

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

Aufbau und Funktion Melkanlage

- Vakuumpumpe erzeugt Unterdruck
 - Milch als auch Luft strömen über Melkzeug bzw. langen Milchschauch in Melkleitung
 - Luft wird – je nach Melkanlagentyp – im Eimer bzw. Milchabscheider von ermolkene Milch getrennt und über Luftleitung und Vakuumpumpe nach draußen gefördert

- Milchpumpe fördert Milch aus Milchabscheider in Milchtank

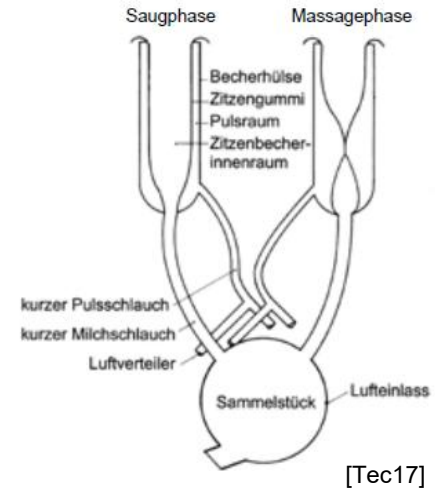
Vakuumpumpe mit Direktantrieb



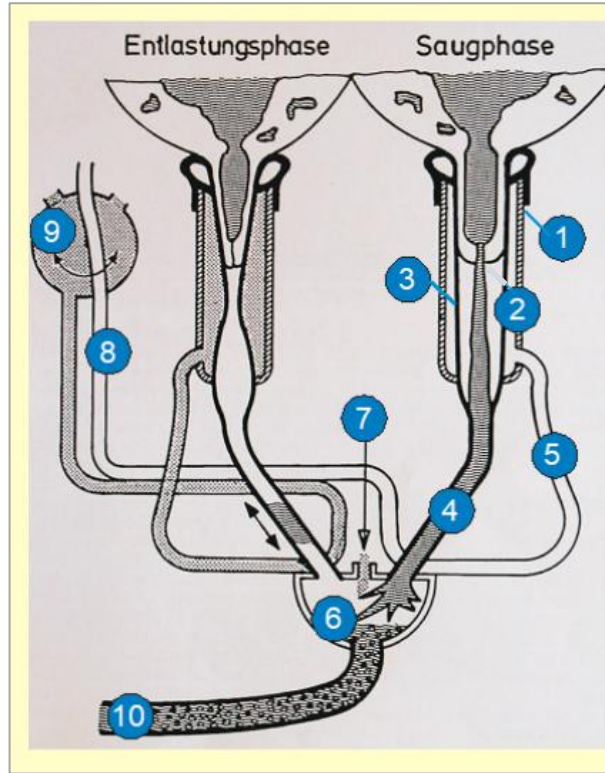
[Del25c]

Aufbau und Funktion Melkanlage

- Melkzeug besteht aus vier Melkbechern - jeder mit einem kurzen Milch- und Pulschlauch und Sammelstück verbunden
 - Über kurze Milchschräuche wird im Melkbecherinnenraum Unterdruck aufgebaut (Luft und Milch werden zum Sammelstück weitergeleitet)
 - Über langen Milchschräuch und die Melkleitung gelangt Milch in Milchabscheider (Endeinheit - von dort in Milchtank)
- Lufteinlass am Melkzeug (i. d. R. am Sammelstück) unterstützt Weitertransport der Milch in Richtung Milchabscheider



Aufbau und Funktion Melkanlage



Eimermelkanlage

- Erste Entwicklungsstufe der Melktechnik nach dem Handmelken
- Im Betriebsraum befinden sich Vakuumpumpe mit Vakuumtank sowie Regelventil
- Luftleitung als Verbindung in den Stall
- Im Stall sind Vakuummeter und mehrere Vakuumanschlüsse
- Melkeimer und darauf angebrachter Pulsator über Vakuumschlauch mit Luftleitung und über langen Puls- und Milchschauch mit Melkzeug verbunden
- Milch gelangt durch kurzen Milchschauch in Sammelstück und weiter durch langen Milchschauch in Melkeimer
- Im Melkeimer nach Prinzip Schwerkraft Trennung von Milch und Luft
 - Luft wird über Vakuumschlauch und Luftleitung in Richtung Vakuumpumpe befördert
 - Milch verbleibt im Eimer, welcher anschließend zum Milchsammelbehälter getragen und ausgeleert wird

Eimermelkanlage

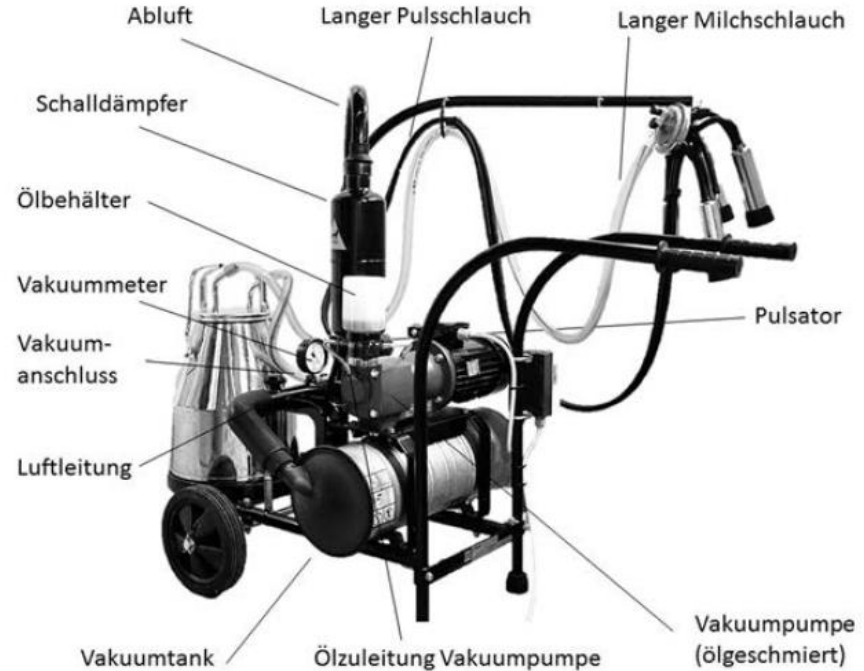
- Vollgefüllte Eimer je nach Größe etwa 25 - 35 kg (körperliche Schwerstarbeit)
- Ein Melker kann zwei bis drei Melkzeuge gleichzeitig bedienen
- Unterschied zwischen Eimer- und Kannenmelkanlage besteht im Unterschied Melkeimer zum Tragen zu Transportkanne mit mehr als zwei Melkzeugen
- Arbeitswirtschaftliche Weiterentwicklung hin zur Rohrmelkanlage
- Melkeimer heutzutage noch im Einsatz wenn Milch nicht in Tank soll/ darf
 - Kolostralmilch
 - Milch von medizinisch behandelten Tieren

Eimermelkanlage



Mobile Eimermelkanlage

- Geschlossene Einheit mit eigenem Leitungssystem, Pulsator, Regelventil, Vakuumtank und Vakuumpumpe
- Vorteilhaft wenn Kühe in separaten Bereich (z. B. Abkalben) gemolken werden und kein Anschluss zur Vakuumpumpe vorhanden ist



[Tec17]

Rohrmelkanlage



Rohrmelkanlage

- Vorteile der Rohrmelkanlage im Vergleich zur Eimermelkanlage
 - Wegfall des manuellen Milchtransportes - Eimer tragen als größte körperliche Arbeitsleistung
 - technische Weiterentwicklung mit gleichzeitiger Bedienung von 3 bis 4 Melkzeugen
- Nachteile
 - Körperhaltung beim Ansetzen und Abnehmen der Melkzeuge ungünstig und physisch belastend
 - keine spezifische Anpassung an die Anforderungen der Milchkuh
- Rohrmelkanlage im Melkstand bietet Verbesserungen
 - Standniveau des Melkers (Arbeit in aufrechter Körperhaltung)
 - Melkleitung liegt unter Niveau der Melkzeuge, sodass Milch durch natürliches Gefälle abfließen kann (kein zusätzliches Vakkum für Milchtransport notwendig)
 - Gesamte Melkanlage ist wesentlich kompakter (kürzere Wege, bessere Übersicht)

Melkstand

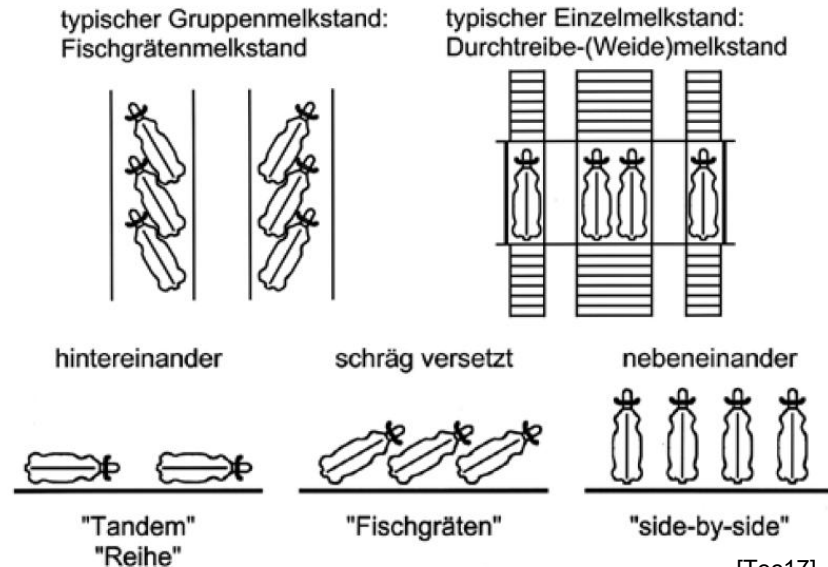


Melkstände

- Unterscheidung der Melkstandformen in Einzelmelkstände und Gruppenmelkstände und nach Anordnung der Kühe im Melkstand
- Im Einzelmelkstand betritt und verlässt jede Kuh einzeln und unabhängig von anderen Tieren den Melkstand
 - Durchtreibe-(Weide-)Melkstand
 - Tandemmelkstand
- Melkplatzbelegungsrate im Einzelmelkstand am höchsten
 - Melkplätze werden nicht durch wartende Kühe blockiert
 - Melkplatzbelegung je Kuh im Mittel 8 min / 7 Kühe je Melkplatz und Stunde
 - 7 min mittlere Melkdauer pro Kuh
 - 1 min für Ein- und Austrieb sowie vor- und nachbereitende Arbeiten am Euter

Gruppenmelkstände

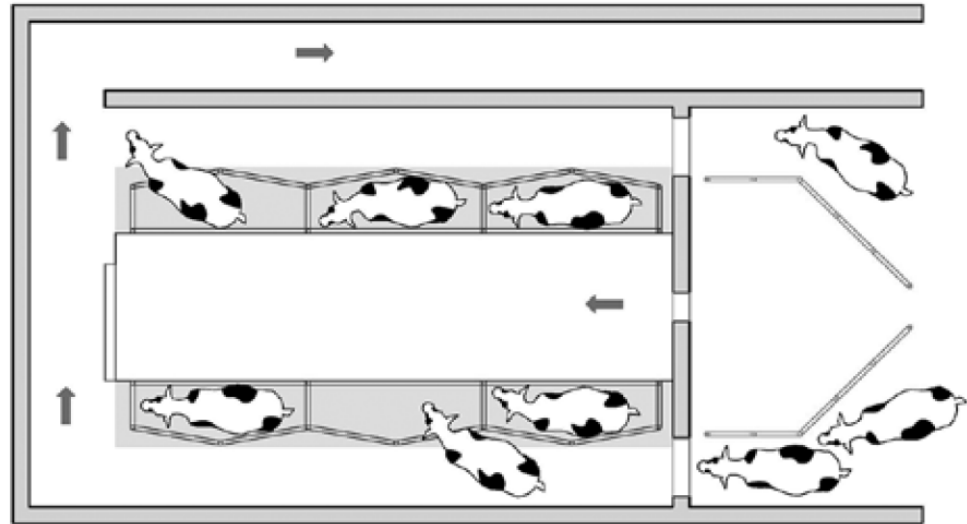
- Tiergruppe betritt und verlässt gemeinsam den Melkstand
- Anordnungen
 - hintereinander (Reihenmelkstand, heute praktisch nicht mehr verwendet)
 - schräg versetzt (Fischgrätenmelkstand)
 - nebeneinander (Side-by-Side-Melkstand)



[Tec17]

Tandemmelkstand

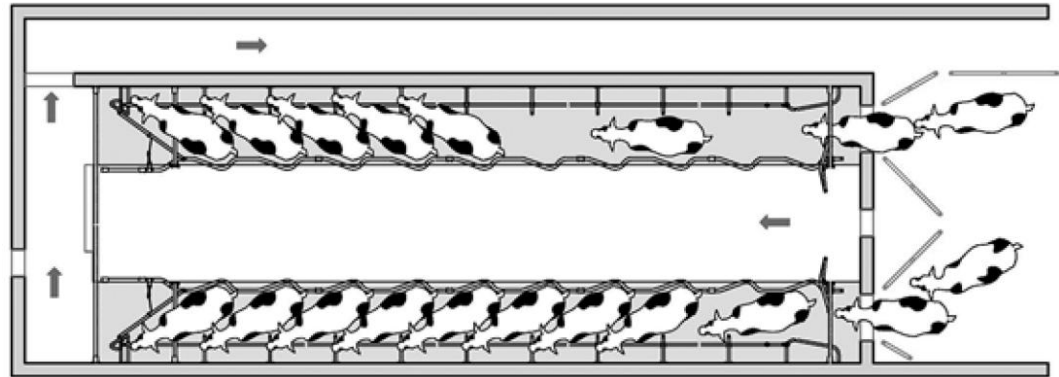
- Vorteile
 - gute Tierbeobachtung und individuelle Tierbehandlung
 - Einzelnes betreten und verlassen reduziert Stress
- Nachteile
 - Platzbedarf
 - hohe Investitionskosten
 - geringe Effizienz
- Automatische Türsteuerung erleichtert Ein- und Austreiben



[Tec17]

Fischgrätenmelkstand

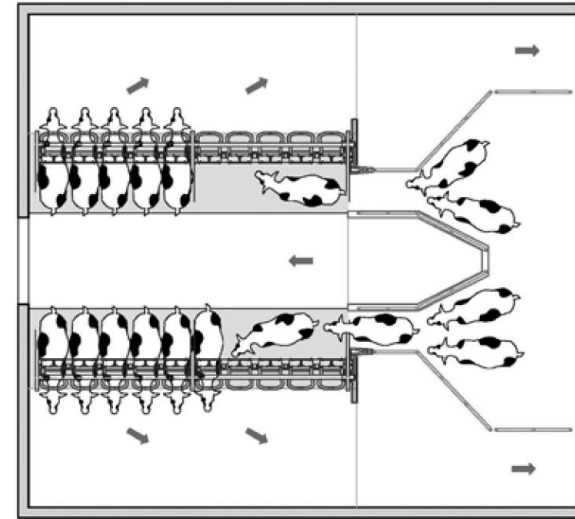
- Kuh steht schräg, meist Winkel von 30° zur Längsachse des Melkstandes (FGM 30°)
- Melker setzt Melkzeug (vglb. Tandemmelkstand) seitlich an und richtet langen Milchschauch mit Hilfe Servicearms parallel zur Kuh nach vorne aus.
- Steiler Fischgrätenmelkstand mit 50° zur Längsachse
- Ausrichtung des langen Milchschauchs erfolgt nach hinten in Richtung Melkstandgrube



[Tec17]

Side-by-Side-Melkstand

- Kühe stehen im Winkel von 90° zur Längsachse
 - rückwärts gerichtet zum Melker
 - Ansatz des Melkzeug durch Hinterbeine
- Kompaktere Bauform verkürzt Wege für Melker, aber kaum Auswirkung auf Arbeitsleistung
- Nachteil des SbS 90° und FGM 50° ist fehlender Platz für Technikeinsatz
 - korrekte Ausrichtung des Melkzeuges zur Vermeidung von Dreh- und Hebelkräften an Zitzen kann durch Schlauchhalterungen weniger genau erfolgen als durch Servicearm
 - Servicearm erleichtert zudem Ansetzen des Melkzeugs (Bereitstellung auf Arbeitshöhe)

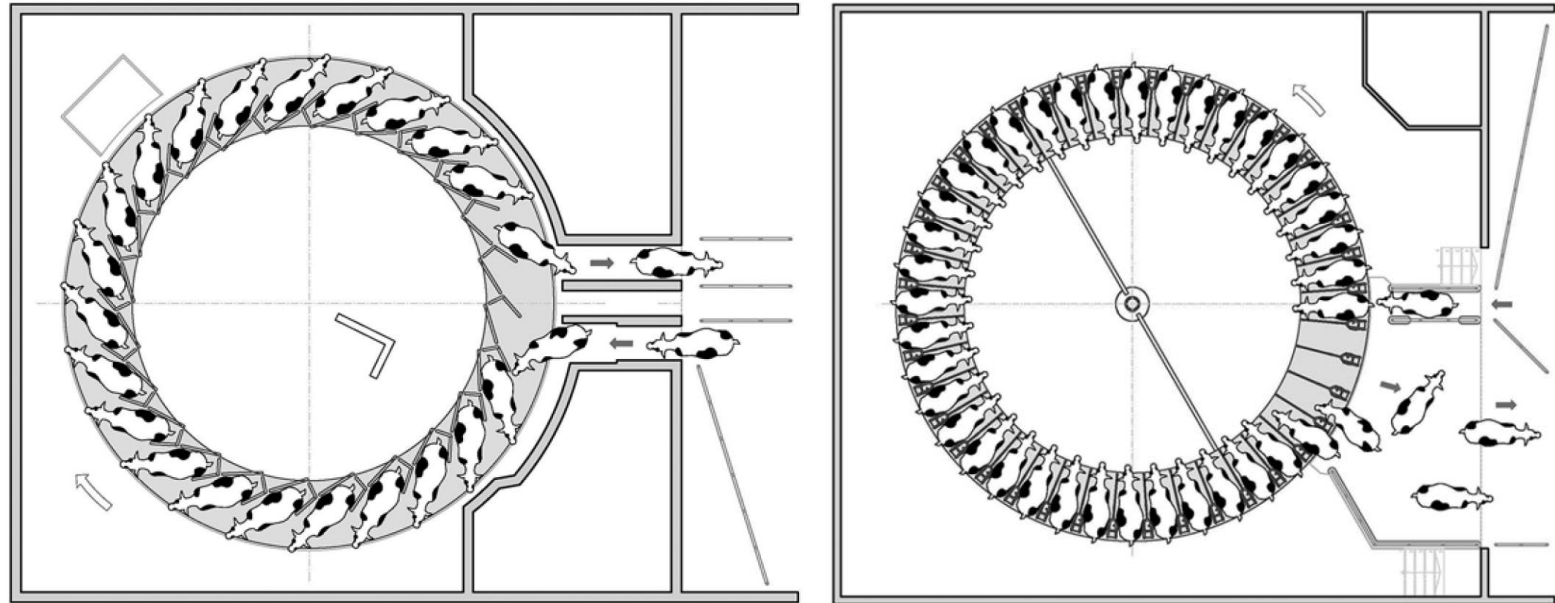


[Tec17]

Swing-Over-Melkstand

- Nur Hälfte der Melkplätze mit Melkzeug ausgestattet
 - Melkzeug wird mit Schwingarm hin und her bewegt
 - Für vergleichbare Melkstandleistung und Auslastung des Melkers müssen insgesamt mehr Melkplätze (als in vollausgestatteten Melkständen) vorgesehen werden
 - Vermeintliche Kosteneinsparung bei Melkzeugen führt zu höheren Kosten für Gebäude, Standplätze und Technik (Schwingarm)
- Melkplatzbelegungsrate selten über 3 Kühe je Melkplatz und Stunde
- Hochverlegte Melkleitung zudem negativ
(systembedingt höhere Vakuumschwankungen)

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

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/kalkstrohmattlatze>, 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/zootecnia-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_Fresstaende.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/liegeboxenbelaege/>, 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/liegeboxenbelaege/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/zukunftsaehige-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/einstreuroter>, 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=BWIGDVor7n4>, 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=zyCxA7QhPS0&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