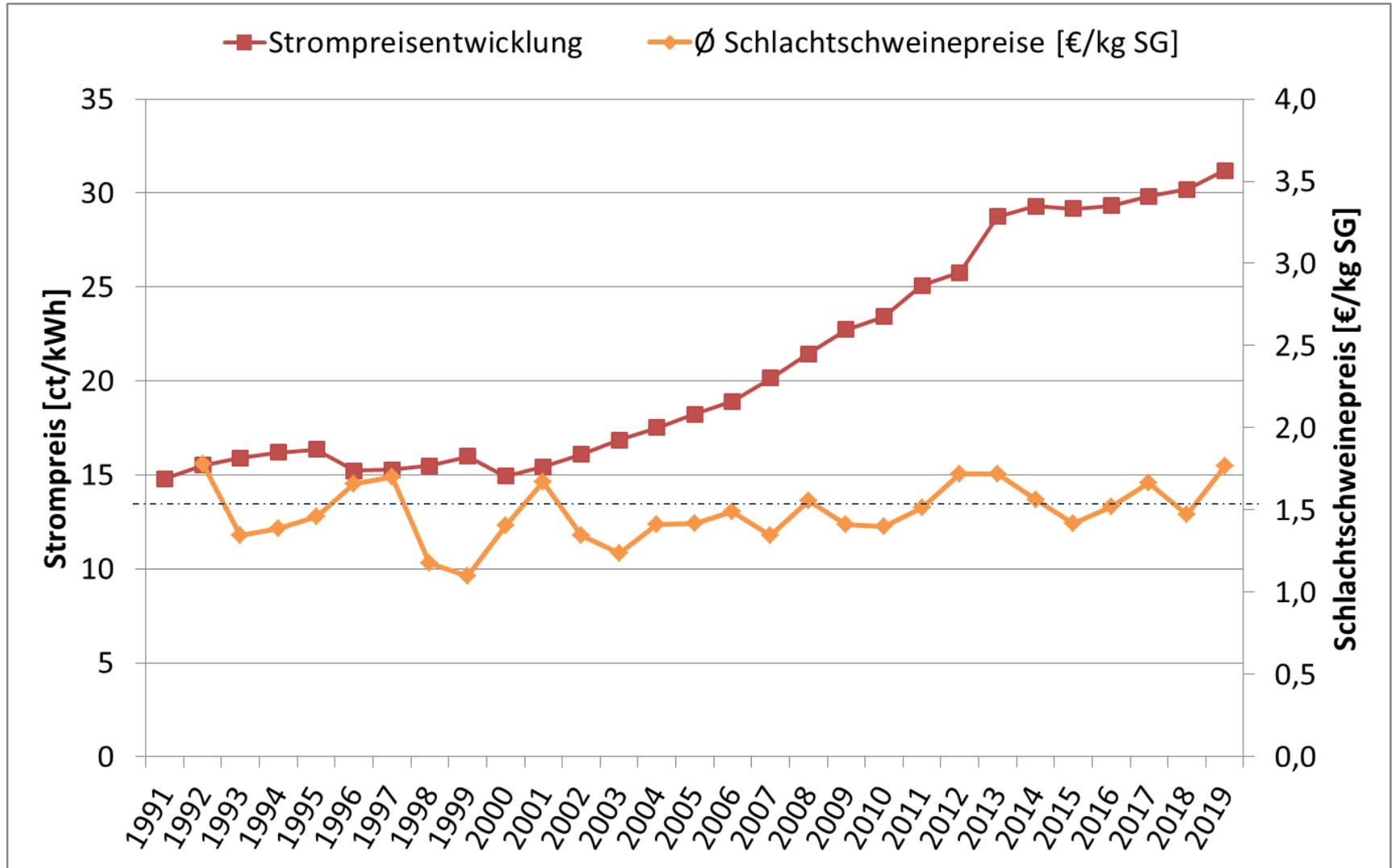


Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat,
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, CARMEN e.V., LfL-Preisdateien

Neiber ILT2b 03.2020 06

3

Energie- und Erzeugerpreisentwicklungen: Strompreis - Fleischpreis

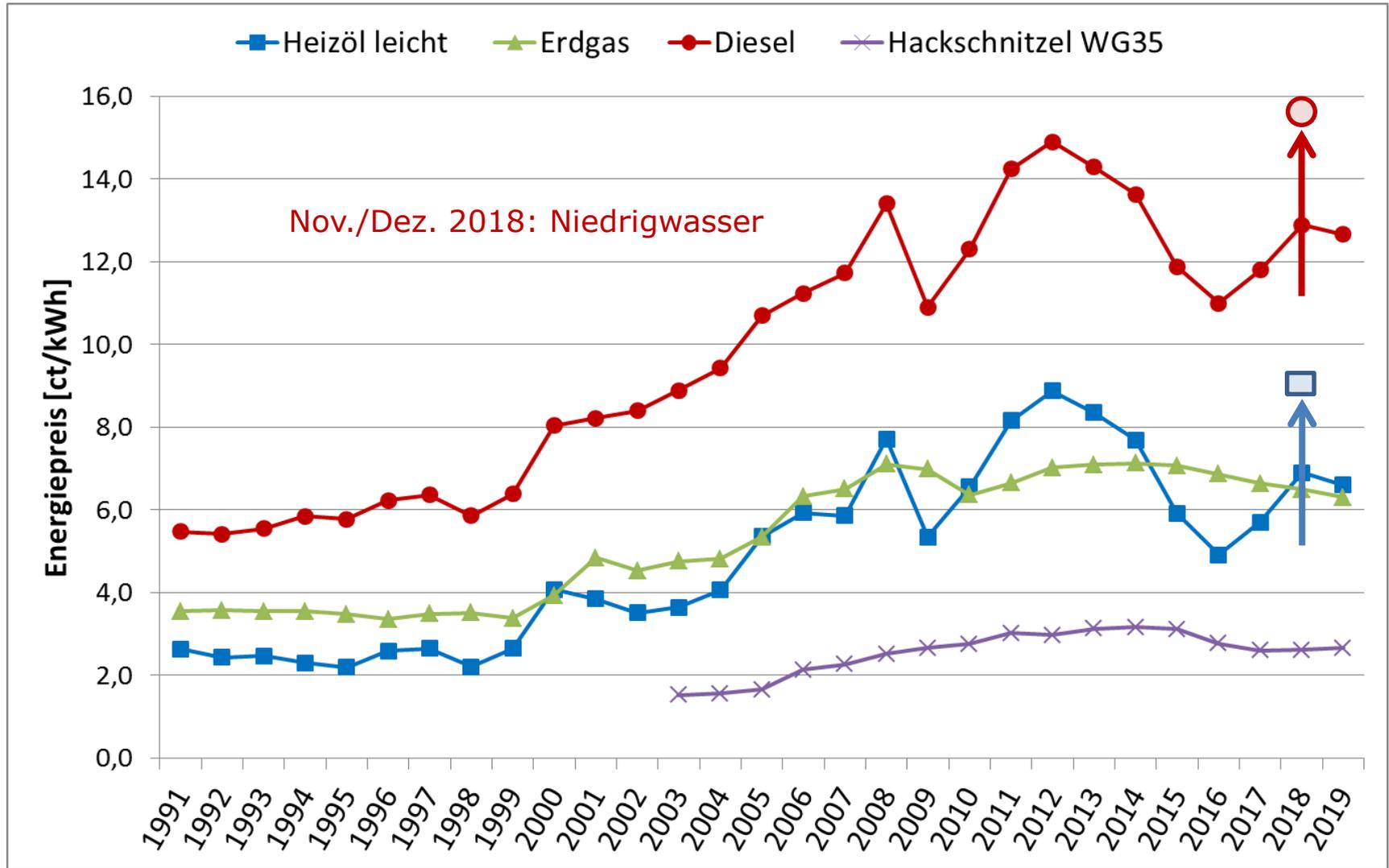


Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat,
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, CARMEN e.V., LfL-Preisdateien

Neiber ILT2b 03.2020 06

4

Energiepreisentwicklungen: fossile + regenerative Energieträger



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

Neiber ILT2b 03.2020 06

5

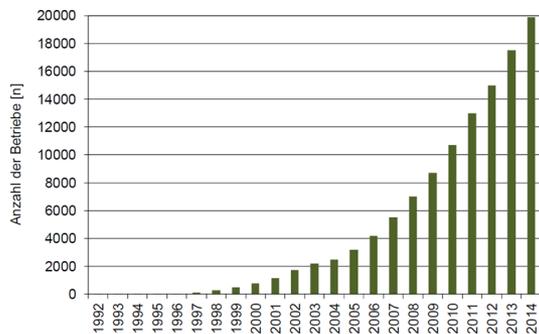
Ausgangslage

Kostenfaktor Energie

- kontinuierlich, bzw. wieder steigende Energiepreise
- steigender Energiebedarf in den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren
(Mechanisierung, Automatisierung, aktuelle und neue technische Standards)



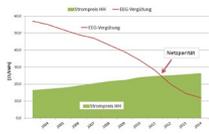
Landwirtschaftliche Betriebe mit AMS weltweit



Quelle: Harms, Augsburg, 26.03.2015

Schätzungen nach Herstellerangaben





Der wachsende Energiebedarf in den einzelnen Produktionsketten in der Landwirtschaft, verursacht durch den vermehrten Einsatz energieintensiver Anlagen einerseits, stetig steigende aber auch stark schwankende Energieträgerpreise andererseits, erfordern im Hinblick auf stagnierende Erzeugerpreisen einen äußerst **effizienten und umweltbewussten Produktionsmitteleinsatz**.

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

Gerade bei der Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen ist die Eigenstromnutzung seit dem Erreichen der Netzpreisparität im April 2012 empfehlenswert und mit den ersten Solarstromanlagen, die nun aus der EEG-Förderung herausfallen, ohne Einschränkungen ratsam.

Aber auch gesellschaftliche Motive wie die **Entlastung der Stromnetze** und ökologische Motive wie die mögliche **Einsparung von fossilen Energieträgern** sprechen für einen hohen Eigenstromverbrauch.

Ziele der Energieeinsparung und Eigenstromnutzung

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

Intelligente Energieeigennutzung

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



- Höhe des Stromverbrauchs
- Geplante Betriebsveränderungen und -entwicklungen
- Kenntnis der Verbrauchslastprofile sowie der Erzeugungsprofile

Um die Höhe der Eigenstromnutzung annähernd genau bestimmen zu können, müssen sämtliche am Betrieb vorhandene Verbraucher mit einbezogen werden. Dazu zählen u.a. der Stromverbrauch in Werkstätten, Lagern, Trocknungsanlagen, sowie weiteren Betriebszweigen der tierischen und pflanzlichen Produktion und auch der Stromverbrauch für die Wohngebäude.

Der Energiebedarf in der Landwirtschaft ist durch vielfältige Produktionsverfahren und deren verbrauchsbestimmenden Einflüsse gekennzeichnet.

- die **strukturelle Entwicklung**,
- der **Grad der Mechanisierung und Automatisierung**,
- der Zustand und das Alter der **Haltungs- und Verfahrenstechnik** sind Faktoren, die den Energiebedarf des landwirtschaftlichen Betriebes beeinflussen.

Verbrauchsmessungen auf Praxisbetrieben

Zeitlich aufgelösten Verbrauchserfassungen können sowohl die Variabilität in der Betriebsausstattung als auch die zeitliche Variabilität des Energieverbrauchs berücksichtigt werden.

LfL-ILT Forschungsprojekt:

Messung des Energieverbrauchs auf Praxisbetrieben auf Ebene der Einzelverbraucher

- Exakte und zeitlich aufgelöste Messung des Energieverbrauchs der maßgeblichen Verbrauchsbereiche
- Erzeugung von Lastprofilen für die einzelnen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren
- Ableitung und Berechnung der möglichen Eigenstromnutzung



Smart Meter Roll-Out

Mit dem **Umbau des Energiesystems hin zu mehr erneuerbaren Energien** steigen die Anforderungen an einen sicheren und effizienten Netzbetrieb. In Zukunft werden Stromerzeuger und -verbraucher über ein intelligentes Netz (Smart Grid) miteinander verknüpft und kommunizieren digital. Dazu hat der Bundestag im August 2016 das Gesetz zur **Digitalisierung der Energiewende** beschlossen.

Vorlage der Markterklärung für intelligente Messsysteme durch das **Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)**. Damit wird festgestellt, dass die technische Möglichkeit für den „Rollout“ der intelligenten Messsysteme gegeben ist.

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

Die **Verpflichtung zum Einbau** intelligenter Messsysteme gilt zunächst für Verbraucher mit einem **Jahresstromverbrauch zw. 6.000 und 100.000 kWh**, also verbrauchstarke Haushalte und Unternehmen.

meistroEnergie: „Einsparzähler“-Programms des BMWi
-> energetische Digitalisierung von KMU

Teilnehmer	Anzahl	Anzahl EM	Anzahl MP EM	Anzahl MP Sensorbars	Anzahl Berichte	aufgezeigte Einsparungen [kWh]
Milchvieh	17	40	120	741	21	84.143
Schweine	22	79	237	1236	36	514.191
Geflügel	1	6	18	51		
	40		durchschnittliche Einsparmöglichkeit			14.958

Quelle: <https://www.meistro.de>

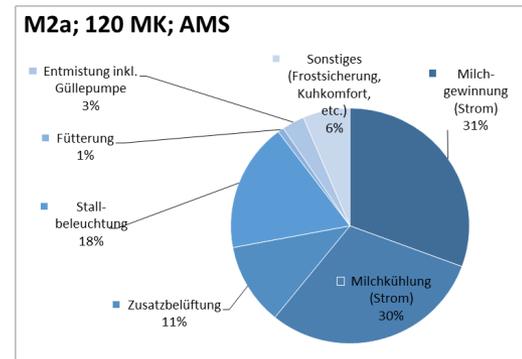
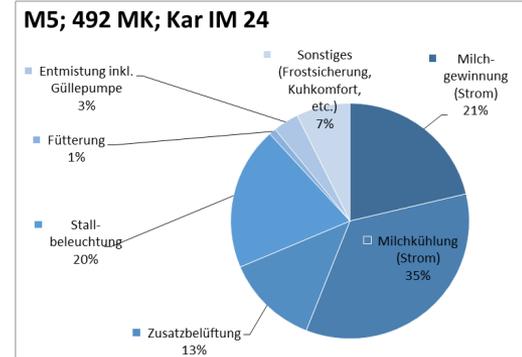
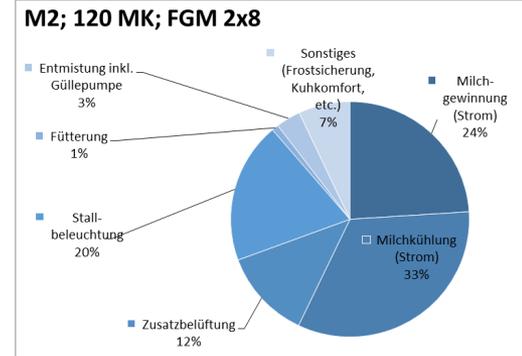


Energieeinsatz in Milchviehbetrieben

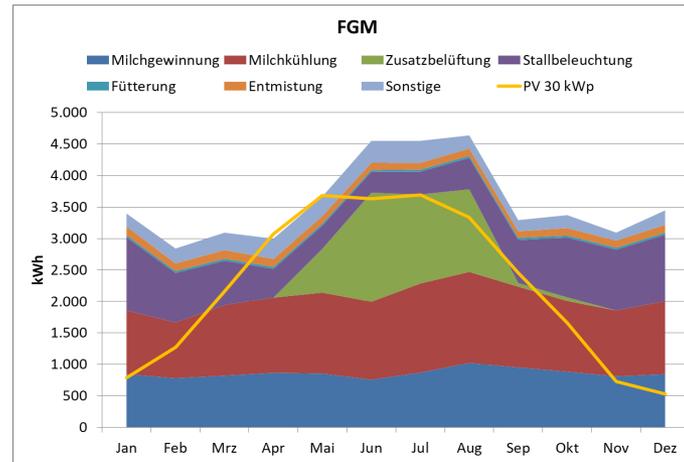
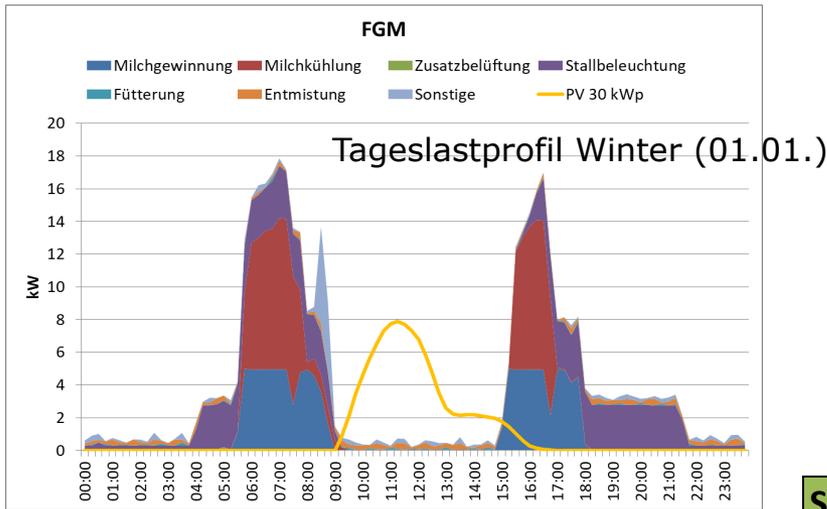
Die Kalkulationsgrundlage für die Betrachtung der möglichen Energieeigenversorgung bilden die Energieverbrauchswerte von Modellbetrieben aus **KTBL Arbeitsgruppen** Baukosten bzw. Vergleichskennzahlen Energieeffizienz mit unterschiedlichen Betriebsgrößen und unterschiedlicher Melktechnischer Ausstattung.

Milchviehhaltung								
Modell	Modell 1, FGM 2x6	Modell 2, FGM 2x8	Modell 3, FGM 2x12	Modell 4, Sbs 2x30	Modell 5, Kar IM 24	Modell 6, Kar AM 60	Modell 2a AMS	
TP	64	120	246	1200	492	1200	120	
	kWh/(TP*a)							
Strom								
Milchgewinnung (Strom)	88	86	88	59	73	63	120	
Milchkühlung (Strom)	121	118	119	118	119	117	118	
Zusatzbelüftung	45	44	43	43	43	43	44	
Stallbeleuchtung	87	69	67	69	67	69	69	
Fütterung	7	3	3	3	3	3	3	
Entmistung inkl. Güllepumpe	12	12	12	12	12	12	12	
Sonstiges (Frostsicherung, Kuhkomfort, etc.)	25	25	25	25	25	25	25	
Summe ohne Milchgewinnung	297	272	270	270	270	270	272	
Summe Strombedarf	385	358	358	329	343	333	392	
	kWh/a							
Summe Strombedarf Stall	24.632	42.933	88.064	395.161	168.640	399.123	47.036	
	Milch	54%	57%	58%	54%	56%	54%	61%
	Stall	46%	43%	42%	46%	44%	46%	39%
PV Süd								
30 kW	Autarkiegrad		22%		18%		34%	
	Eigenverbrauchsanteil		33%		90%		55%	
100 kW	Autarkiegrad		36%		36%		42%	
	Eigenverbrauchsanteil		16%		53%		21%	

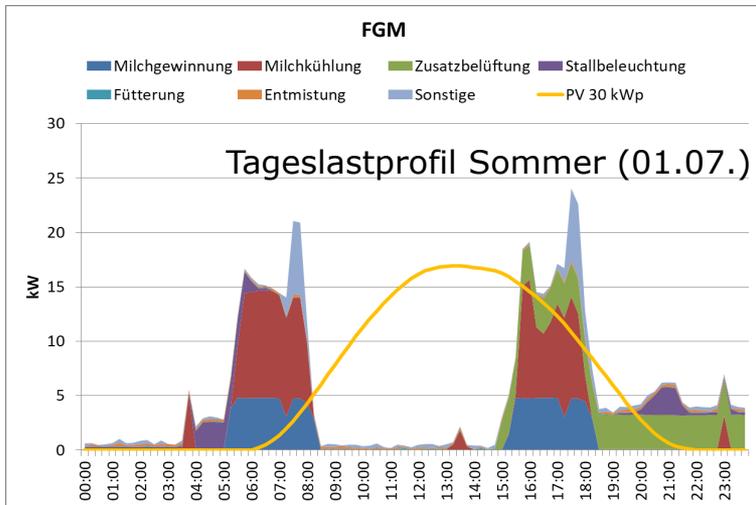
Grün aufgeführte Verbrauchswerte wurden von der Arbeitsgruppe Energieeigenversorgung angepasst



Lastprofile in Milchviehbetrieben – FGM – 2 Melkzeiten



Verbrauchsprofil
M2: 120 MK,
FGM 2x8, zwei
Melkzeiten



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage **Stromerzeugung: 30.000 kWh/a**

PV [kWp] **30 kWp**
 PV [kWh/kWp*a] **1000 kWh/kWp*a**
 Ausrichtung **Süd**

Milchviehbetrieb **Strombedarf: 47.160 kWh/a**

Anzahl Kühe **120 Milchkühe**
 Milchleistung **7.500 kg Milch pro Kuh*a**
 Melksystem **FGM**

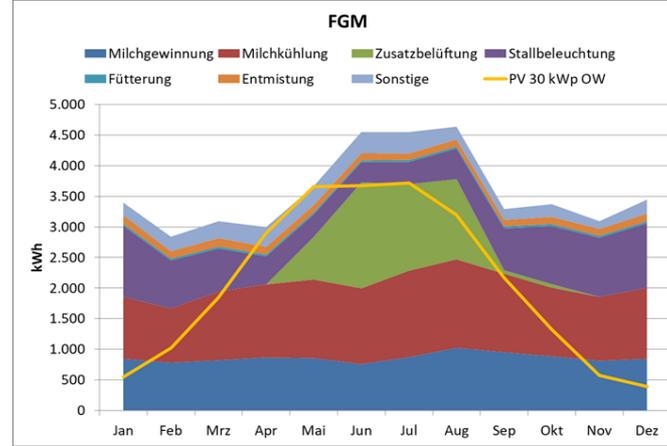
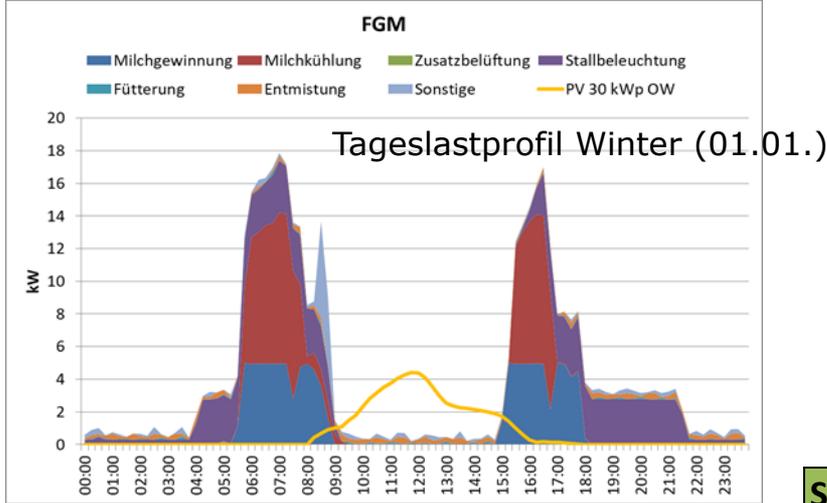
Strombilanz **mit 20 kW Speicher**

Eigenverbrauch PV	9.928 kWh/a	→	16.112 kWh/a
Netzbezug	37.232 kWh/a		31.048 kWh/a
PV-Überschuss	20.072 kWh/a		13.888 kWh/a

Eigenverbrauchsanteil [%] **33,1 %**
 Autarkiegrad [%] **21,1 %**

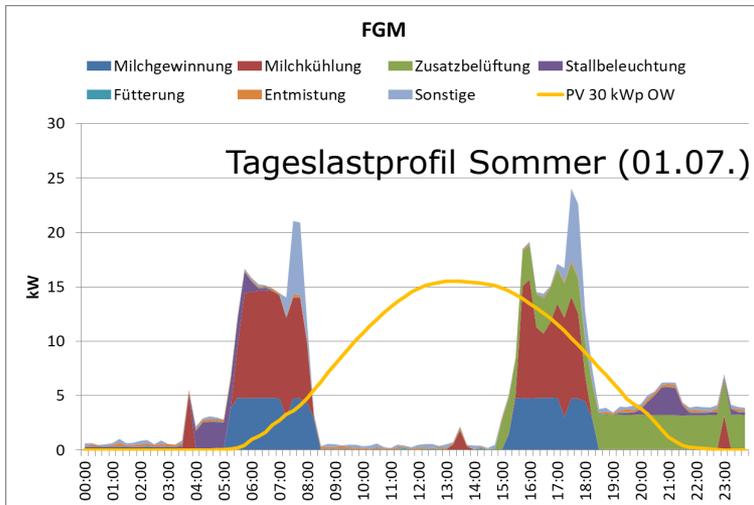
53,7 %
34,2 %

Lastprofile in Milchviehbetrieben – FGM – 2 Melkzeiten



Verbrauchsprofil
M2: 120 MK, FGM
2x8, zwei
Melkzeiten

Ausrichtung der
PV-Anlage:
Verlängerung der
solaren
Einstrahlungs-
zeiten (Ost-West)



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage **Stromerzeugung: 28.500 kWh/a**

PV [kWp] **30 kWp**
 PV [kWh/kWp*a] **950 kWh/kWp*a**
 Ausrichtung **Ost-West**

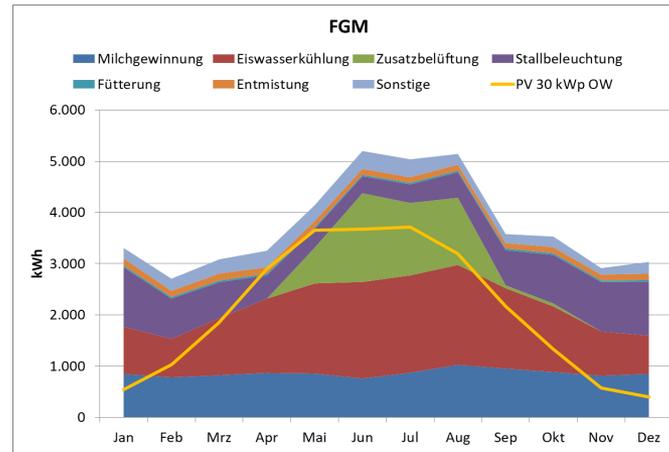
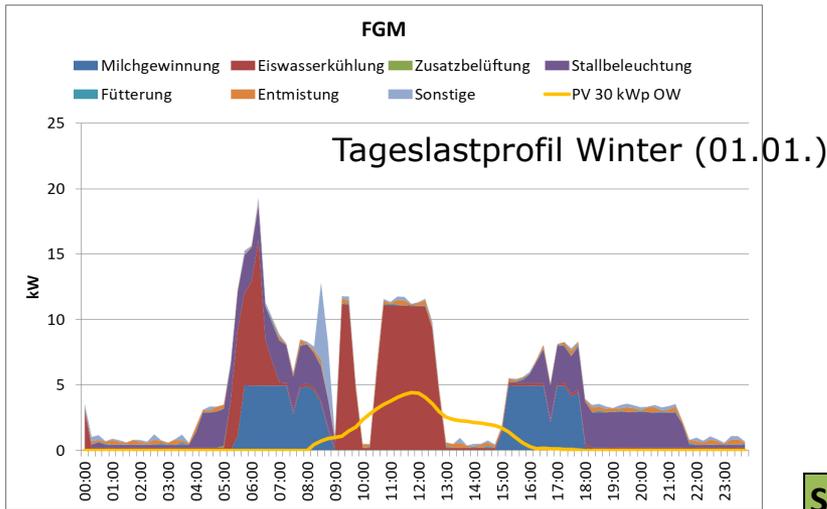
Milchviehbetrieb **Strombedarf: 47.160 kWh/a**

Anzahl Kühe **120 Milchkühe**
 Milchleistung **7.500 kg Milch pro Kuh*a**
 Melksystem **FGM**

Strombilanz **mit 20 kW Speicher**

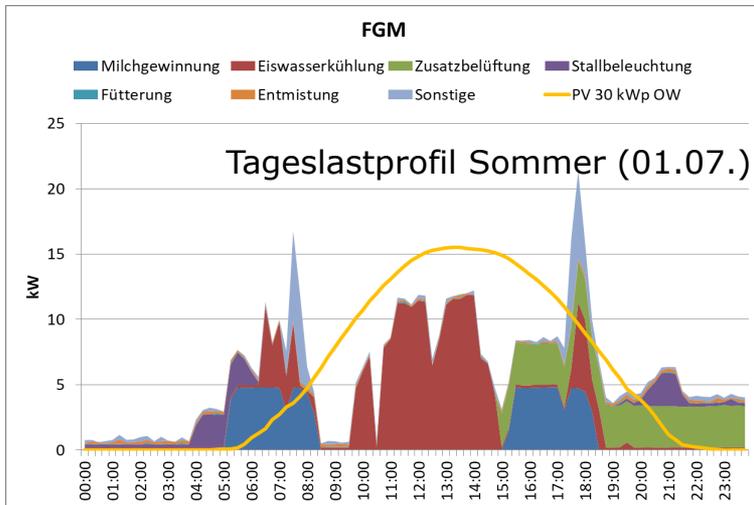
Eigenverbrauch PV	10.186 kWh/a	→	16.245 kWh/a
Netzbezug	36.974 kWh/a		30.915 kWh/a
PV-Überschuss	18.314 kWh/a		12.255 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil [%]	35,7 %		57,0 %
Autarkiegrad [%]	21,6 %		34,4 %

Lastprofile in Milchviehbetrieben – FGM – 2 Melkzeiten - Eis



Verbrauchsprofil
M2: 120 MK, FGM
2x8, zwei
Melkzeiten

Last-
verschiebung:
Anpassung des
Stromverbrauchs
an die
Stromerzeugung



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage **Stromerzeugung: 28.500 kWh/a**

PV [kWp] **30 kWp**
 PV [kWh/kWp*a] **950 kWh/kWp*a**
 Ausrichtung **Ost-West**

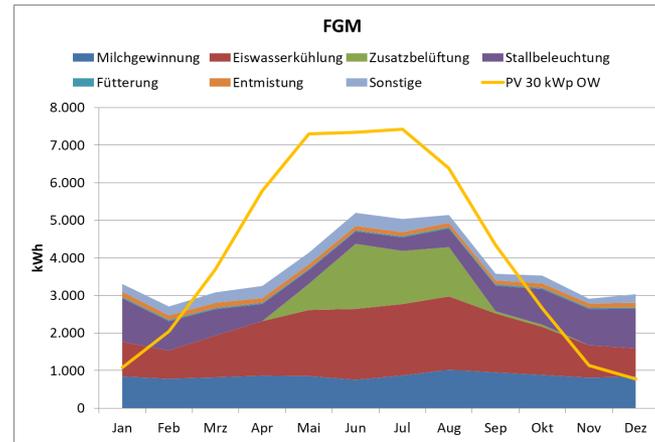
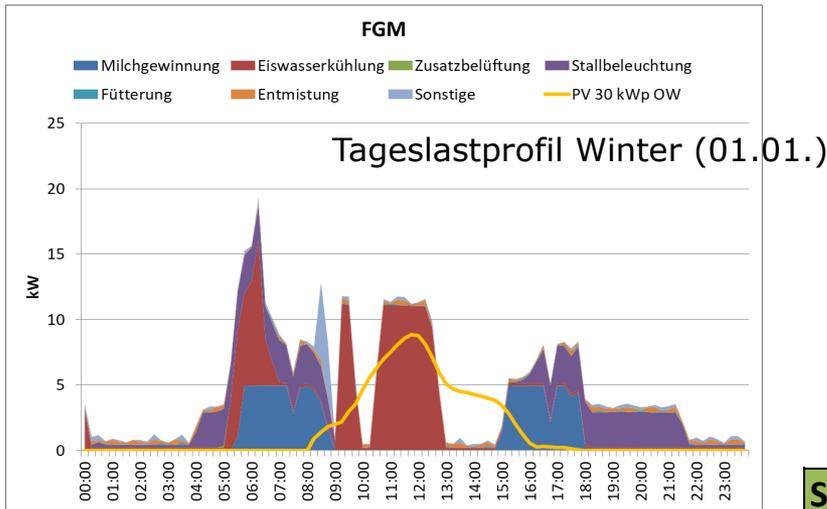
Milchviehbetrieb **Strombedarf: 49.160 kWh/a**

Anzahl Kühe **120 Milchkühe**
 Milchleistung **7.500 kg Milch pro Kuh*a**
 Melksystem **FGM**

Strombilanz **mit 20 kW Speicher**

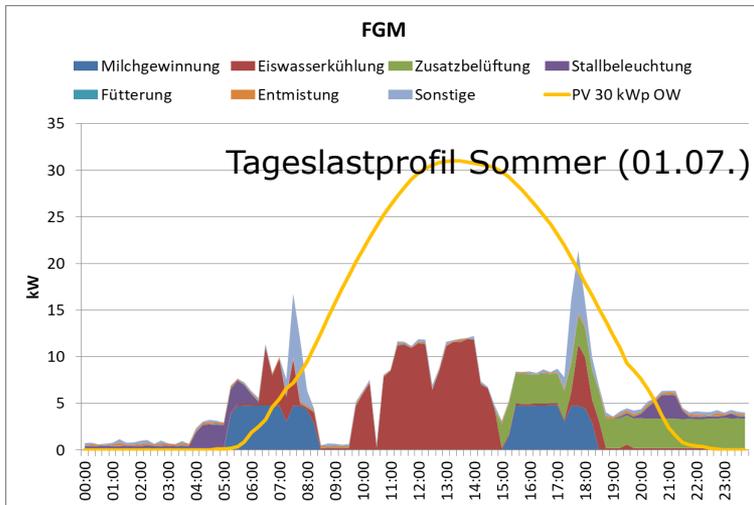
Eigenverbrauch PV	16.749 kWh/a	→	21.990 kWh/a
Netzbezug	32.412 kWh/a		27.170 kWh/a
PV-Überschuss	11.751 kWh/a		6.510 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil [%]	58,8 %		77,2 %
Autarkiegrad [%]	34,1 %		44,7 %

Lastprofile in Milchviehbetrieben – FGM – 2 Melkzeiten - Eis



Verbrauchsprofil
M2: 120 MK, FGM
2x8, zwei
Melkzeiten

Auslegung der
Anlagengröße an
den Energie-
verbrauch:
Grund-,
Spitzenlast



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage **Stromerzeugung: 57.000 kWh/a**

PV [kWp] **60 kWp**
 PV [kWh/kWp*a] **950 kWh/kWp*a**
 Ausrichtung **Ost-West**

Milchviehbetrieb **Strombedarf: 49.160 kWh/a**

Anzahl Kühe **120 Milchkühe**
 Milchleistung **7.500 kg Milch pro Kuh*a**
 Melksystem **FGM**

Strombilanz **mit 20 kW Speicher**

Eigenverbrauch PV	22.088 kWh/a	→	28.568 kWh/a
Netzbezug	27.072 kWh/a		20.592 kWh/a
PV-Überschuss	34.912 kWh/a		28.432 kWh/a

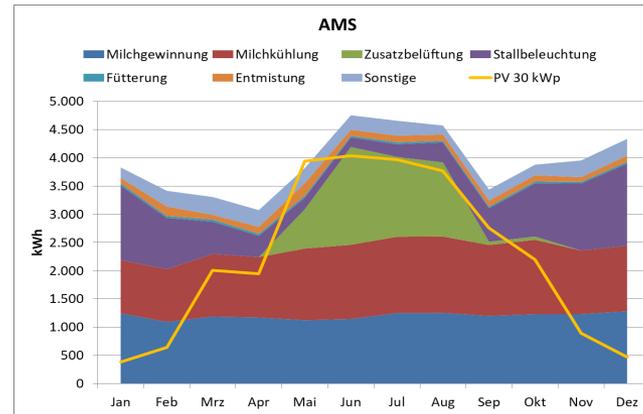
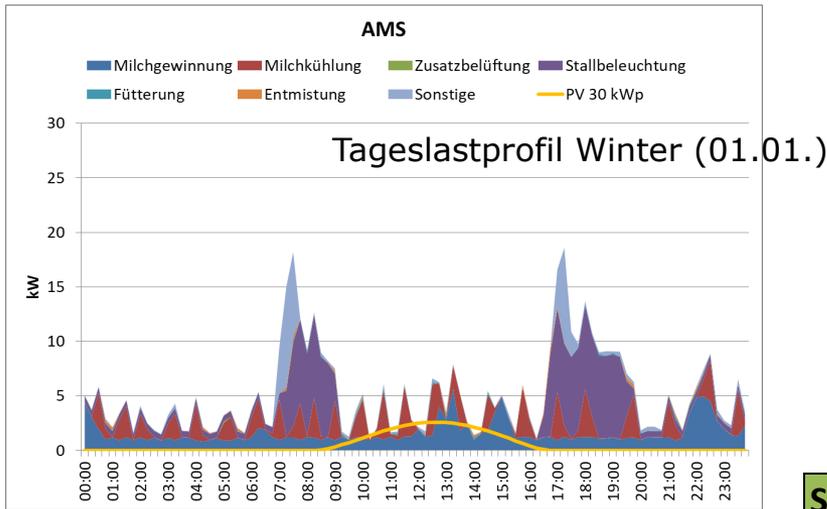
Eigenverbrauchsanteil [%] **38,8 %**

50,1 %

Autarkiegrad [%] **44,9 %**

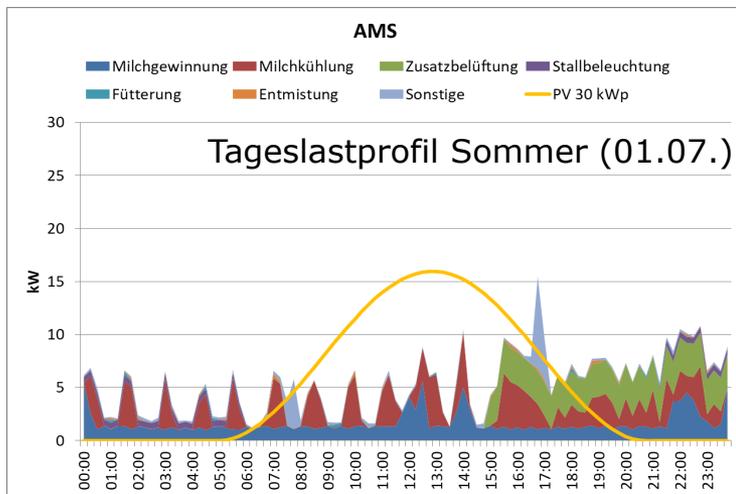
58,1 %

Lastprofile in Milchviehbetrieben – AMS



Verbrauchsprofil
M2a: 120 MK, 2
Melkroboter

Technische
Ausstattung:
Automatisierung
(Melk-,
Fütterungs-,
Entmistungs-
systeme)



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage **Stromerzeugung: 30.000 kWh/a**

PV [kWp] **30 kWp**
 PV [kWh/kWp*a] **1000 kWh/kWp*a**
 Ausrichtung **Süd**

Milchviehbetrieb **Strombedarf: 49.497 kWh/a**

Anzahl Kühe **120 Milchkühe**
 Milchleistung **7.500 kg Milch pro Kuh*a**
 Melksystem **AMS**

Strombilanz **mit 20 kW Speicher**

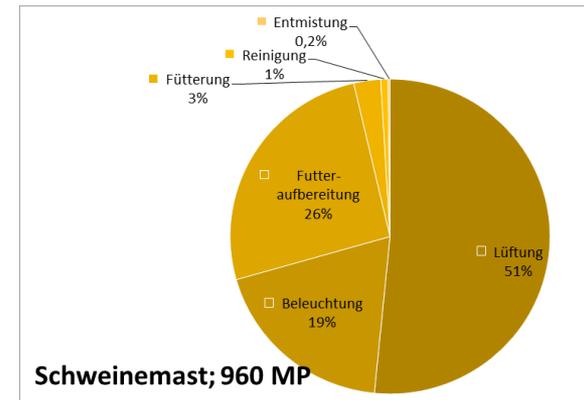
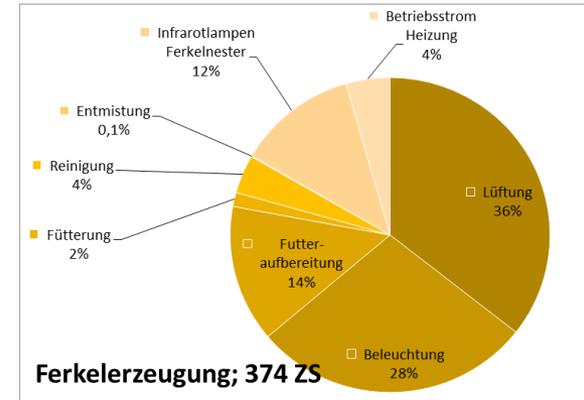
Eigenverbrauch PV	16.577 kWh/a	→	21.382 kWh/a
Netzbezug	32.919 kWh/a		28.115 kWh/a
PV-Überschuss	13.423 kWh/a		8.618 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil [%]	55,3 %		71,3 %
Autarkiegrad [%]	33,5 %		43,2 %

Energieeinsatz in der Schweinehaltung

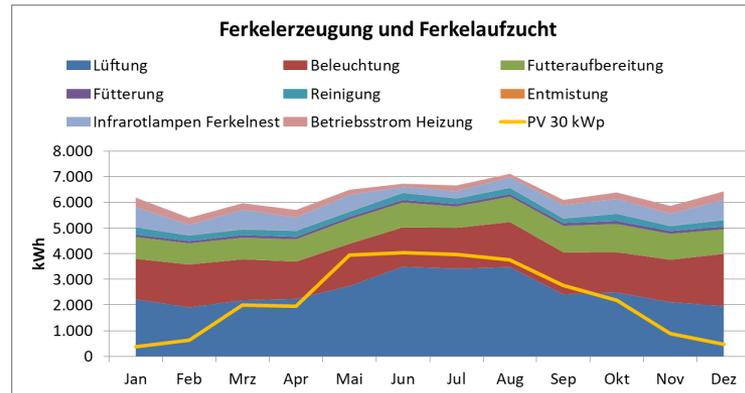
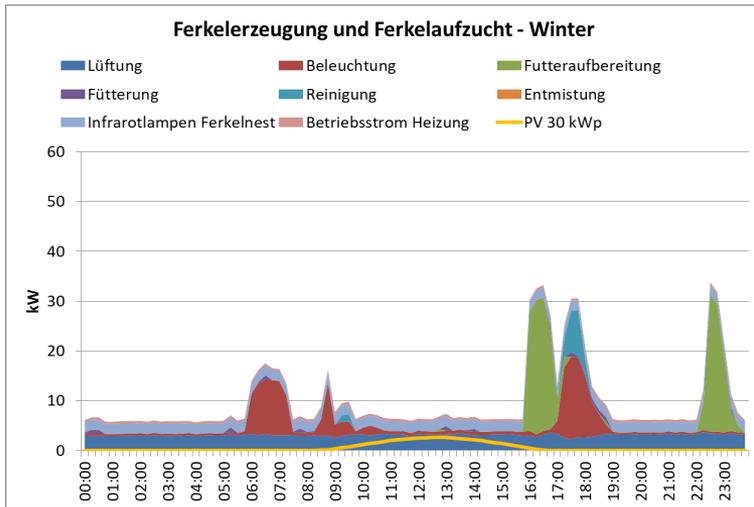
Die Kalkulationsgrundlage für die Betrachtung der möglichen Energieeigenversorgung bilden die Energieverbrauchswerte der Produktionsabschnitte von Modellbetrieben aus **KTBL Arbeitsgruppen** Baukosten bzw. Vergleichskennzahlen Energieeffizienz.

Schweinehaltung						
		Ferkel- erzeugung	Ferkel- aufzucht	Ferkelaufzucht Wärmetauscher	Schweine- mast	Schweinemast Abluftreinigung
TP		374	1326	1326	960	960
Verbraucher		kWh/(TP*a)				
Strom						
Lüftung		50	9,2	10	18	18
Beleuchtung		39	3,8	3,8	6,8	6,8
Futteraufbereitung		20	3	2,9	9,2	9,2
Fütterung		2,0	0,38	0,38	1,0	1,0
Reinigung		5,5	0,54	0,54	0,26	0,26
Entmistung		0,1	0,03	0,03	0,07	0,07
Infrarotlampen Ferkelnester		17				
Betriebsstrom Heizung		6,2	0,53	0,53		
Abluftreinigung						36
Summe Strombedarf		139	17	18	36	71
Summe Strombedarf Stall	kWh/a	52.069	23.009	24.488	34.389	68.597
	Lüftung	36%	53%	56%	52%	51%
	Rest	64%	47%	44%	48%	49%
PV Süd						
30 kW	Autarkiegrad	38%			47%	
	Eigenverbrauchsanteil	62%			57%	
100 kW	Autarkiegrad	47%			64%	
	Eigenverbrauchsanteil	23%			23%	

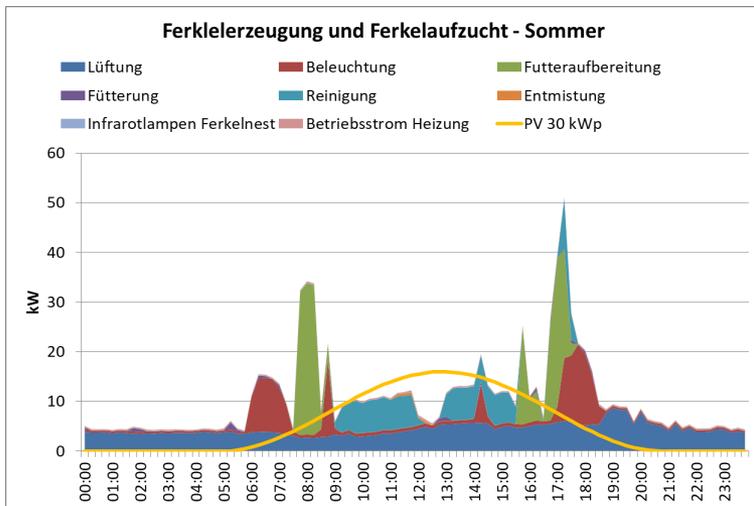
*) inkl. 50% Anteil Abluftreinigung



Lastprofile in der Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht



Verbrauchsprofil
Ferkelerzeugung
(374
Zuchtsauplätzen)
und Ferkelaufzucht
(1.326
Ferkelplätzen)



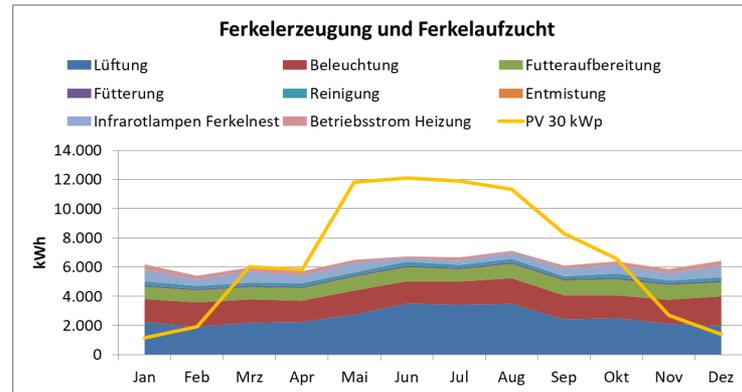
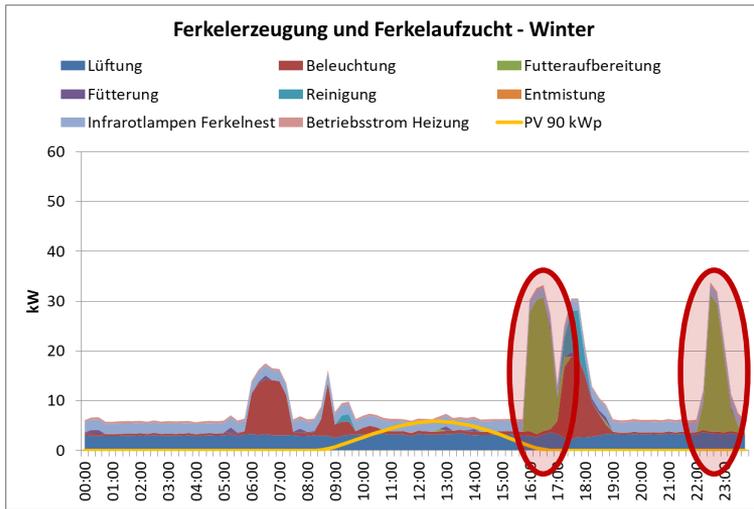
Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

PV-Anlage	Stromerzeugung:	30.000 kWh/a
PV [kWp]	30 kWp	
PV [kWh/kWp*a]	1000 kWh/kWp*a	
Ausrichtung	Süd	

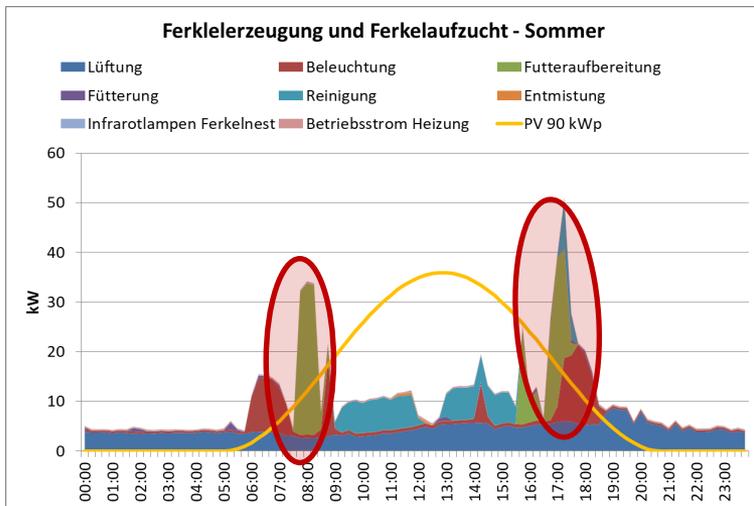
Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht	Strombedarf:	75.078 kWh/a
Tierplätze Zuchtsauen	374 Tierplätze	
Tierplätze Ferkelaufzucht	1.326 Tierplätze	

Strombilanz	mit 20 kW Speicher	
Eigenverbrauch PV	19.677 kWh/a	→ 23.824 kWh/a
Netzbezug	55.401 kWh/a	51.255 kWh/a
PV-Überschuss	10.323 kWh/a	6.176 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil [%]	65,6 %	79,4 %
Autarkiegrad [%]	26,2 %	31,7 %

Lastprofile in der Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht



Verbrauchsprofil
Ferkelerzeugung
(374
Zuchtsauplätzen)
und Ferkelaufzucht
(1.326
Ferkelplätzen)



Strombilanz landwirtschaftlicher Betrieb

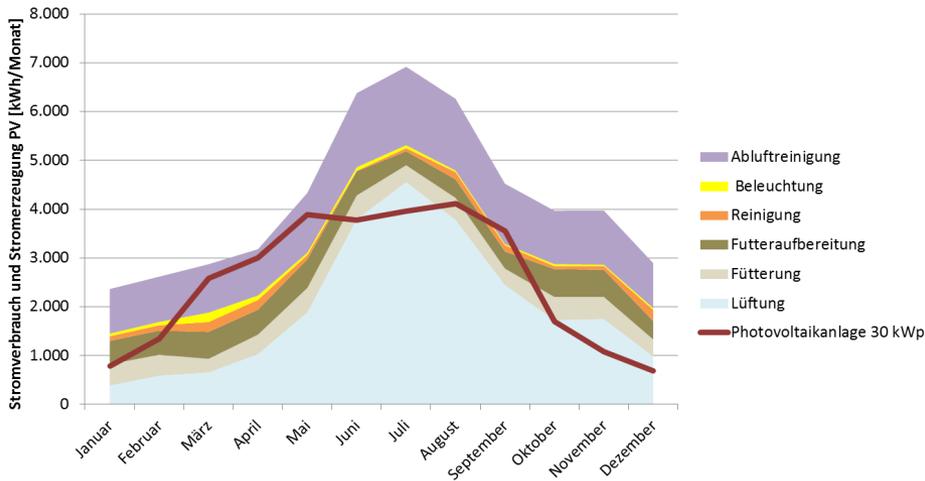
PV-Anlage		Stromerzeugung:	90.000 kWh/a
PV [kWp]	90 kWp		
PV [kWh/kWp*a]	1000 kWh/kWp*a		
Ausrichtung	Süd		

Ferkelerzeugung und Ferkelaufzucht		Strombedarf:	75.078 kWh/a
Tierplätze Zuchtsauen	374 Tierplätze		
Tierplätze Ferkelaufzucht	1.326 Tierplätze		

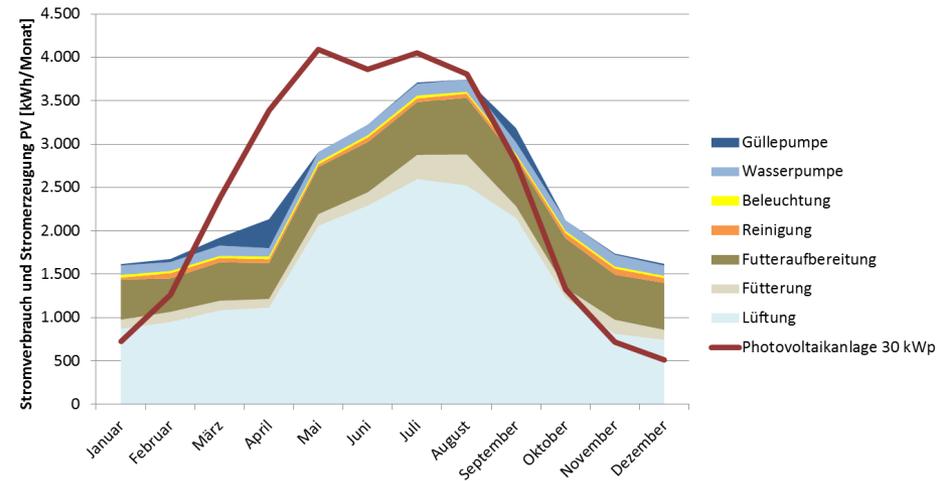
Strombilanz		mit 20 kW Speicher
Eigenverbrauch PV	29.923 kWh/a	36.248 kWh/a
Netzbezug	45.155 kWh/a	38.831 kWh/a
PV-Überschuss	60.077 kWh/a	53.752 kWh/a
Eigenverbrauchsanteil [%]	33,2 %	40,3 %
Autarkiegrad [%]	39,9 %	48,3 %

Verbrauchsprofile in Mastbetrieben und Solarstromnutzung

Jahreslastprofil - PB 32 - 940 MP



Jahreslastprofil - PB 34 - 1214 MP



		PB 32	PB 34
Gesamtverbrauch MS-Stall	kWh/Jahr	39.984	32.678
Solarertrag 30 kWp PV	kWh/Jahr	30.471	28.907
Eigenverbrauch Solarstrom	kWh/Jahr	16.304	12.694
Netzbezug	kWh/Jahr	23.680	19.985
PV-Überschuss	kWh/Jahr	14.168	16.213
Eigenverbrauchsanteil	%	53,5	43,9
Autarkiegrad	%	40,8	38,8



Zusammenfassung – Blick in die Zukunft

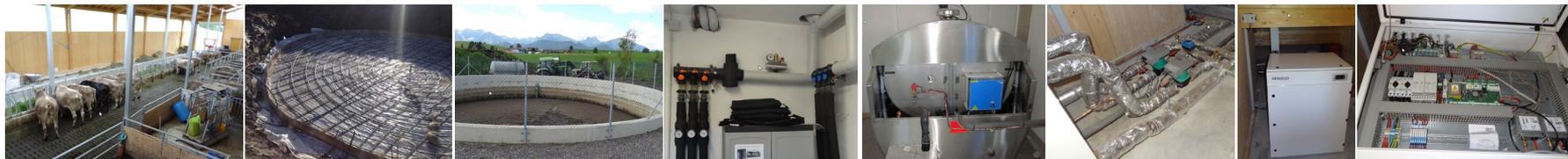
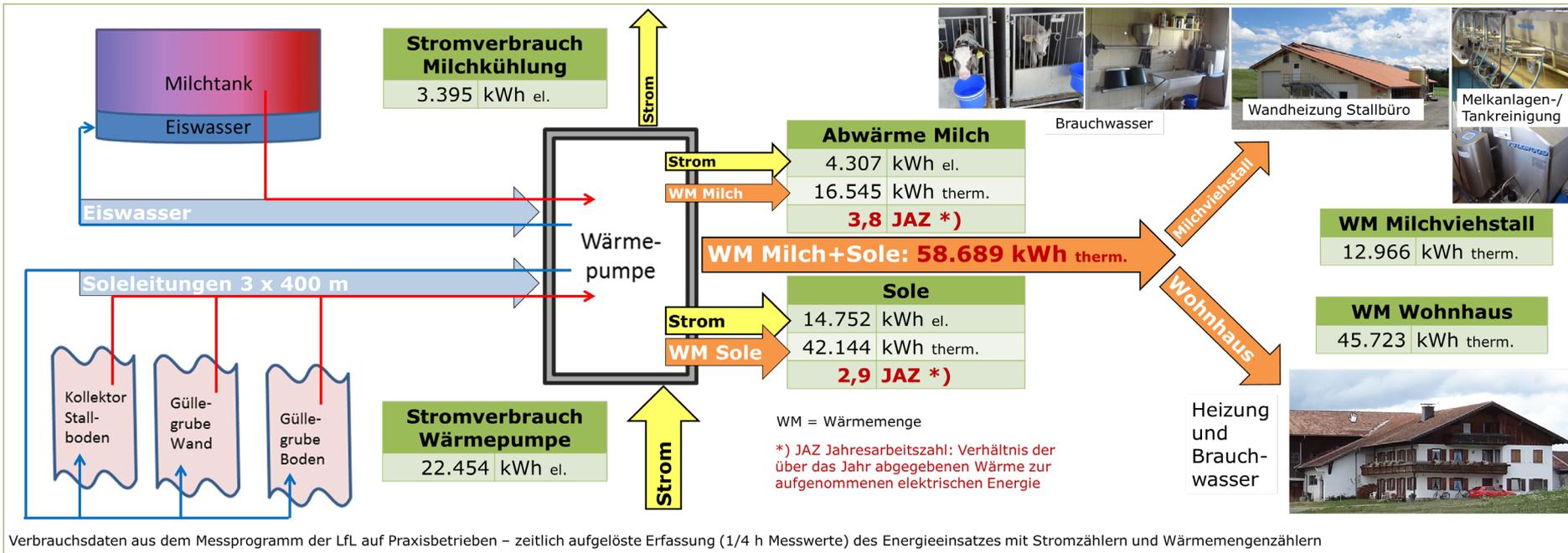
Um die regenerativ erzeugte Energie optimal in das landwirtschaftliche Lastprofil einzubinden und zu nutzen, ist die Kenntnis der **Erzeugungsprofile** sowie der **Verbrauchslastprofile** des Betriebes in Abhängigkeit vom Produktionsverfahren ausschlaggebend.

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.

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.

Zusammenfassung – Blick in die Zukunft

Milchabwärme + Sole-Wasser Wärmepumpe für die Produktion von Eiswasser zur Abkühlung der Milch, sowie der Erhitzung von Brauch- und Heizwasser für Stall und Wohngebäude



Vernetzte Energiesysteme - Datenmanagement

Die gesamtbetriebliche Erfassung der Daten- und Energieflüsse dient als Grundlage für eine künftige Steuerung von Energiebereitstellung und Energieverteilung.

Vernetzte Energiesysteme sind hierbei essentielle Bestandteile, um eine dezentrale und intelligente Energieverteilung, gerade im Hinblick auf eine **verbesserte Integration erneuerbarer Energien**, zu realisieren.

Mit digitalem Last- und Energiemanagement kann das **Energiebezugsverhalten** angeschlossener Verbraucher und die **lokale Energieerzeugung** überwacht und optimiert werden.



Tageslastprofil

