



Verfahrenstechnik Innenwirtschaft

Teil 1: Einführung und Verfahrenstechnik Rind

Prof. Dr. Daniel Werner

SoSe 26

Verfahrenstechnik Innen- und Außenwirtschaft

4. Semester Agribusiness

Dieses Vorlesungsskript wird ausschließlich den Studierenden des oben bezeichneten Semesters und Studienganges zur kostenfreien individuellen Nutzung zur Verfügung gestellt. Es darf nur zu rein persönlichen Zwecken heruntergeladen und in Auszügen weder weitergegeben, kopiert noch fotomechanisch oder sonst wie vervielfältigt werden.

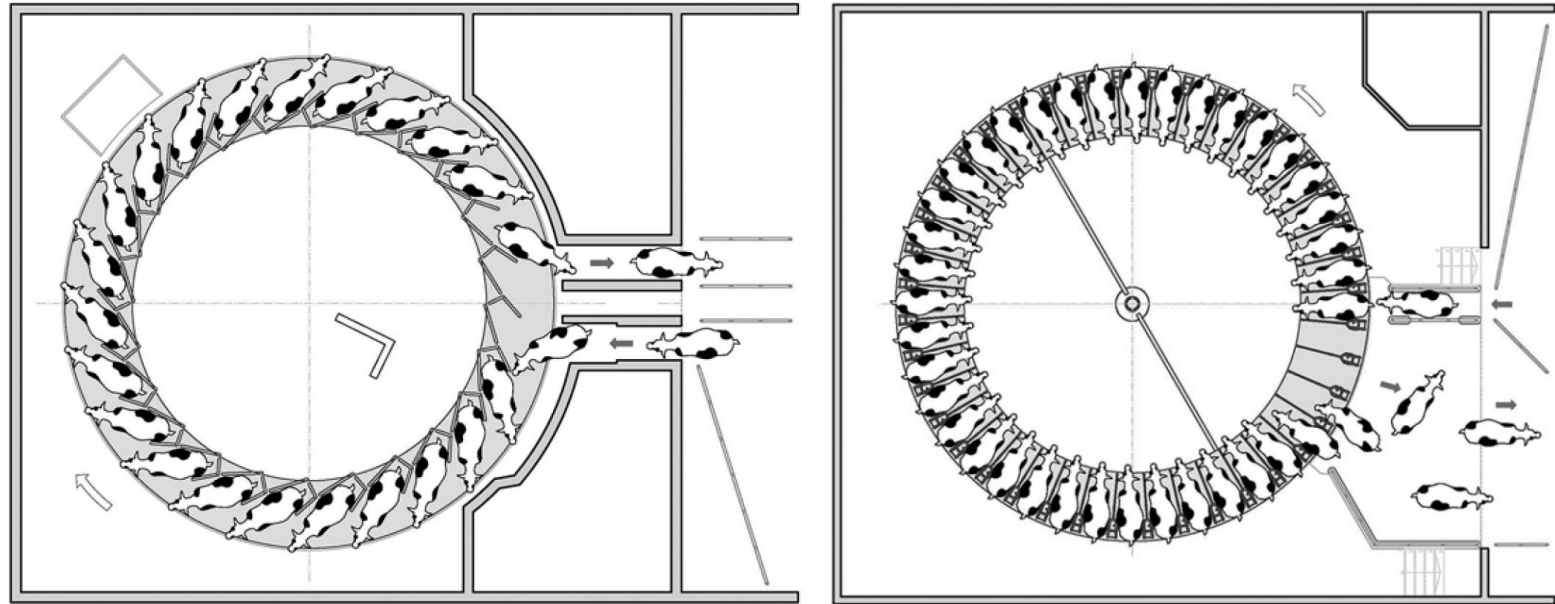
Es wird darauf hingewiesen, dass die vorliegenden Darstellungen und Zitierungen (besonders die gesetzlichen Verordnungen) keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die präsentierten Informationen und Daten geben lediglich einen ausgewählten Ausschnitt wieder.

Alle Urheberrechte sind dem Autor vorbehalten. Aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit ist teilweise auf detaillierte Quellenangaben verzichtet worden. Literatur- und Bildnachweisen können beim Verfasser angefragt werden.

*Applied Sciences
for Life*

© D. Werner

Innen- und Außenmelker-Karusell



[Tec17]

Arbeitszeitbedarf im konv. Melksystemen

Melk- system	Melk- plätze	Anzahl Melker	Durchsatz (Kühe/h) bei ... min Aufenthalt	
			10 min	8 min
Tandem	2 × 2	1	24	30
	2 × 3	1	36	45
	2 × 4	(1) 2	48	60
			15 min	12 min
FGM, SbS	2 × 4	1	(32)	40
	2 × 5	1	40	50
	2 × 6	1	48	60
	2 × 8	(1) 2	64	(80)
Karussell	20	1	80	(100)
	36	2	144	180
	48	3	192	240

Ohne Berücksichtigung von Rüstzeiten

Beispiel

$$\text{Kühe/AKh} = \frac{60 \text{ (min)}}{t_R + t_W + t_{\text{Sonst}}} \quad \frac{60}{1,5} = 40$$

$$\text{Melkein-
heiten/AKh} = \frac{\text{Dauer des Maschinen-
Hauptgemelkes (min)}}{t_R + t_W + t_{\text{Sonst}}} \quad \frac{7,5}{1,5} = 5$$

t_R = Routinearbeiten (min/Kuh)
 t_W = Wegezeiten (min/Kuh)
 t_{Sonst} = Sonderarbeiten, Wartezeiten (min/Kuh)

[Lan23]

Arbeitszeitbedarf im konv. Melksystemen

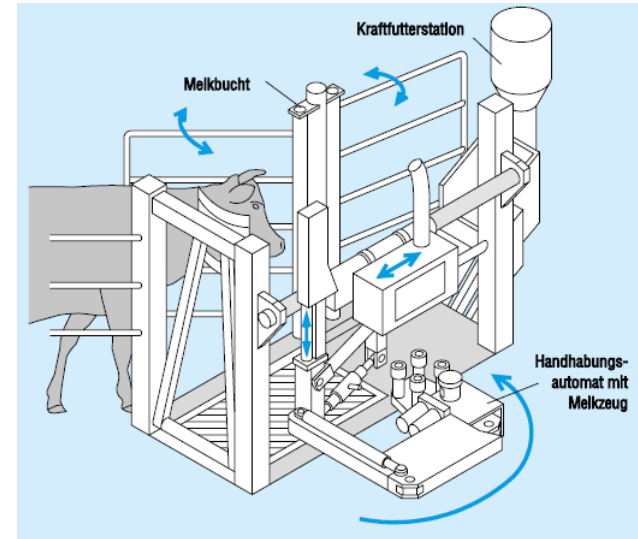
- bis 60 Kühe im kleinen Laufstall oftmals kleine Tandem- und Fischgräten-Melkstände
- 60 - 120 Kühe
 - FGM oder SbS (ideale Größe für 1 Melker 2 x 6)
 - AMS arbeitswirtschaftlich sinnvolle Alternative, jedoch höhere Investition
- 120 – 250 Kühe
 - größere FGM oder SbS mit Schnellaustrieb und Abnahmeautomaten
(2 x 12 bis 2 x 14 mit 2 Melker)
 - AMS als sinnvolle Alternative
- mehr als 250 Kühe
 - (automatische) Karussell-Melkstände als wirtschaftlich einsetzbar

Melken im Familienbetrieb

- Organisation von Melkarbeit ist von größter Bedeutung für effektive Arbeitserledigung
 - Technik, Tier und Mensch beeinflussen Arbeitsleistung beim Melken
 - passender Automatisierungsgrad, kurze Wege von Euter zu Euter sowie ergonomische Arbeitsbedingungen
 - Leistungsfähigkeit, Fachkenntnis und Organisation des Melkers
 - Gleichmäßigkeit der Herde
- Arbeitsbelastung sollte für Melken max. 2 x 2 Std. täglich (max. 120 – 140 Kühe)
 - Betriebs- und Bestandsvergrößerung mit Fremd-AK für Melkzeiten
(regionale Verfügbarkeit und Lohnniveau)
 - Änderungen Arbeitsschwerpunkte Betriebsleiters
(Mitarbeiterführung, Kommunikation und Controlling)
 - Gestaltung von standardisierten Arbeitsabläufen (Tierbetreuung)
 - AMS reduziert selten Arbeitszeit – verschiebt Prioritäten und Aufgaben

Automatisches Melksystem (AMS)

- Automatisierung von Zitzenreinigung, Stimulation und Ansetzen Melkzeugs
- Feste Melkzeiten entfallen (Ausnahme Batch-Verfahren)
- Vorteile
 - 24/7 Melken mit Ausnahme Reinigung und Wartung
 - Flexibilität Arbeitszeiten und Reduzierung Arbeitszeitbedarfs sowie Arbeitsbelastung
 - mehrmaliges Melken
 - verbesserte Möglichkeiten für Einsatz moderner Sensorik
- Nachteile
 - höhere variable Kosten
 - Rufbereitschaft
 - unregelmäßigeres Melken
 - höhere Managementanforderungen



[Lan23]

Automatisches Melksystem (AMS)



Die BaySG präsentiert:

Wie war das noch gleich...

Mit dem AMS?!

youtube.com/watch?v=8mPA6Fvbs6o

[You25]

Tierumtrieb bei AMS

- Einzelboxanlagen und Mehrboxanlagen
 - Tiere suchen i.d.R. AMS freiwillig sowie selbstständig auf
 - Kraftfuttermittel zum Anlocken
 - Nachtreiben von rangniederen Tieren, Tieren mit geringer Milchleistung oder hoher Auslastung
- Automatisierte Melkkaruselle sowie gruppenweise angeordnete Melkboxen
(Vorwartehef und Zutrieb zu festen Melkzeiten (Batch-Verfahren))
- Umtriebsformen
 - frei
 - einfach gelenkt
 - selektiv gelenkt
 - „feed-first“



	freier Umtrieb	einfach gelenkter Umtrieb	selektiv gelenkter Umtrieb	»Feed-First«-Umtrieb
geringe Ansprüche an Stalllayout	+	-	-	-
wenig nachzutreibende Tiere	-	++	+	++
geringe Kosten	++	+	-	-
tierindividuelle Einstellung	-	-	+	-
Verfügbarkeit Futter für die Tiere	++	-	+	++

[Del25d], [Lan23]

AMS und Eutergesundheit

- Vorteile

- Sensorik rentiert sich schneller durch Reduzierung von Melkplätzen
- Häufigeres Melken verringert Keimdruck und fördert Heilung von Entzündungen

- Nachteile

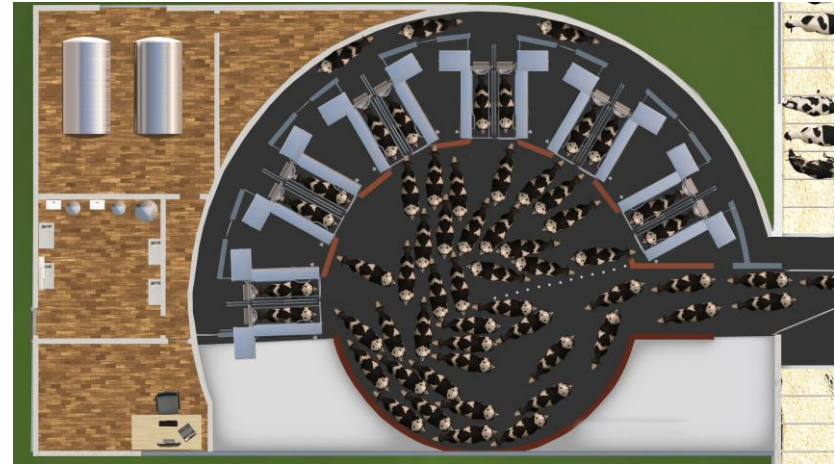
- Alle Tiere werden über ein Melkzeug gemolken
(Erreger können sich schnell in Herde ausbreiten)
- Technische Störungen können massive Auswirkungen auf Melkeinheit bewirken
- Milchleistungssteigerungen von 10 - 15 % durch 3-maliges Melken am Tag
 - konventionelle Melkstände mit 3 festen Melkzeiten
 - AMS erreicht in Praxis oftmals keine Melkungen/Kuh und Tag

AMS Leistung

- Leistung durch 4 wesentliche Faktoren beeinflusst
 - Milchfluss der Tiere
 - Milchmenge pro Melkung
 - Anzahl und Dauer der Reinigungen
 - Dauer des Betretens und Verlassens
- ca. 150 – 180 mögliche Melkungen pro Tag (max. Auslastung)
 - angestrebt 8 – 12 kg Milch je Melkung
 - 55 – 65 laktierende Tiere/ Melkbox
 - 500.000 – 700.000 kg Milch/Jahr
- Investition AMS etwa 120.000 – 170.000 € (je nach Ausstattung)
- 6.000 €/Jahr für Wartung und Reparatur (Stand 2023)

Batch Milking Lemmer Fullwood

- Erste Batch-Anlagen 2018 in Deutschland
 - Gruppenmelken im Halbkreis
 - Vollautomatisiertem Nachtrieb, Rücktrieb und Separation



[Lem26]

Batch Milking / Automatisches Gruppenmelken

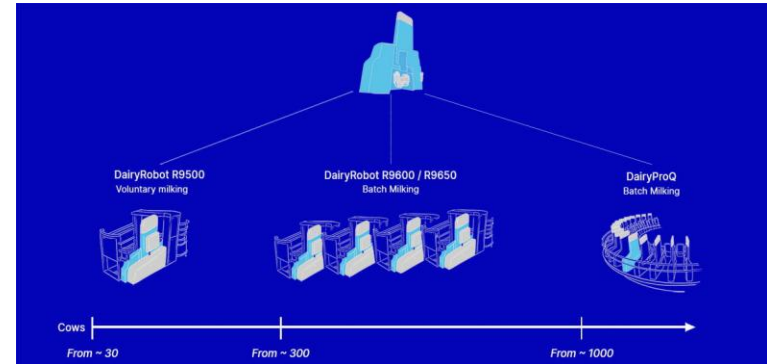
- Automatisches Melken zu festen Melkzeiten (seit 2018 in Deutschland)
 - geeignet für mittlere und große Herden
 - gesamte Herde zu festen Melkzeiten in Gruppen zum Melkstand
 - Wartebereich und selbstständiges betreten der Roboter
- Vorteile
 - unabhängiger von qualifiziertem Melkpersonal
 - strukturierter Tagesablauf für Landwirte und Kühe
 - gesteigerte Produktivität durch optimiertes Zeit- und Herdenmanagement (Routineabläufe)
 - zentralisiert, skalier- und modular erweiterbar
 - keine nächtlichen Alarme oder Störungen durch AMS (24/7 Rufbereitschaft entfällt)
 - Kombination mit Selektion (Weide, auffällige Tiere, ...)
 - einzelne Technikausfälle besser kompensierbar (zentrale Anordnung)
 - Einzeltiere suchen und holen entfällt (5 – 10 % am AMS)



[Gea25b]

GEA DairyRobot R9600, R9650 und DairyProQ

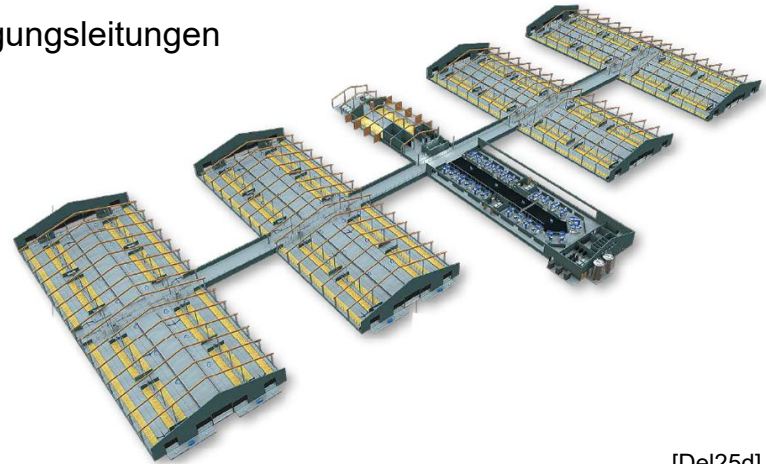
- R9600 entwickelt für Batch Milking System
 - Automatisches Gruppenmelken
 - Plattformstrategie um 6 – 24 Boxen zu kombinieren
- R9650 als Subway-System
(wichtigsten Komponenten unterhalb der Roboter untergebracht)



[Gea25b]

Batch Milking / Automatisches Gruppenmelken

- Herausforderungen
 - Investitionskosten
 - automatische Nachtreibeeinrichtung im Vorwarte Hof
 - Je nach Hersteller runde kostenintensive Gebäudeform, zusätzlicher Keller oder hochverlegte Versorgungsleitungen (Druckleitung vs. Vakuumleitung zum Abtransport)
 - Systemreinigung (lange Leitungswege)
 - Platzbedarf
 - Wartezeit im Vorwarte Hof (bis zu 1 Std. auf 2 – 3 m²/Kuh)



[Del25d]

Beispielbetrieb mit Batch Milking-System

- 310 melkende Kühe (14.073 kg Herdenleistung) mit 14 Robotern
 - 2024/25 für 3,8 Mio. Stallneubau inkl. Gebäude sowie Melk- und Kühltechnik (12.260 € pro Kuhplatz)
 - 34 m x 18,4 m inkl. Vorwartehof (629 m² gesamt und 44 m² pro Melkplatz)
 - Wartehof ohne Nachtreibehilfe (Prinzip Pressure-and-no-Pressure)
 - alle 45 min kommt neue Gruppe von hinten nach und bewegt restliche Tiere zum Melken
 - Durchmischung der Tiergruppen (Chaosprinzip) – Sortierung durch Selektion
- Management (2 – 3 Schichtbetrieb mit 2,6 Melkungen)
 - 04:30 – 10:00 Uhr (1. Melkung)
 - 13:00 – 19:00 Uhr (2. Melkung)
 - 21:00 – 01:30 Uhr (3. Melkung nur für hochleistende Gruppen)
- Druckleitungen statt Vakuum zum Weitertransport
 - ca. 40 min Reinigungsaufwand nach jeder Melkung
 - isoliertes Melkhaus (Schutz im Winter)

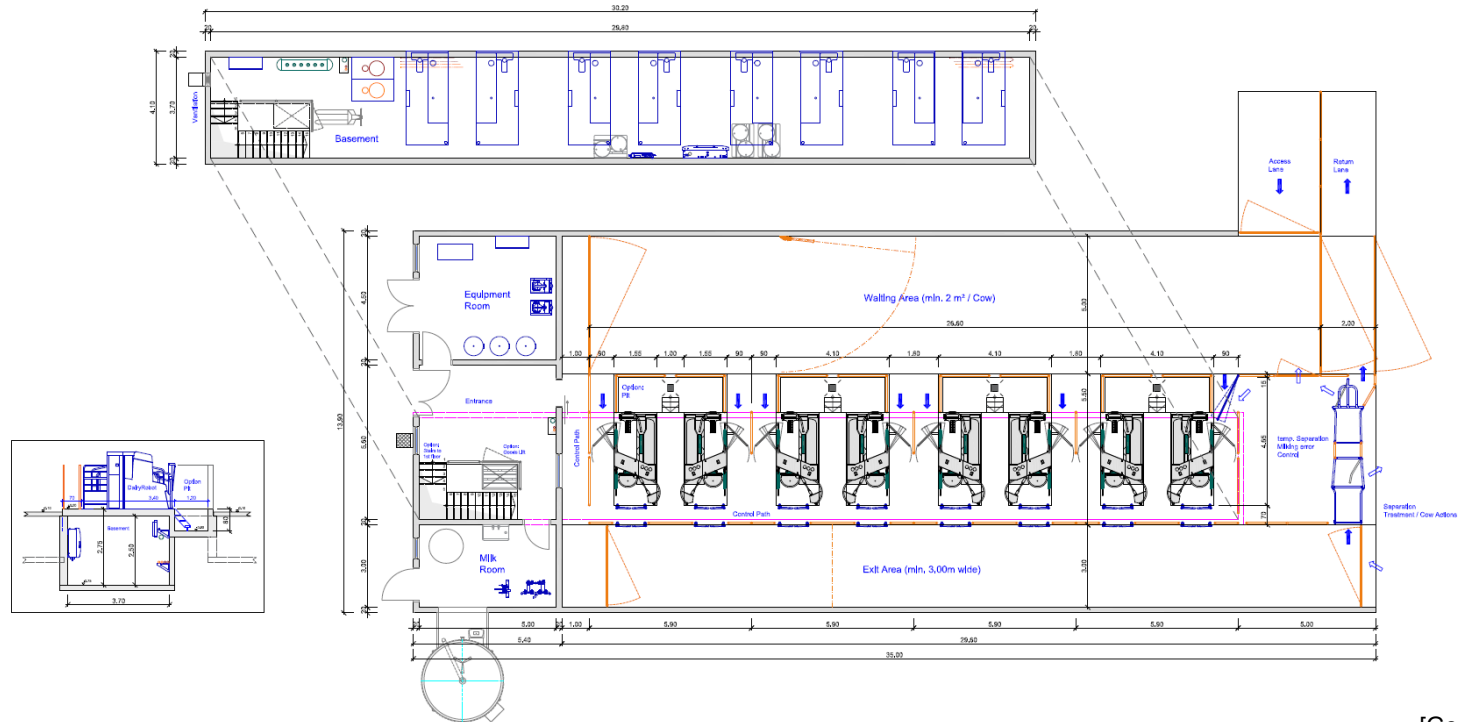


[Del25d]

Ökonomie im Batch Milking-System (nach DeLaval)

- Bsp.: 500er Kuhbetrieb
- Verfahrenskosten bei 3x täglich Melken
 - 5,3 Cent/l Milch 8 dezentrale Robotern
 - 5,6 Cent/l Milch im 50er Außenmelker
 - 6,4 Cent/l Milch mit 10 Melkboxen (Batch)
 - 6,6 Cent/l Milch mit 12 Melkboxen (Batch)
 - 6,9 Cent/l Milch mit 14 Melkboxen (Batch)
- „Batch Milking funktioniert mit gering qualifizierterem Arbeits- bzw. Melkpersonal“

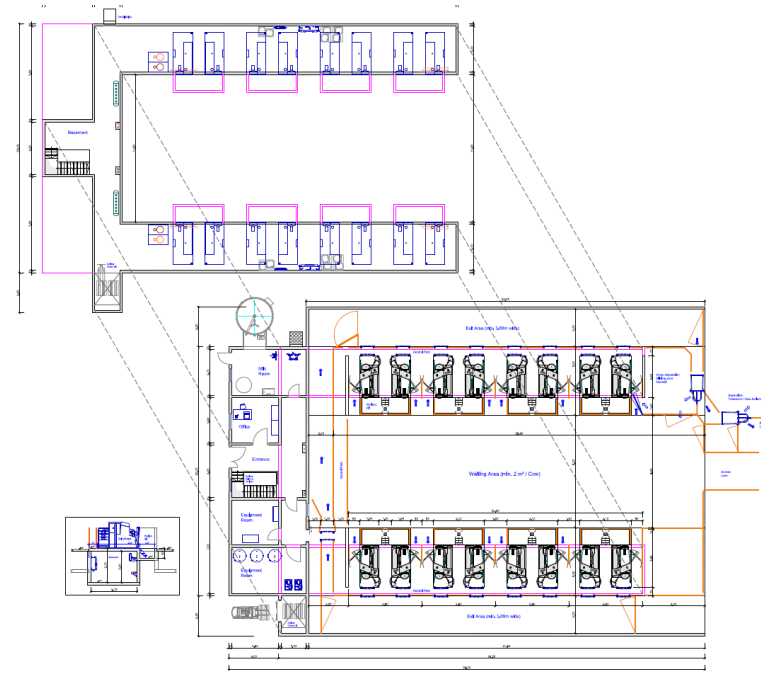
Batch Milking mit 8 Melkplätze



[Gea25b]

Leistungsfähigkeit mit 16 Melkplätze (Batch)

- Annahme 7 – 8 Kühe pro MP und Std. beim Batch
(5 Kühe pro Stunde im 2x8 FGM oder SbS /
gemeinsames Betreten und Verlassen der Gruppe)
 - 7,5 Kühe x 16 MP = 120 Kühe/ Std.
 - 240 Kühe in 2 Std.
 - 360 Kühe in 3 Std.
 - 480 Kühe in 4 Std.
- Auslastung AMS-Einzelbox
 - 50 – 70 Kühe
 - 1 AMS 50 – 70 Kühe
 - 2 AMS 100 – 140 Kühe
 - 3 AMS 150 – 210 Kühe
 - 4 AMS 200 – 280 Kühe
 - 5 AMS 250 – 350 Kühe
 - 6 AMS 300 – 420 Kühe



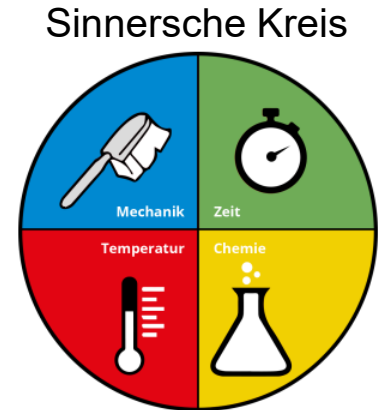
[Gea25b]

Reinigung und Desinfektion

- Geeignete Verfahren zur Sicherstellung, dass abgelieferte Rohmilch Gütekriterien bezüglich Keimzahl (< 100.000 Keime/ml), somatischer Zellen (< 400.000 Zellen/ml) und Antibiotikarückständen einhält
- Oberflächen, die mit Milch in Kontakt kommen, müssen leicht zu reinigen, zu desinfizieren sowie einwandfrei instandgehalten werden
 - Innenflächen von Lager- und Sammelbehältern
 - Milchleitungen
 - Melkzeuge und Zitzengummis
- Milchlagerbehälter werden sofort nach Entleerung, Melkanlagen nach jeder Melkzeit und automatische Melksysteme mehrmals täglich gereinigt und desinfiziert

Reinigung und Desinfektion

- Bei AMS zusätzlich zum Hauptreinigungsintervall, nach längeren Standzeiten und nach mit Antibiotika behandelten Kühen, ein Reinigungsvorgang
- Melkzeugzwischendesinfektion mit Peressigsäure oder Heißdampf nach jeder Melkung und entsprechende Hygiene bei Zitzenvorbereitung verringern Risiko für Erregerübertragung von Kuh zu Kuh
- Reinigung
 - Entfernen von organischen Resten und Bakterien
 - gute Reinigung verringert Keimbesatz um Faktor 10^3
- Desinfektion
 - verbliebene Bakterien, Viren, Sporen, Schimmelpilze werden gehemmt oder inaktiviert
 - Infizierung und Vermehrung werden verhindert
- Wirkung mittels chemische Mittel, hoher Temperaturen und mechanische Einflüsse
- Beeinflussung durch Wirkstoffkonzentration, Einwirkzeit und Wasserhärte

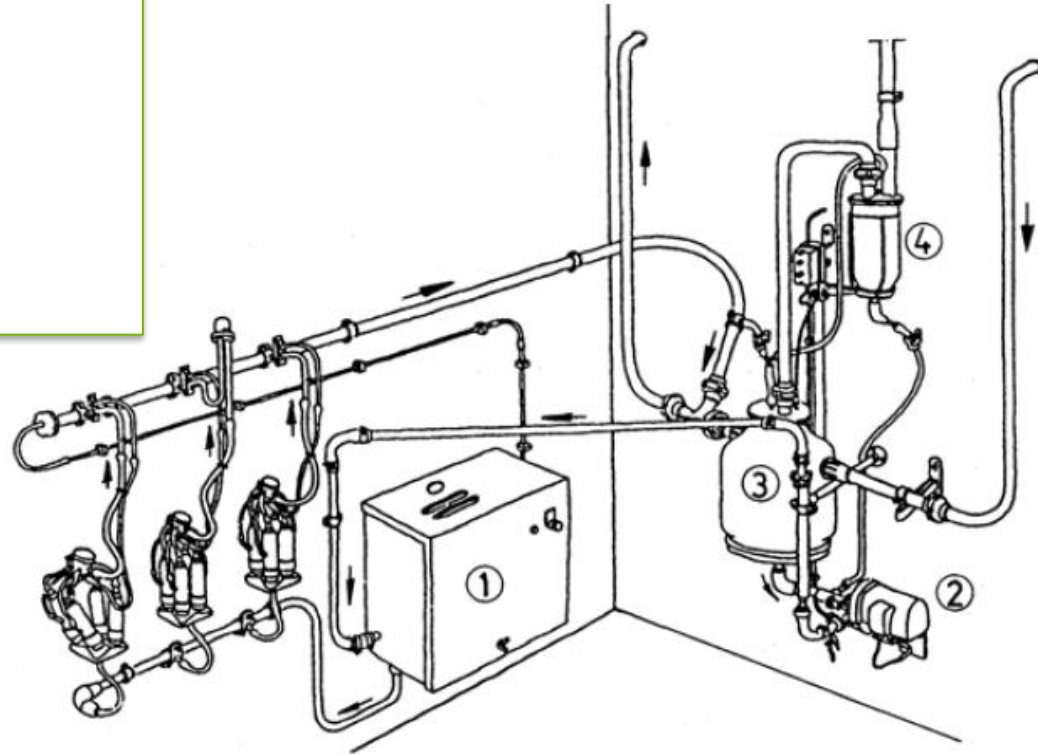


[Ben25]

Zirkulationsreinigung

- Vorspülen, Reinigung und Desinfektion, Nachspülen
(Reinigungswasser muss Trinkwasserqualität aufweisen)
 - Schmutzpartikel und Milchreste werden entfernt
 - Reinigung und Desinfektion durch Zirkulation erhitzter (40 bis 60 °C) Reinigungs- und Desinfektionslösungen sowie durch Wärme, Reinigungs- und Desinfektionsmittel und Mechanik (Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenzen)
- Wirkstoffkonzentration der Reinigungs- und Desinfektionslösung, deren Temperatur und Einwirkzeit werden durch Reinigungsautomat gesteuert
 - Erforderliche Einwirkdauer beträgt etwa 15 bis 20 Minuten
 - abwechselnd saure (gegen kalkhaltige Ablagerungen) und alkalische (gegen Eiweißablagerungen) Wasserzusätze
 - Durch Nachspülen mit Kaltwasser werden Reinigungs- und Desinfektionsmittelrückstände entfernt

Zirkulationsreinigung

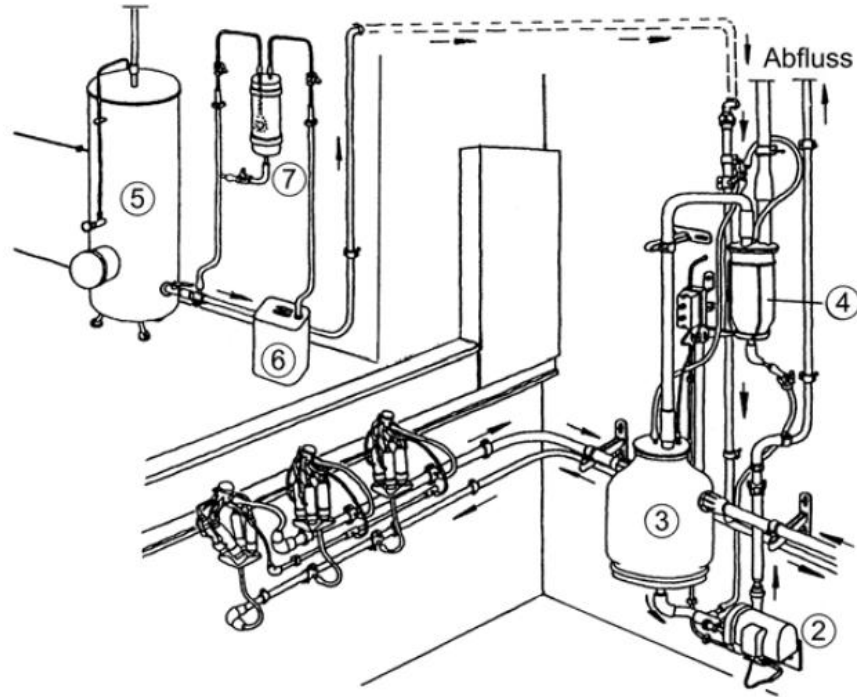


[Tec17]

Kochendwasserreinigung

- Durchströmung Melkanlage mit heißem nahezu kochendem Wasser
 - Ausgangswassertemperatur im Boiler und Wasservorrat so bemessen sein, dass alle milchführenden Bauteile ausreichend lange Erhitzung
 - Wasser kühlt sich zunächst deutlich ab und bewirkt zu Anfangs lauwarme Vorspülung
 - Erst wenn Temperatur von 77 °C über min. zwei Minuten beibehält ist Desinfektionswirkung erreicht
- Saure Zusätze wirken Kalkablagerungen entgegen und unterstützen Reinigungswirkung
 - Reinigung basiert ebenfalls auf Wasserturbulenzen
 - Desinfektionseffekt auf hohen Wassertemperaturen
- Kochendwasserreinigung benötigt insgesamt weniger Zeit als Zirkulationsreinigung
- In Melkanlagen mit kompakten Leitungssystemen eine effiziente und schnelle Reinigung und Desinfektion bei geringem Chemikalieneinsatz

Kochendwasserreinigung



[Tec17]

Milchkühlung und -lagerung

- sorgfältige Behandlung und Pflege des Lebensmittels Milch
(von Gewinnung bis zur Übergabe an Milchsammelwagen)
- Anforderungen
 - 1.000 – 5.000 Bakterien/ml beim maschinellen Melken unter hygienisch einwandfreien Bedingungen und funktionierender Reinigung und Desinfektion
(praktisch unvermeidbare Primärkontamination)
 - Grenzwert für rohe Kuhmilch 100.000 Keime/ml
(geom. Mittel aus 2 Monaten)
- Qualitätskontrolle
 - >10.000 Keime/ml Ursachenforschung betreiben
 - schlechte Reinigung und Desinfektion
 - mangelhafte Kühlung (tägliche Abholung 8 °C, zweitäglich 6 °C)

Temperatur °C	Keimzahl
0	2.400
4	2.500
6	3.100
10	11.600
16	180.000
20	450.000 (Verderb)
30	1.400.000.000 (Verderb hochgradig)

[Lan23]

Milchkühlung und -lagerung

- Einwandfreie Milchkühlung
 - baldmöglichst nach Melkbeginn einschalten (sobald Milch Rührwerk erreicht)
 - Milchttemperatur mit gut sichtbaren Thermometers 2-mal täglich überprüfen
 - in regelmäßigen Zeitabständen die Temperaturanzeige mit geeichtem Thermometer überprüfen
 - Wärmetauscher am Kühlaggregat regelmäßig reinigen
 - warme Abluft ungehindert abführen
- Schnelle Milchkühlung nur mittels techn.

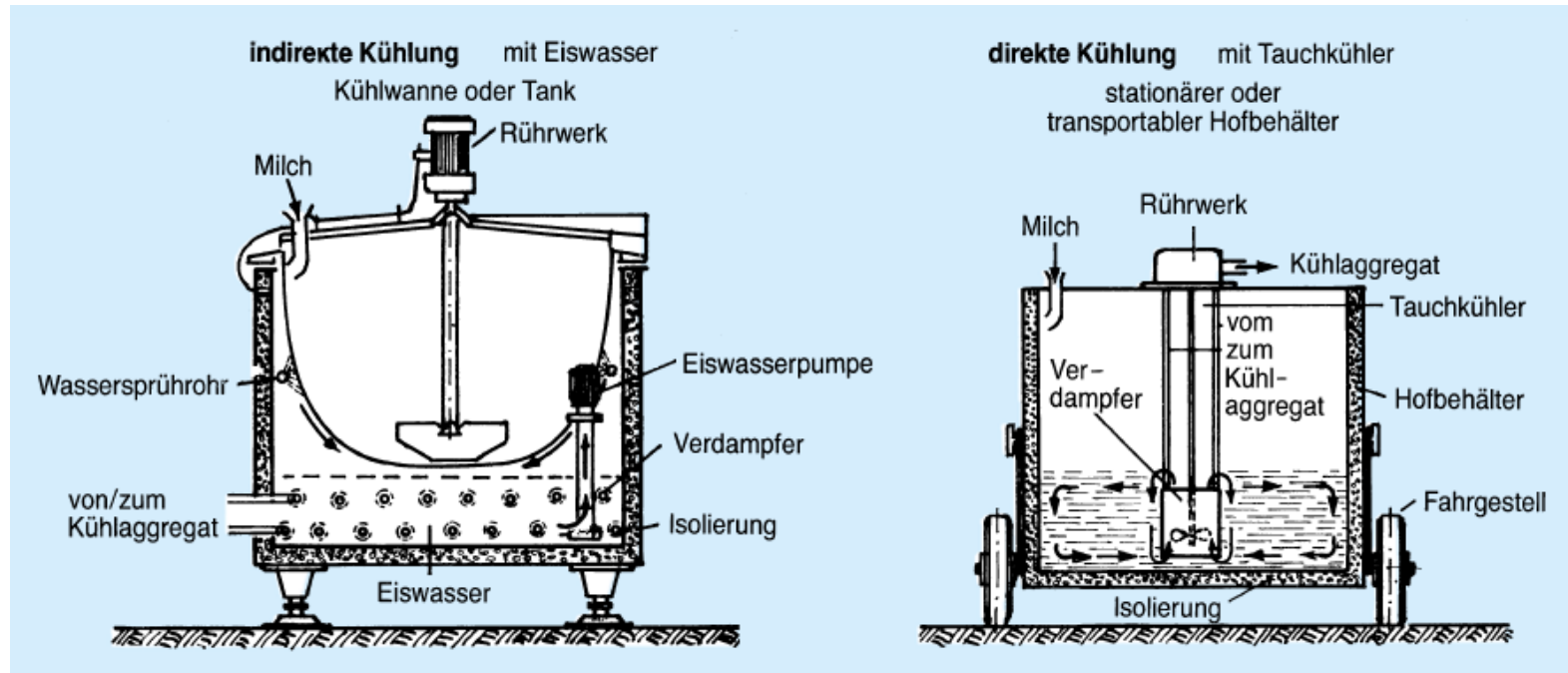
Kälteerzeugung zu gewährleisten

- indirekte Kühlung (Eiswasserkühlung)
- Direktkühlung

Kennwerte		Eiswasser kühlung	Tauchkühler 1 Hofbehälter	Direktkühlung mit	
Inhalt	l	(250) bis 20.000	(50) bis 600	Kühlwanne	Kühltank
		(250) bis 3.000	(500) bis 20.000		
Anschlusswerte je 100 l Milch	kW	0,3–0,7	0,5–0,9		
Energieverbrauch je 100 l Milch	kWh	1,8–2,6	1,5–2,2		

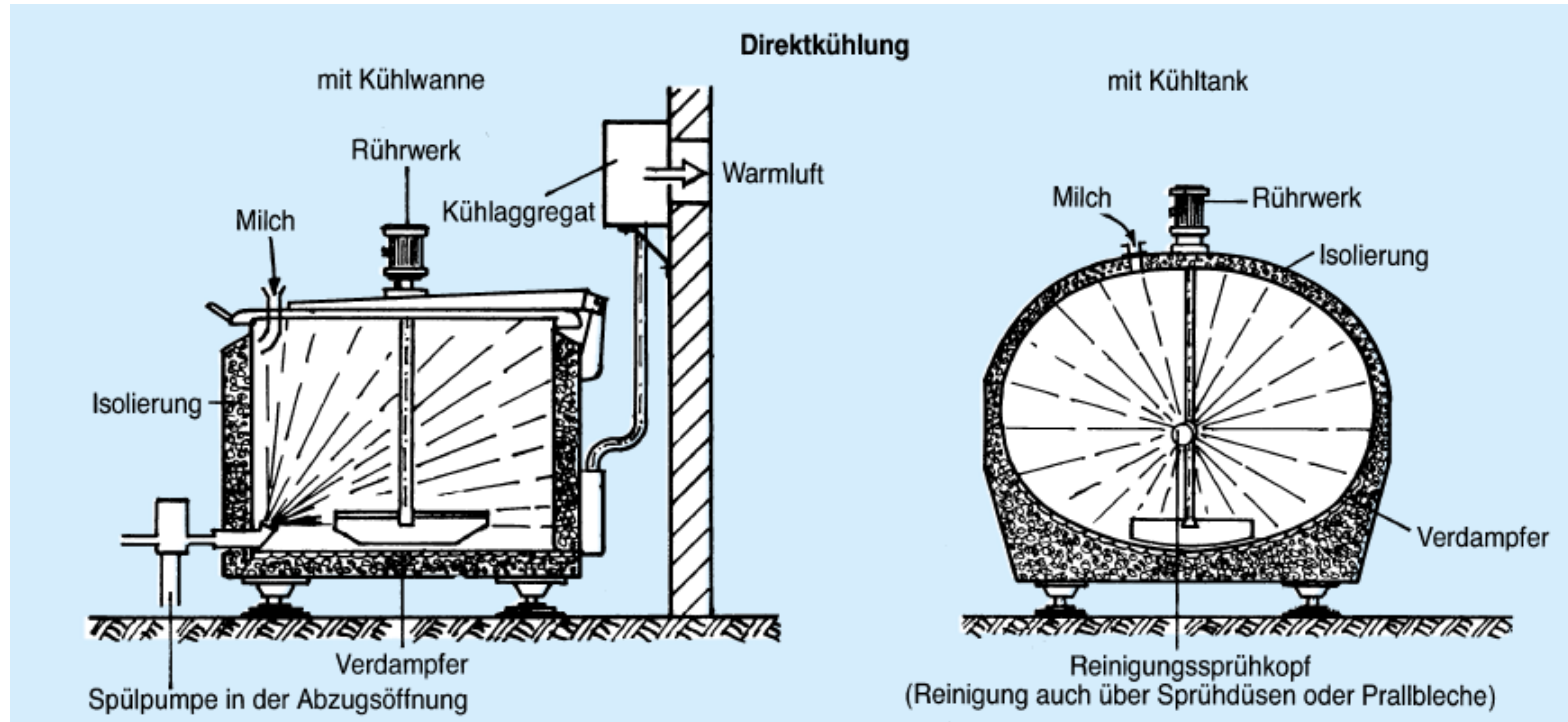
[Lan23]

Milchkühlung und -lagerung



[Lan23]

Milchkühlung und -lagerung



[Lan23]

Milchlagerung

- Einfache Erreichbarkeit gewährleisten
 - räumliche Trennung zu Tieren
 - direkter Zugang vom Stall oder WC vermeiden
 - Schmutz- und Luftschleuse
 - in Stallnähe zu Melkstand und Kälber
 - vorzugsweise Nord- bis Ostlage
 - direkte Sonneneinstrahlung vermeiden
 - Barrierefreiheit
 - Pumpleistung bei Höhenunterschieden berücksichtigen
 - 6 m Schlauchlänge beim Milchsammelwagen
 - betriebliche Erweiterungsmöglichkeiten



[Oek15]

Milchlagerung

- Aufstellung im Raum
 - zwei bis drei Seiten umgehbar
 - 0,8 – 1,0 m Platz vor Behälterauslauf
 - Platz für Reinigung, Wartung und Instandhaltung
- Weiteres Equipment im Raum
 - Druckbehälter wenn Kochendwasserreinigung
 - verschließbarer Schrank für Ersatzteile, Reinigungsmittel und Hilfsmittel zur Kontrolle Eutergesundheit
 - Gerätegestell für Milchkannen

Grundfläche eines Milchlageraumes (Richtwerte)			
Be- stands- größe	Milchlager- raum [m ²]	Arbeits- raum [m ²]	Technik- raum [m ²]
bis 20 Kühe	10 – 12	---	3 – 4
bis 40 Kühe	12 – 20	---	3 – 4
bis 80 Kühe	20 – 30	6 – 8	4 – 5
über 80 Kühe	> 30	10 – 14	4 – 10

[Oek15]

Milchlagerung

- Bodengestaltung
 - wasserundurchlässig, säure- und laugenbeständig
 - rutschfest
 - Gefälle mit Bodenablauf und Geruchsverschluss
- Wand und Decke
 - Dichtheit gegen Insekten und Schädner
 - ausreichenden baulichen Wärmeschutz
 - min. U-Wert von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Vermeidung von Tauwasser, gegen Frosteinwirkung und übermäßige Erwärmung
 - bis 1,5 m Höhe Waschbarkeit der Wände und darüber feuchtigkeitsbeständiger und diffusionsoffener Anstrich



[Oek15]

Milchkühlung und -lagerung

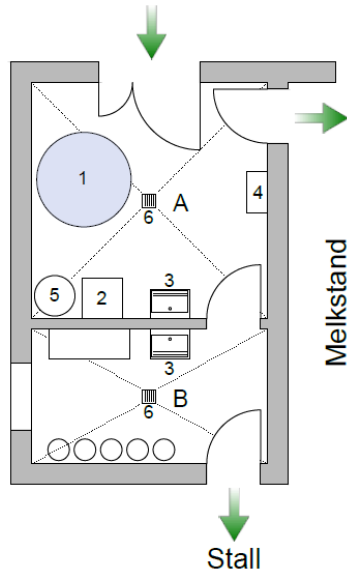
- Zweiflügelige Außentüren für Austausch von Milchlagerbehälter
- Raumlüftung
 - zwangsweise über Abluftventilator
 - frei über Fenster oder Fenstertüren
- Raumtemperierung
- Wasser und Abwasser
- Beleuchtung



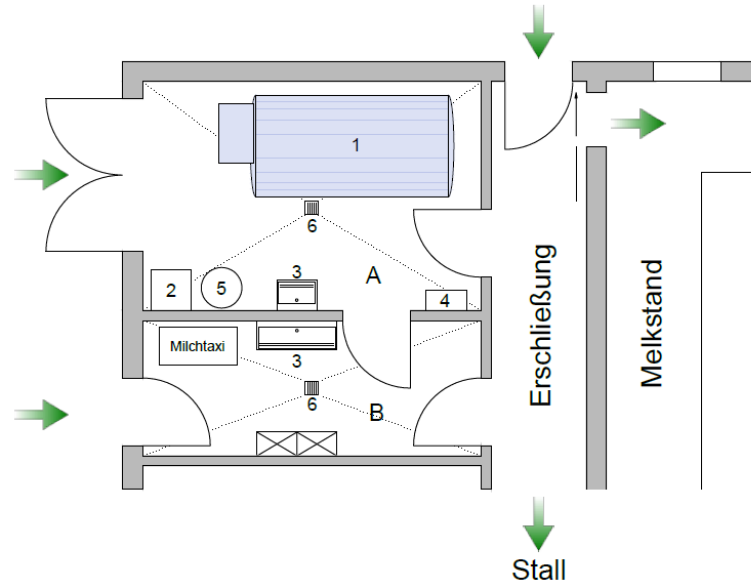
[Oek15]

Milchkühlung und -lagerung

Kleiner Milchlagerraum



Großer Milchlagerraum



LEGENDE

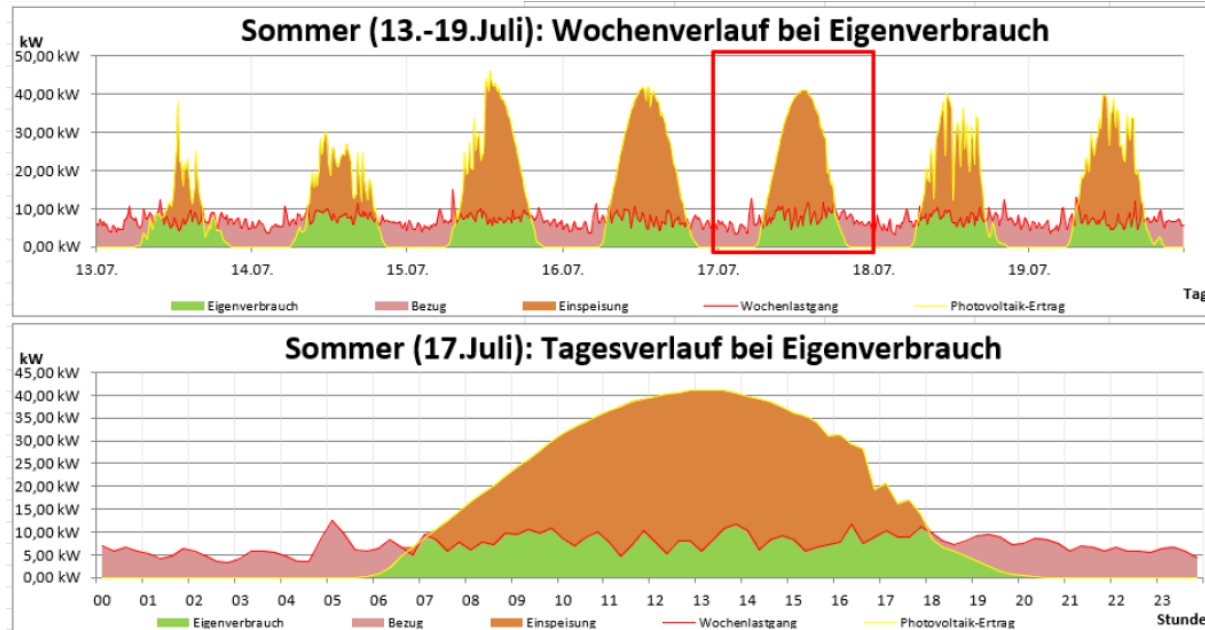
- A Milchlagerraum
- B Arbeitsraum
- 1 Milchlagerbehälter
- 2 Reinigungsautomat
- 3 Waschbecken
- 4 Hygieneschrank
- 5 Warmwasserbereitung
- 6 Abfluss

Abbildungen: LK OÖ

[Oek15]

Lastgang im AMS-Betrieb

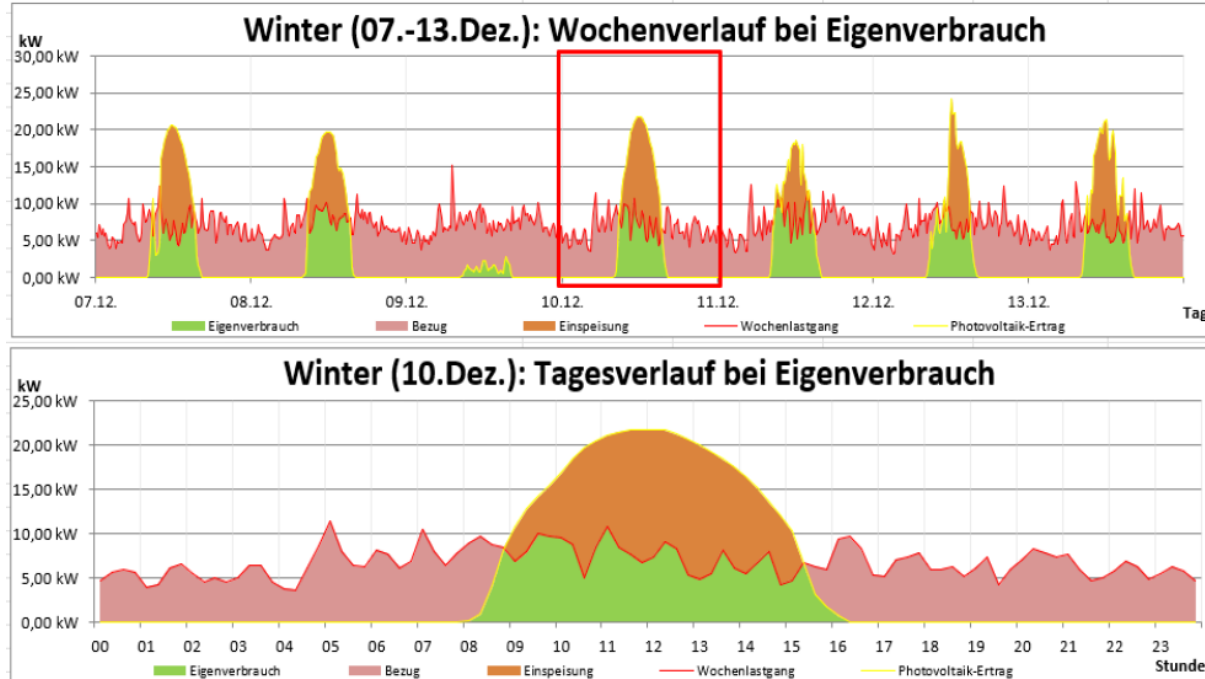
- Sehr gleichmäßiger Lastgang
- PV ohne Akku



[Ene25]

Lastgang im AMS-Betrieb

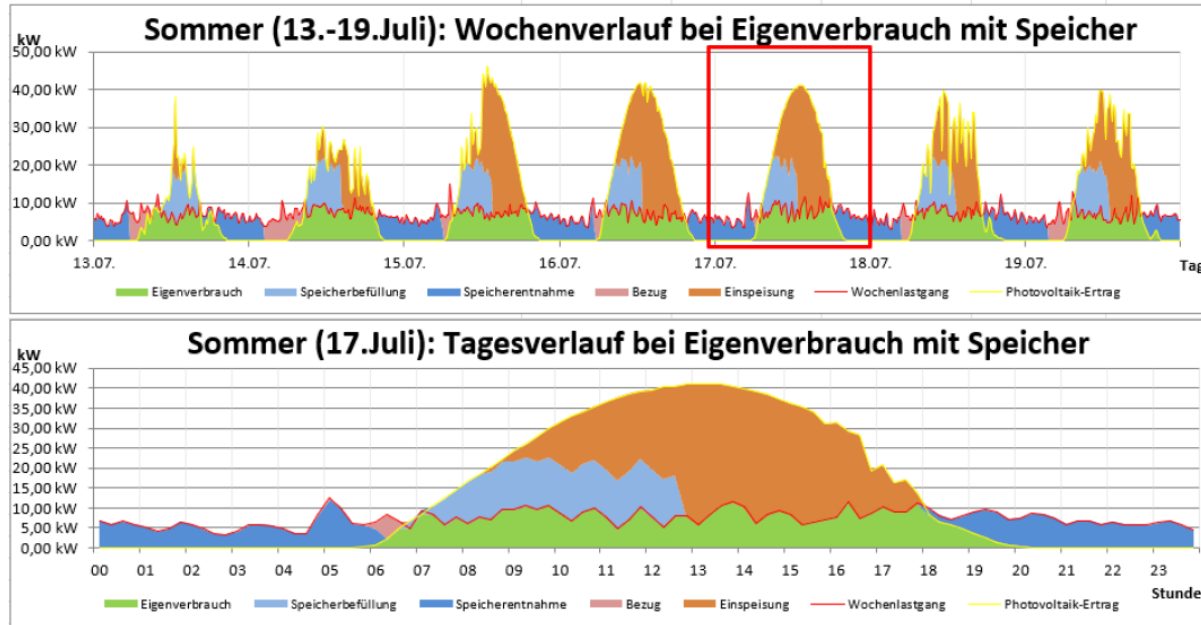
- Sehr gleichmäßiger Lastgang
- PV ohne Akku



[Ene25]

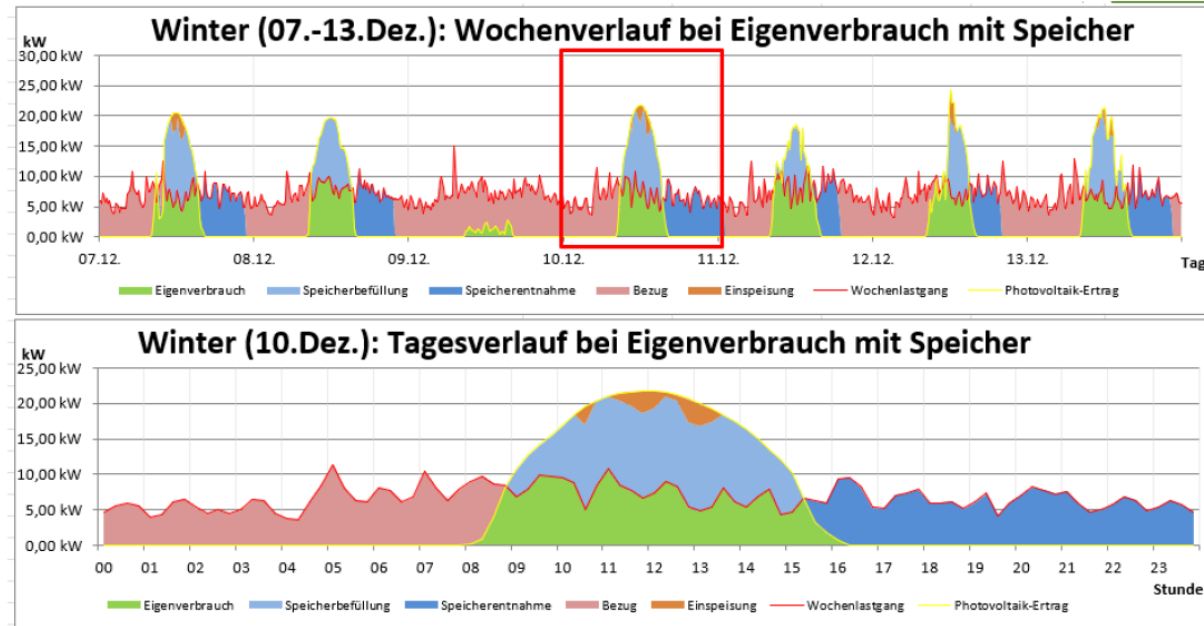
Lastgang im AMS-Betrieb

- Sehr gleichmäßiger Lastgang
- PV mit Akku
- Kaum Bezug



[Ene25]

Lastgang im AMS-Betrieb

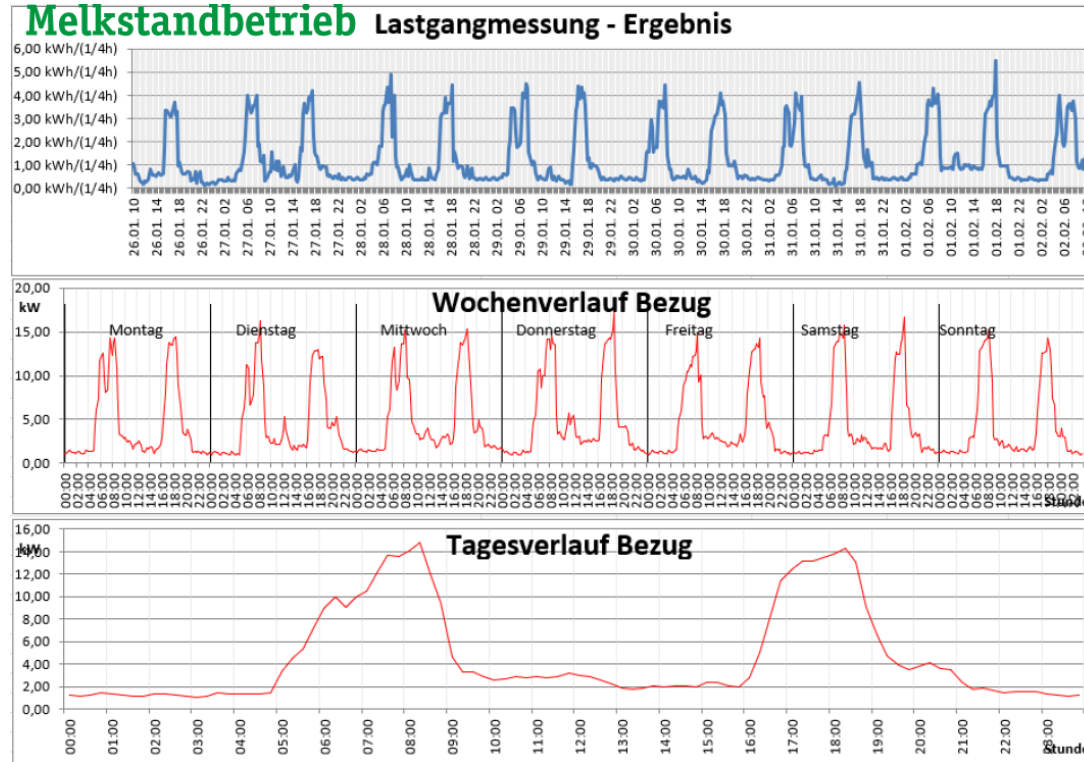


- Sehr gleichmäßiger Lastgang
- PV mit Akku
- Vormittags Bezug

[Ene25]

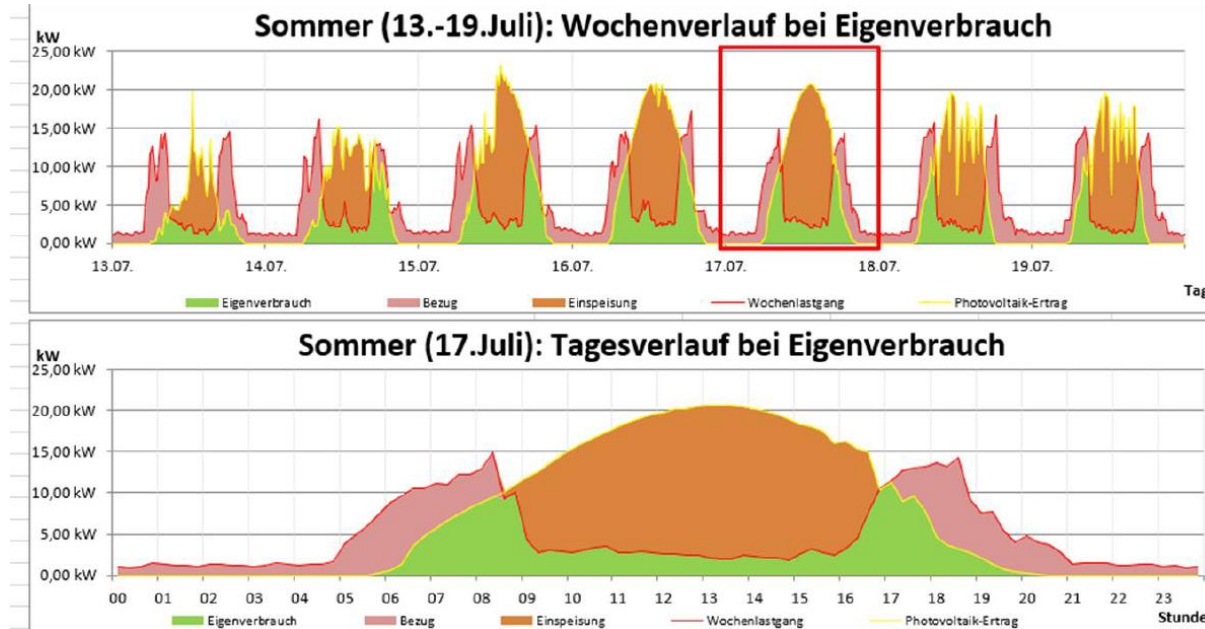
Lastgang im Melkstand-Betrieb

- Lastspitzen zu den Melkzeiten



[Ene25]

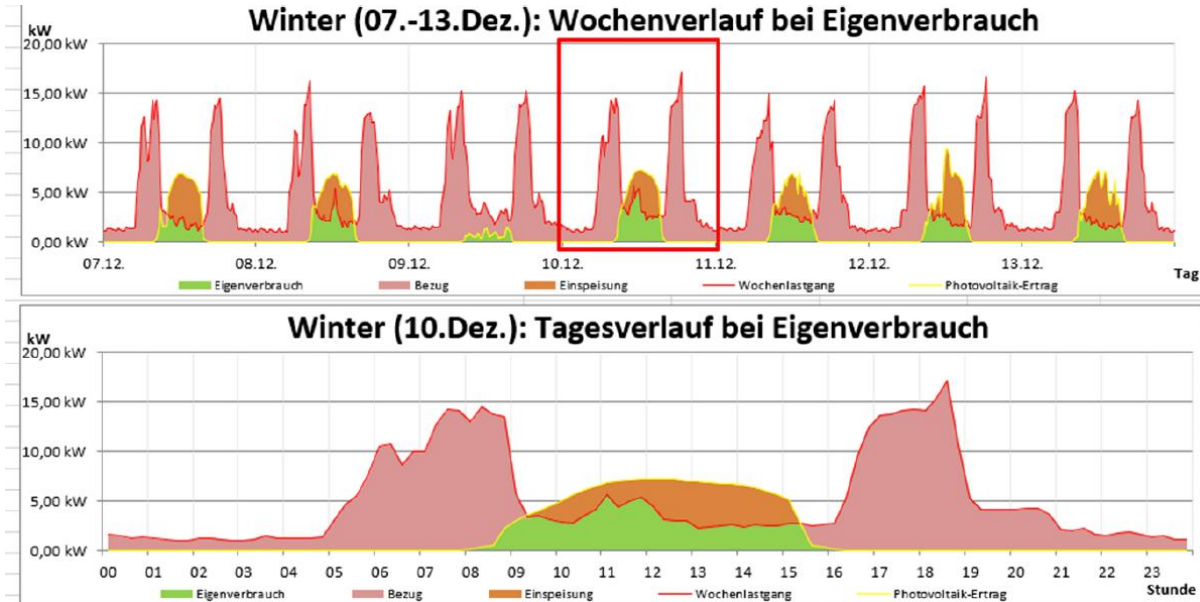
Lastgang im Melkstand-Betrieb



- Lastspitzen zu den Melkzeiten
- PV ohne Akku
- Lastspitzen außerhalb des PV-Peaks

[Ene25]

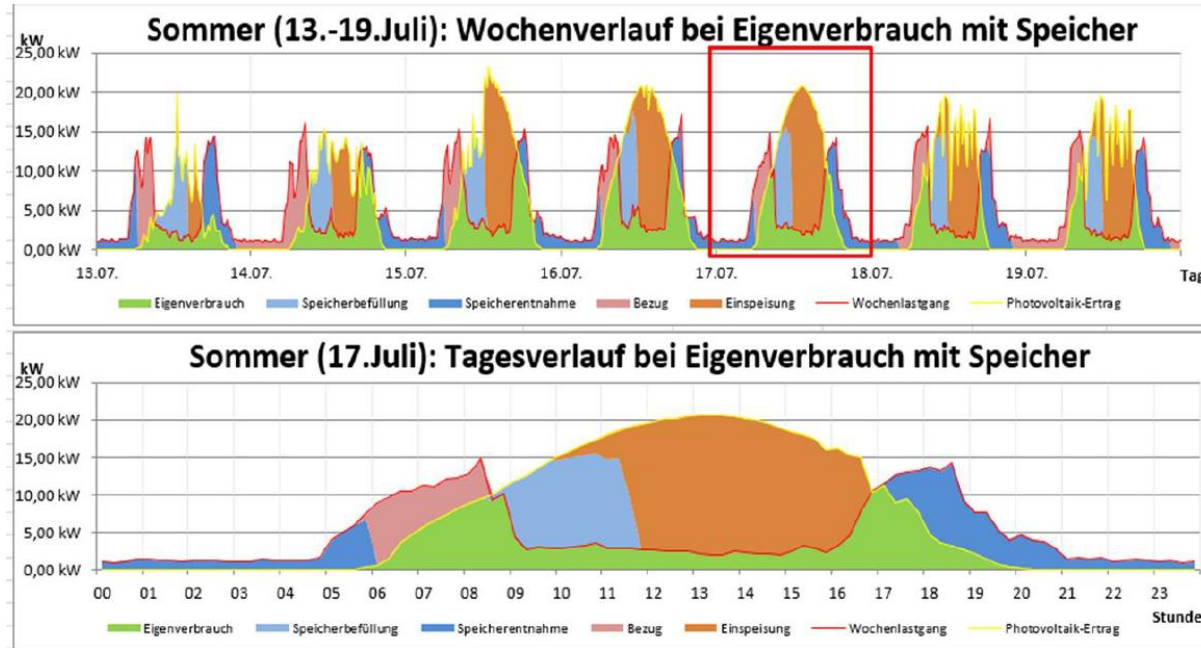
Lastgang im Melkstand-Betrieb



- Lastspitzen zu den Melkzeiten
- PV ohne Akku
- Lastspitzen außerhalb des PV-Peaks

[Ene25]

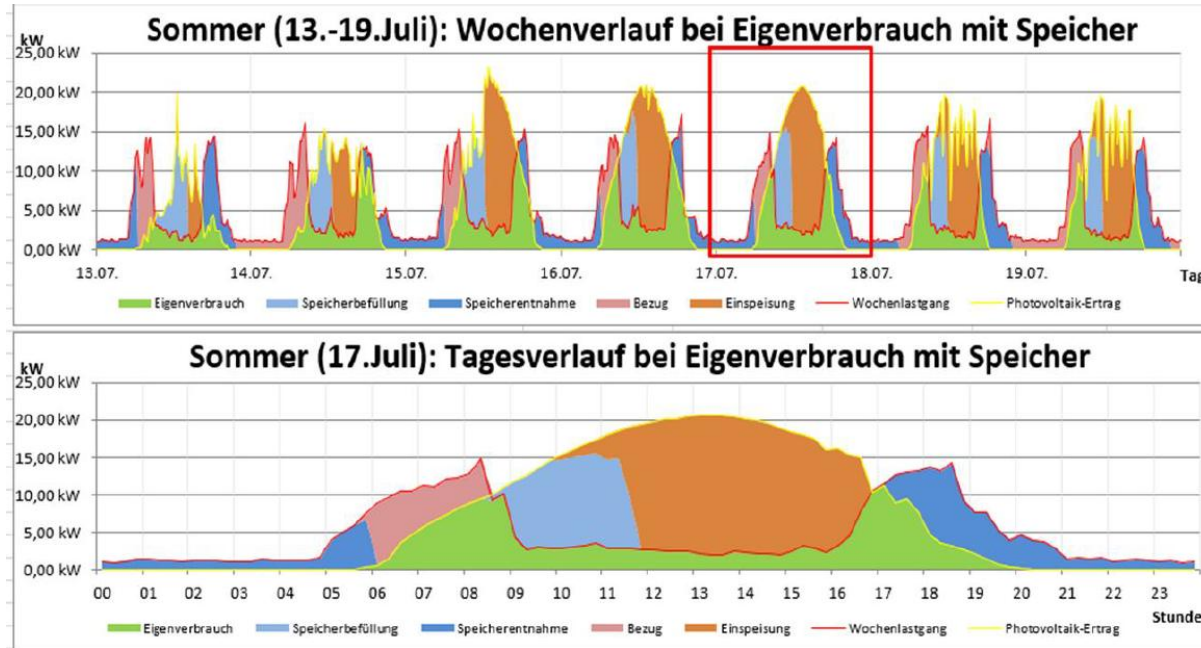
Lastgang im Melkstand-Betrieb



- Lastspitzen zu den Melkzeiten
- PV mit Akku
- Akku schafft nicht Vormittagspeak im Sommer

[Ene25]

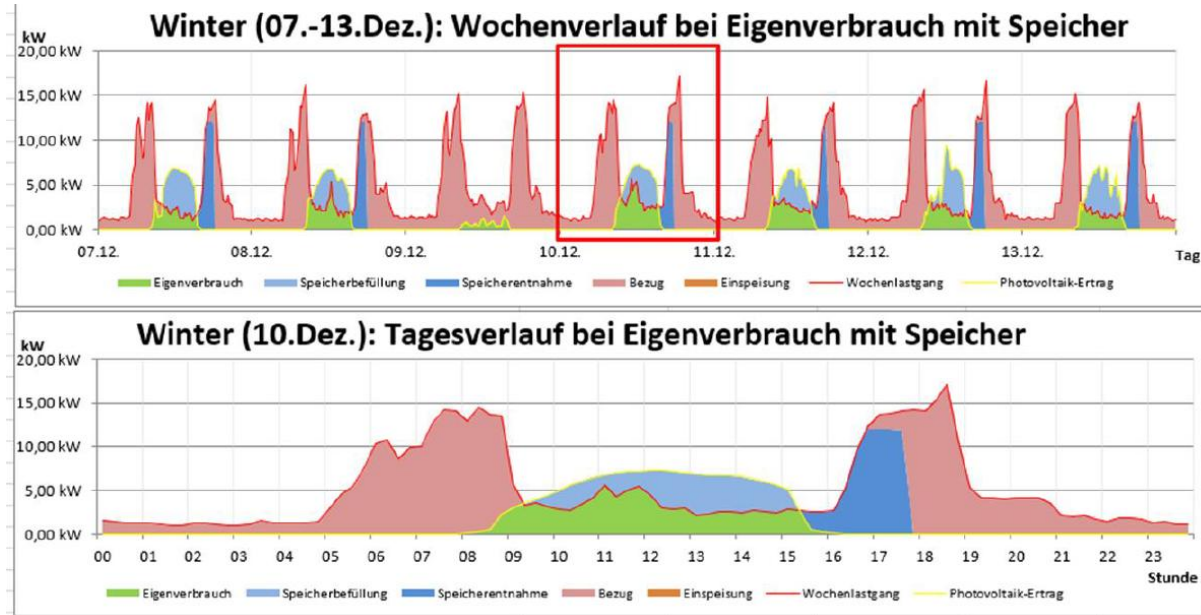
Lastgang im Melkstand-Betrieb



- Lastspitzen zu den Melkzeiten
- PV mit Akku
- Akku schafft nicht Vormittagspeak im Sommer

[Ene25]

Lastgang im Melkstand-Betrieb



- Lastspitzen zu den Melkzeiten
- PV mit Akku
- Speichereffekt im Winter sehr schnell aufgebraucht

[Ene25]

DANKE

für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Daniel Werner

SoSe 2026

*Applied Sciences
for Life*

Quellenverzeichnis

- [Bay25a] <https://www.bayerischerbauernverband.de/sites/default/files/2019-11/2019-11-20-kombinationshaltung-grafik.pdf>, letzter Zugriff 02.2025
- [You26h] https://www.youtube.com/watch?v=cDLk0_vin8M, letzter Zugriff 02.2026
- [Agr25] <https://agrargeschichte.museum-digital.de/data/agrargeschichte/resources/documents/201407/27113541309.pdf>, letzter Zugriff 03.2025
- [Agr25e] <https://www.agrar-dresden.de/projekt-kuhgarten/unser-vorhaben/>, letzter Zugriff 10.2025, letzter Zugriff 10.2025
- [Alb25] https://www.alb-hessen.de/downloads/Vortrag_Moecklinghoff-Wicke_16102014.pdf, letzter Zugriff 03.2025
- [And25] <https://de.andersbeton.com/producten/eco-roostervloeren>, letzter Zugriff 03.2025
- [Ben25] <https://benke.ch/tipps-tricks/wissenswertes-sinner-scher-kreis/>, letzter Zugriff 05.2025
- [Ber25] <https://www.bera-stall.ch/images/MediaDir/SpeedflexLiegeboxenbuegelD.pdf>, letzter Zugriff 02.2025
- [Bio25] https://www.bioret-agri.de/wp-content/uploads/2022/08/AQUACLIM-AQUASTAR_BioretAgri2022_Download.pdf, letzter Zugriff 02.2025
- [Bod25] <https://www.boden-max.de/kalkstrohmratze>, letzter Zugriff 02.2025
- [Bre25] <https://www.bressel-lade.de/de/produkt/ballenabwickler-b80>, letzter Zugriff 02.2025
- [Bun22] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Milchkühe, 2022
- [Bue25] Wolfgang Büscher, Universität Bonn, 2025
- [Cat24] <https://cattlehub.de/>, letzter Zugriff 05.2024
- [Con25] <https://contoterzista.edagricole.it/news/zootechnia-dossier-meccanizzazione/>, letzter Zugriff 05.2024
- [Del25] <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/futterung/stationarmischer/>, letzter Zugriff 09.2025
- [Del25a] <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/entmistung/delaval-spaltenroboter-rs450-und-rs450-ws/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Del25b] <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/futterung/delaval-optimat/>, letzter Zugriff 05.2024
- [Del25c] <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/melkausrustung/milchkammer/vakuumpumpen/>, letzter Zugriff 05.2025
- [Del25d] <https://www.delaval.com/de/unsere-losungen/melken/delaval-vms-serie/delaval-vmstm-batch-milking>, letzter Zugriff 10.2025
- [Deu25] <https://www.deutsche-thermo.de/wiki/heutrocknungsanlage-heutrocknung-mit-warmluft/>, letzter Zugriff 09.2025
- [Die25] <https://www.die-stallprofis.de/stallbodenbearbeitung>, letzter Zugriff 10.2025, letzter Zugriff 10.2025
- [DlG10] DLG-Merkblatt 365: Stationäre Entmistungssysteme für planbefestigte Laufflächen in Milchviehställen, 2010
- [DlG12] DLG-Merkblatt 379: Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe, 2. Auflage, Stand 10.2012
- [DlG14] DLG Merkblatt 398: Automatische Fütterungssysteme für Rinder: Technik – Leistung – Planungshinweise, 2014
- [Due23] Düsser Milchviehforum: Kompostierungsstall Kriesmann, 2023

Quellenverzeichnis

- [Eip25] https://eip-rind.de/docs/3_Fressstaende.pdf, letzter Zugriff 05.2025
- [Ene25] https://www.energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm, letzter Zugriff 04.2025
- [Far24] <https://www.farming.plus/de/c/liegeboxenbuegel-cns-surselva-20.10694>, letzter Zugriff 02.2025
- [Fel25] <https://www.felder-stall.com/entmistung>, letzter Zugriff 03.2025
- [Gea25a] <https://www.gea.com/de/products/milking-farming-barn/dairyfeed-feeding-systems/feeding-robot-dairyfeed-f4500/>, letzter Zugriff 09.2025
- [Gea25b] <https://www.gea.com/de/products/milking-farming-barn/promanure-manure-handling/manure-handling-cleaner/manure-scraper-robot-srone/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Gru25] <https://www.grueter.swiss/produkte/weichbettmatte-dutch-mountain/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Han25] <https://hanskamp.com/de/losungen/freilebenstall-2/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Hub25] <https://kuh-komfort-huber.com/produkte/liegeboxenbelaeger/>, letzter Zugriff 02.2025
- [Joz25] <https://joz.nl/app/uploads/2019/10/JOZ-Innovative-Entmistungssysteme-DE.pdf>, letzter Zugriff 03.2025
- [Jun17] Jungbluth, Büscher, Krause: Technik Tierhaltung, 2. Auflage, utb-Verlag, 2017
- [Kra25] <https://kraiburg-elastik.de/>, letzter Zugriff 05.2025
- [Kri25] <https://www.krieger-ag.ch/de/produkte/rindvieh/liegebereich/liegeboxe-comfort.html>, letzter Zugriff 02.2025
- [Kri26] <https://w-kristen.com/innovation-ist-staendig-unser-thema/>, letzter Zugriff 03.2026
- [Kru25] <https://kruse-agrartechnik.de/produkt/sgariboldi-mav6217-4ws/>, letzter Zugriff 09.2025
- [Ktb24] KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2024/25, Ausgabe 2024
- [Kuh25] <https://kuh-komfort-huber.com/produkte/liegeboxenbelaeger/ht-kombibox/>, letzter Zugriff 02.2025
- [Lan23] Hammerl/Klauke (Hrsg.): Landwirtschaftliche Tierhaltung, 15. Auflage, 978-3-8186-1507-9
- [Lbm25] <https://lbmueller.de/selbstfahrer/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Mil25] <https://www.die-milchkontrolle.de/elearning/klauengesundheit/modul-8/liegeboxen/>, letzter Zugriff 02.2025
- [Nut09] Hoy, S. (Hrsg.): Nutztierethologie, 2009, 978-3-8252-3312-9
- [Nut25] <https://www.nutztierhaltung.de/rind/milch/stallbau/zukunftsfaehige-milchviehhaltung/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Oek15] ÖKL-Merkblatt: Milchlagerung, Nr. 12, 6. Auflage, 2015
- [Oek25] <https://oekl-bauen.at/cms/topics/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Oek26] <https://oekl-bauen.at/cms/topics>, letzter Zugriff 03.2026

Quellenverzeichnis

- [Pav25] https://pavidensa.ch/fileadmin/user_upload/pavidensa/public/downloads/de/technik/empfehlungen/gussasphalt/Ausfuehrung_von_Bodenbelaeagen_aus_Gussasphalt_fuer_Rinderstaelle.pdf, letzter Zugriff 03.2025
- [Pel22] Andreas Pelzer, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2022
- [Pis26] Ludwig Piser: Entwicklung der Fütterungssysteme in der Rinderhaltung in den letzten zwei Jahrzehnten mit dem Fokus wie diese zur optimalen Versorgung der Tiere beitragen und wie umweltfreundlich diese Systeme sind, Masterarbeit, 2026
- [Pit24a] Sabine Pittgens: Bauliche Details einer Hochbox für Kühe der Rasse Deutsche Holstein, LWK NRW, Bauberatung, 12.2024
- [Pit24b] Sabine Pittgens: Bauliche Details einer Tiefbox für Kühe der Rasse Deutsche Holstein, LWK NRW, Bauberatung, 12.2024
- [Pri25] <https://prinzing.eu/de/entmistungstechnik/produkt/p/19/30/schieber/faltschieber/>, letzter Zugriff 03.2025
- [Pro25] <https://www.profi.de/test/test-veredlungstechnik/sagemehl-einstreugerate-ag-maxi-und-flingk-se-250-im-test-30681.html>, letzter Zugriff 01.2025
- [Rau25a] https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/Science_Day/September/Verhalten%20von%20Rindern%20und%20Anwendung%20auf%20den%20Stallbau%20Ofner-Schr%C3%B6ck.pdf, letzter Zugriff 01.2025
- [Rau25b] https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/FODOK/3636-wt-beev-komp/fodok_3_18042_aubpoell_kompoststall_biotagg_nov2016.pdf, letzter Zugriff 03.2025
- [Sch20] Maximilian Schmidt: Kalk im Stall, DLG Verlag, 2024
- [Sch25] <https://www.schauer-agrotronic.com/rinderstall/guelle-u-entmistungssysteme/entmistungstroter>, letzter Zugriff 03.2025
- [Sim20] Wibke Simon: Kuhtoilette am Standort des VBZL Haus Düsse, 2020
- [Sta25b] <https://www.stallbedarf24.de/liegeboxenbuegel-classic/334526>, letzter Zugriff 02.2025
- [Sta25c] <https://www.stallbedarf24.de/patura-bugbegrenzung>, letzter Zugriff 02.2025
- [Tec17] T. Jungbluth, W. Büscher, M. Krause: Technik Tierhaltung, 2. Auflage, 2017, 978-3-8252-4243-5
- [Tra25] https://www.traunsteiner-stall.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Prospekte_PDF_Download/Spinder-Wasserbett-Prospekt.pdf, letzter Zugriff 02.2025
- [Uni25] <http://www.universalschieber.de/landwirtschaft.html>, letzter Zugriff 03.2025
- [Wac25] <https://wachtendorf-klauenpflege.de/de/beton-und-gussasphalt-schleifen/>, letzter Zugriff 10.2025, letzter Zugriff 10.2025
- [Was25] <https://wasserbauer.at/produkte/cabrio-siloabdecksystem>, letzter Zugriff 03.2025
- [Was25] https://wasserbauer.at/fileadmin/user_upload/Lift_productsheet_de.pdf, letzter Zugriff 05.2025
- [Woe25] <https://woelfleder.at/produkte/einstreuroboter>, letzter Zugriff 02.2025
- [Wol25] <https://wolfsystem.de/agrarbau/>, letzter Zugriff 03.2025

Quellenverzeichnis

[You25a]	https://www.youtube.com/watch?v=3pHtwy1j2c , letzter Zugriff 02.2025
[You25b]	https://www.youtube.com/watch?v=KEI7DyJRQgk , letzter Zugriff 02.2025
[You25c]	https://www.youtube.com/watch?v=BWIGDVo7n4 , letzter Zugriff 09.2025
[You25c]	https://www.youtube.com/watch?v=fPAItOenNRw&t=72s , letzter Zugriff 03.2025
[You25d]	https://www.youtube.com/watch?v=RQY43ghQab8&t=428s , letzter Zugriff 05.2025
[You25k]	https://www.youtube.com/watch?v=GDhdsIPJu0w , letzter Zugriff 10.2025
[You25l]	https://www.youtube.com/watch?v=8mPA6Fvbs6o , letzter Zugriff 10.2025
[You26m]	https://www.youtube.com/watch?v=LMj5IDhdSAA , letzter Zugriff 03.2026
[You26w]	https://www.youtube.com/watch?v=5syaeuH1rRI , letzter Zugriff 04.2026
[You26x]	https://www.youtube.com/watch?v=zyCxAT7QhPS0&t=10s , letzter Zugriff 04.2026
[You26aa]	https://www.youtube.com/watch?v=J0S2p9O1A2A , letzter Zugriff 04.2026
[You26ab]	https://www.youtube.com/watch?v=wiP2Xn9trs4 , letzter Zugriff 04.2026