Automatisierungsmöglichkeiten im Milchviehbetrieb

Füttern, Einstreuen, Entmisten

Prof. Dr. habil. Matthias Schick
Bereichsleitung Tierhaltung und Milchwirtschaft
Strickhof, Lindau
Forschungsleitung AgroVet-Strickhof

ALB-Fachtagung «Automatisierung und Tierwohl in der Milchviehhaltung» Online, 17.03.2022

Ziel des Vortrags

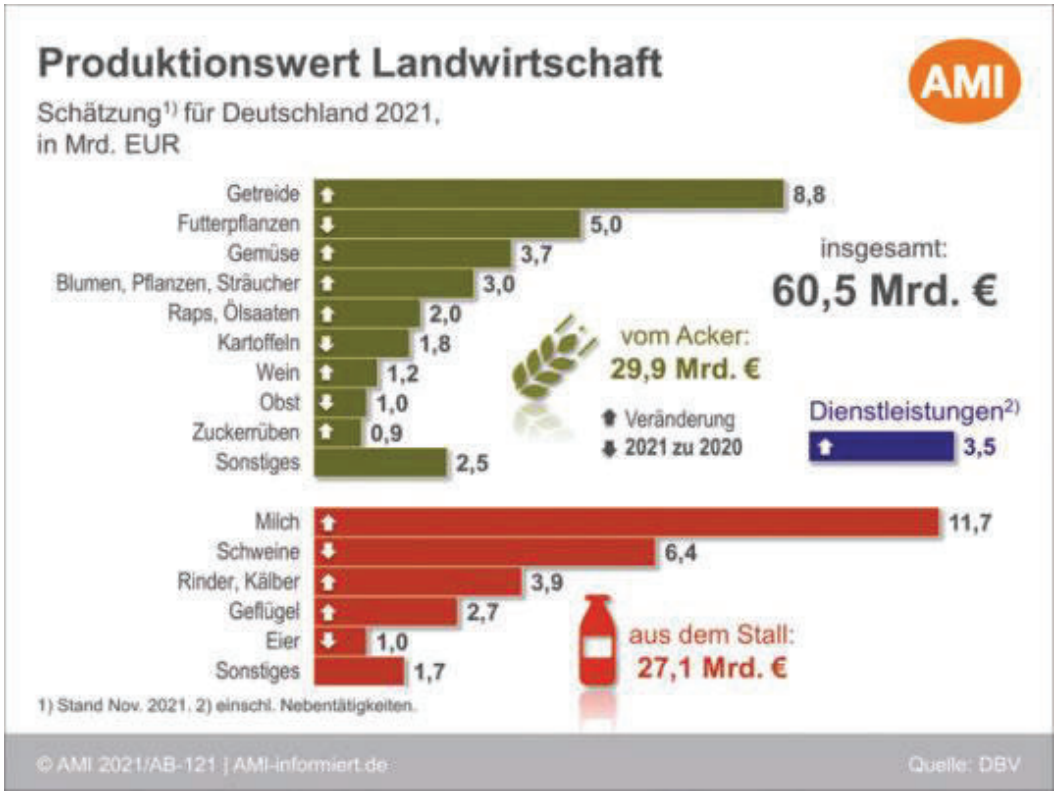
1. **Technische Entwicklungen und Möglichkeiten charakterisieren**
2. **Verfahrenstechnische und arbeitswirtschaftliche Bewertung**
3. **Schlussfolgerungen**

Vision Arbeitswirtschaft, Herdenmanagement, Leistung, Tierwohl

- Nährstoffbedarf wird automatisch ermittelt (Feld, Silo, Stall)
- Wetterdaten stehen zuverlässig zur Verfügung
- Inhaltsstoffbestimmung ist automatisiert und ist verlässlich (*Milch*, Futter, Gülle, Mist, Kompost, ...)
- Datenübertragung funktioniert (**Ein** funktionierendes Herdenmanagementsystem mit Kostenanalyse) ➔ FMIS
- Mitarbeiter sind motiviert
- Technik funktioniert
- Kühe sind gesund und geben Milch…

«Wenn Du ein Schiff bauen willst, dann rufe nicht die Menschen zusammen, um Holz zu sammeln, Aufgaben zu verteilen und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre sie die Sehnsucht nach dem großen, weiten Meer» (Vision: Antoine de Saint-Exupéry)

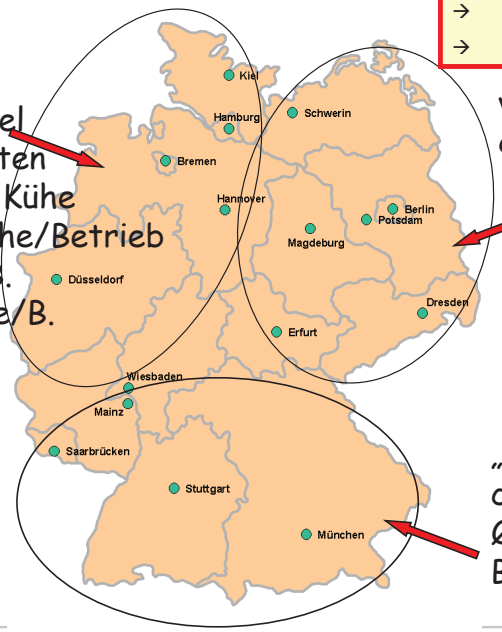
Quelle: Schick, 2019



Strukturen in Deutschland

- → Milchkuhbestand: ca. 3 832 716 Milchkühe
- → Milchleistung je Kuh: ca. 8457 kg
- → Milcherzeugung: ca. 33 200 000 t
- → Milchproduzenten: ca. 54 787 Betriebe
- → Bestandesgrösse: ca. 69 Kühe je Betrieb

Strukturwandel vorangeschritten
ca. 38 % aller Kühe
Ø 54 - 104 Kühe/Betrieb
RP: 67 Kühe/B.
NRW: 77 Kühe/B.



vorrangig „große" Betriebe
ca. 22 % aller Kühe
Ø 162 – 246 Kühe/Betrieb

„kleinere" Betriebe
ca. 40 % aller Kühe
Ø 43-55 Kühe/Betrieb
BW: 55 Kühe/Betrieb

Quelle: Stat. Bundesamt (2021), Stat. Landesämter DE BW, NRW, BAY, (2021)
http://www.milchtrends.de/index.php?id=7786

Problem IST-Situation

- **Tierhaltung:**
  Tierzahl pro Betrieb steigend, Arbeitskräftebesatz bleibt gleich
  - ⇨ Abnehmende Betreuungsintensität pro Tier
  - ⇨ Erschwerter Überblick den Gesundheitszustand der Herde

- **Fütterung:**
  Abruf des Leistungspotentials ⇆ Stoffwechselstörung
  - ⇨ Erkrankungen oft nur in klinischem Stadium bemerkt (und damit zu spät!)
  - ⇨ Folge: Produktionsausfall, Behandlungskosten, erhöhter Arbeitszeitbedarf, Folgekosten bei verfrühten Abgängen

Probleme IST-Situation Tierhaltung II

- **Entmistung/Einstreu:**

Zunehmende Tendenz zum Laufstall

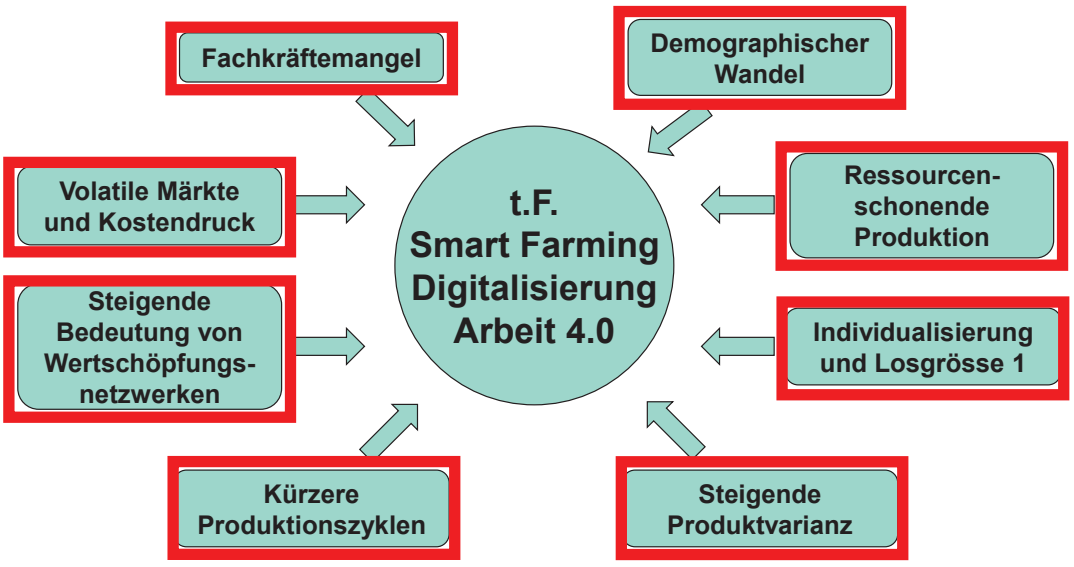
- ⇨ Kühe stehen/laufen ständig in vernässten/verkoteten Bereichen
- ⇨ Mist»schieber» meist mit suboptimaler Schieber – Boden-Anpassung
- ⇨ Strohqualität (in der Schweiz) häufig unzureichend

- **Melken:**

Melkleistung und nicht Arbeitsqualität/Milchqualität steht im Vordergrund

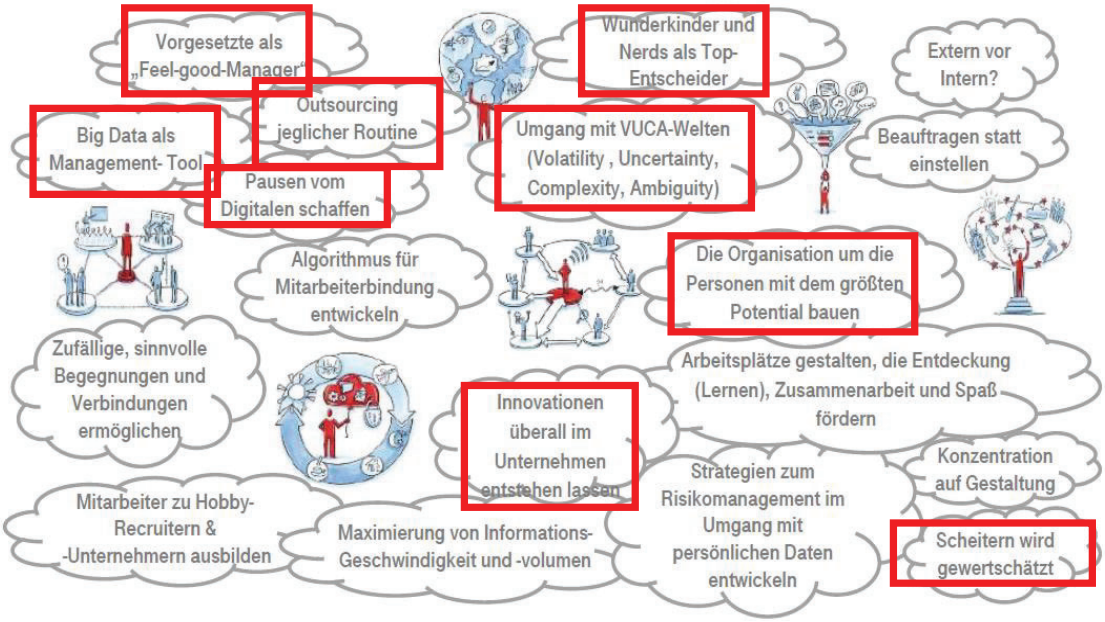
- ⇨ Anzahl somatische Zellen steigen

t.F. – Digitalisierung – Smart Farming - Arbeit 4.0 Wirtschaftliche Treiber



Quelle: verändert nach Wahlster, W. (2014), Schick, (2016)

Folgerungen für die Arbeit von Morgen

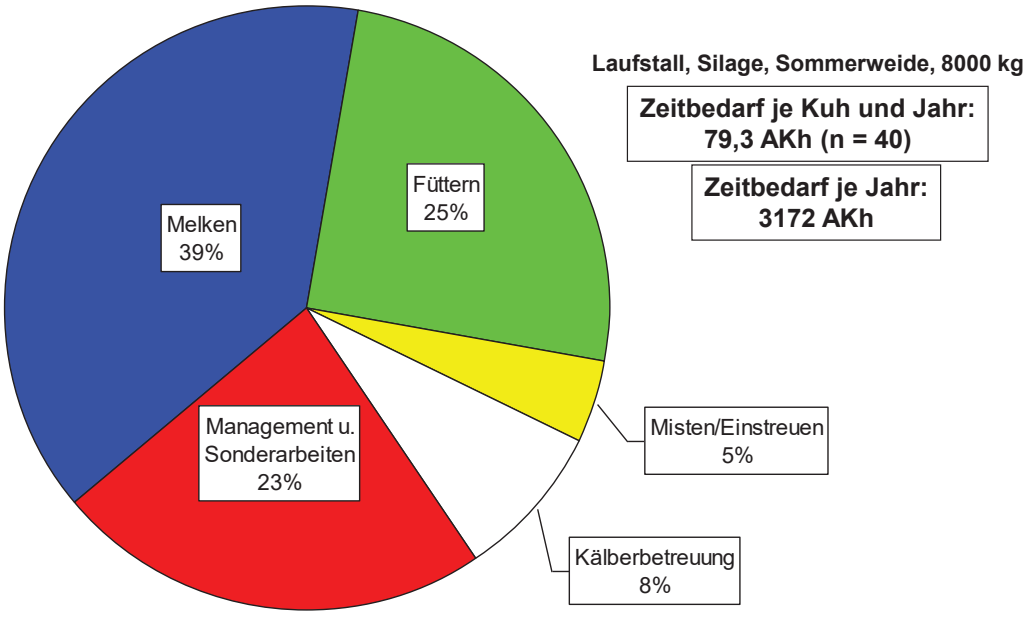


Quelle: HSG (2015)

VUCA: *volatility, uncertainty, complexity und ambiguity (Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit)*

Arbeit in der Milchviehhaltung

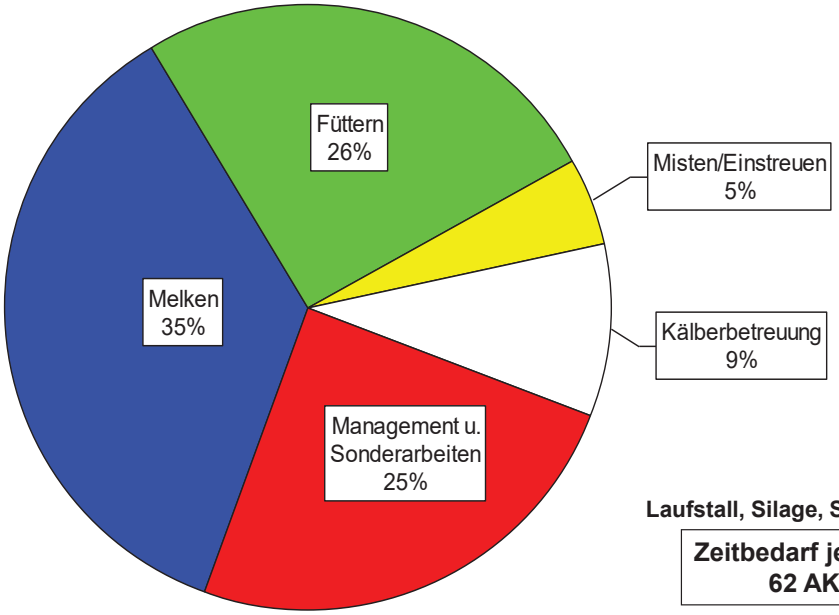
Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr



Quelle: SCHICK, (2006)

Arbeit in der Milchviehhaltung

Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr

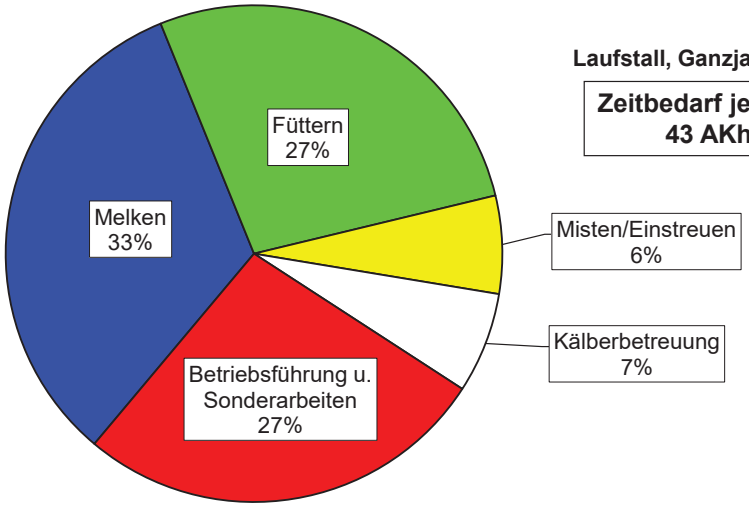


Laufstall, Silage, Sommerweide, 8000 kg

Zeitbedarf je Kuh und Jahr:
62 AKh (n = 60)

Arbeit in der Milchviehhaltung

Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr

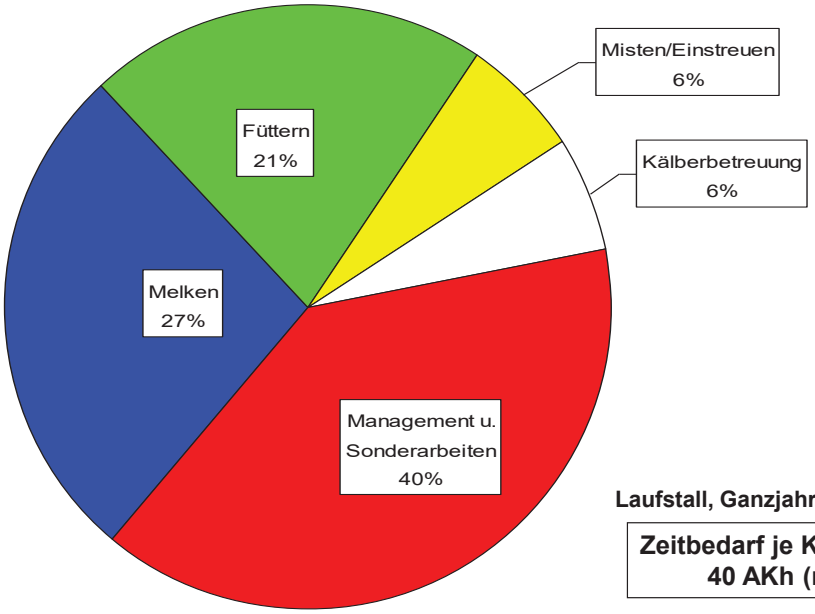


Laufstall, Ganzjahressilage, 8000 kg

Zeitbedarf je Kuh und Jahr:
43 AKh (n = 120)

Arbeit in der Milchviehhaltung

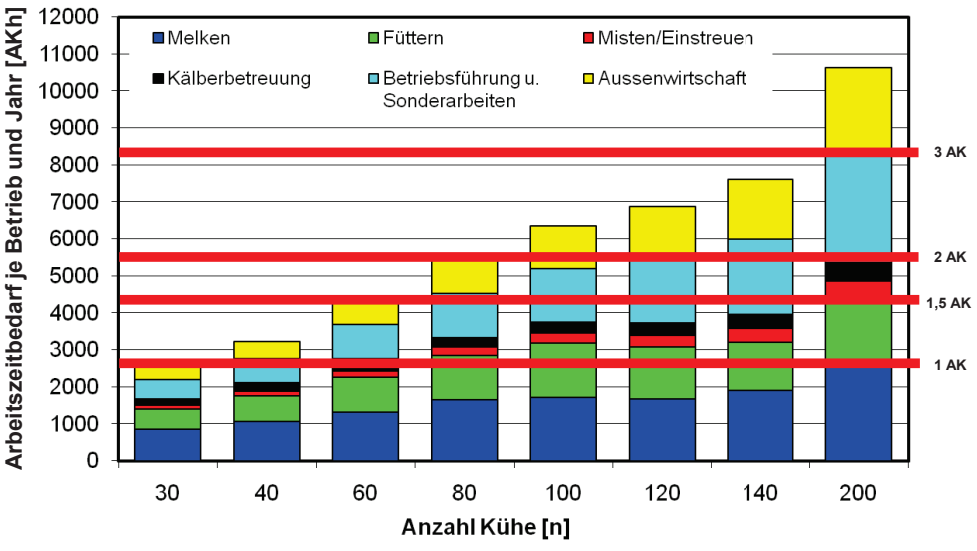
Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr (400_subopt.M)



Laufstall, Ganzjahressilage, 8000 kg

Zeitbedarf je Kuh und Jahr: 40 AKh (n = 400)

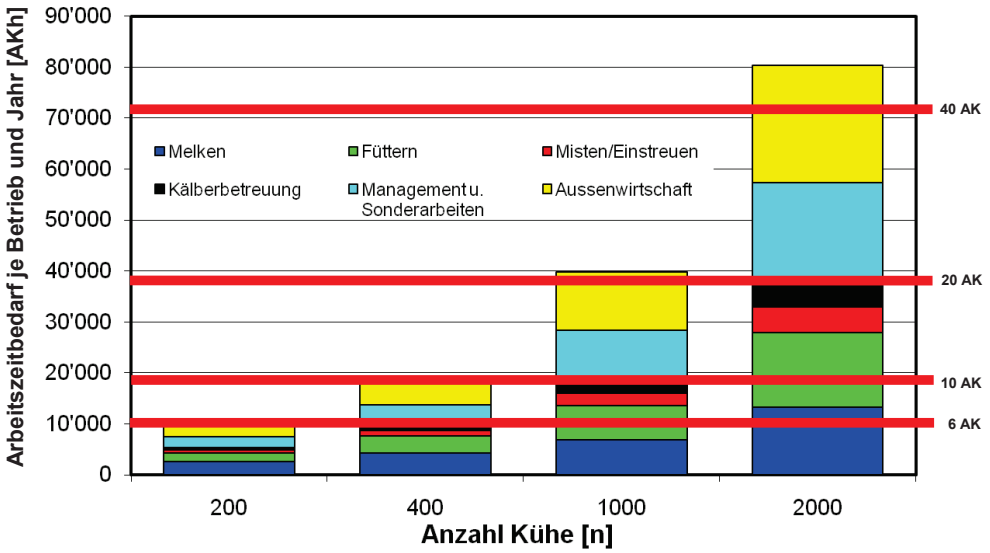
Gesamtzeitbedarf Betrieb „ Familien-AK“



1 AK = 2600 AKh = 1 SAK

Quelle: Schick, (2007)

Gesamtzeitbedarf je Betrieb und Jahr„Fremd-AK“



1 AK = 1800 AKh

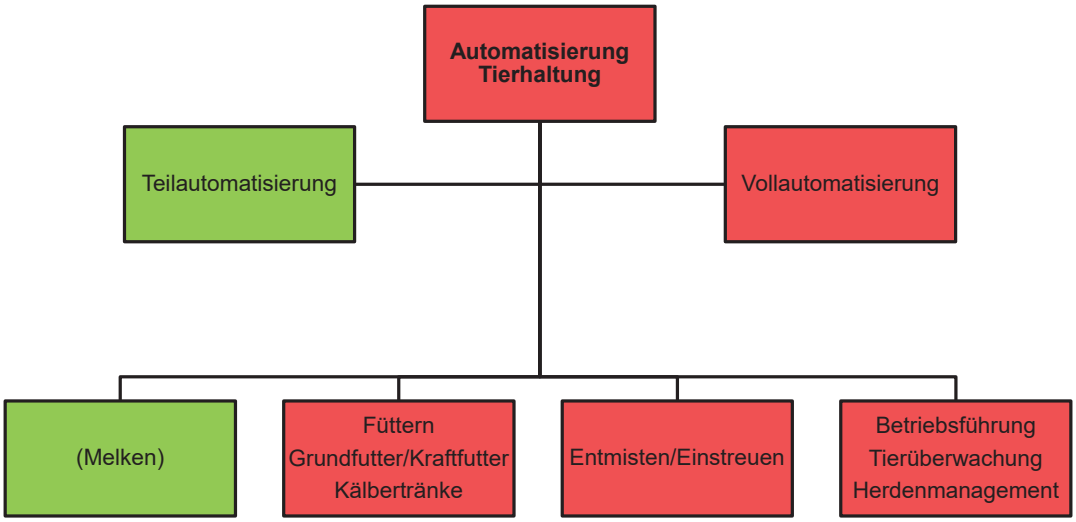
Quelle: SCHICK, 2004

Ziele Digitalisierung/Automatisierung

- Arbeitserleichterung
- Zeiteinsparung
- Einsparung Baukosten
- Exaktere Arbeitserledigung (Melken/Füttern/Misten/ Kälbertränke/…Pflanzenschutz/Düngung/Ernte…)
- Flexibilität
- Leistungssteigerung
- Wirtschaftliche(re) Produktion

Quelle: verändert nach Grothmann & Nydegger, (2009)

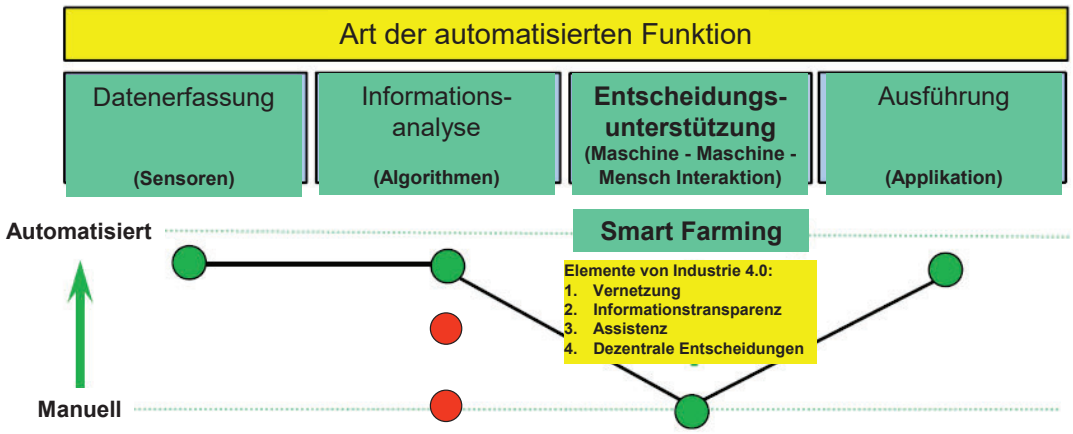
Systematik der Automatisierung in der Tierhaltung



Automatisierung (von grch. *automatia*): „die von selbst kommende“

Quelle: Schick, (2014)

Ziele Digitalisierung Automatisierung – „Smart-Farming“



Zitat: Naisbitt, J. 1982: „Wir ertrinken in Informationen und dürsten nach Wissen“

Quellen: verändert nach: Parasuraman et al., 2000; Schick, 2007; Soerensen, 2010

Erfolgsparameter für Tierhaltungsbetriebe

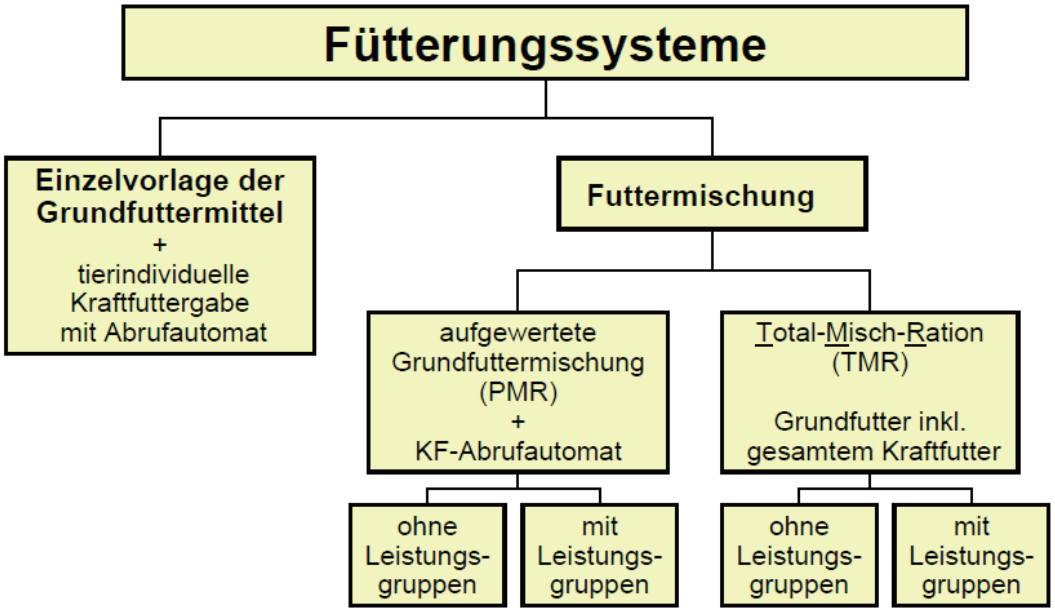
- Betriebsoptimale Leistungen bei moderaten Aufwendungen
- Effektive Faktorverwertung (Boden, Arbeit, Kapital)
- Überdurchschnittliche Futterqualitäten
- Geringe Futter-, Tier-, und Ertragsverluste
- Aktiver Einfluss auf das Tagesgeschäft
- Einfach gestaltete Produktion (Arbeitsabläufe)
- Selbstkritische Einschätzung
- Einkauf von externer (neutraler?) Beratungsdienstleistung

Quelle: verändert nach LfL, (2010)

Planungsfragen vor Entscheidung

- **Wie gross ist die Kuhherde? (IST – SOLL)**
- **Wie lang soll das Melken (Füttern, Misten, BF, …) dauern?**
- **Wie viele Personen füttern, misten, melken, streuen?**
- **Welche technischen (u. elektronischen) Hilfsmittel nutzen?**
- **Welche Milchleistung strebe ich an?**
- **Welche finanziellen Mittel stehen mir zur Verfügung?**
- **Soll ich Reserven einplanen?**

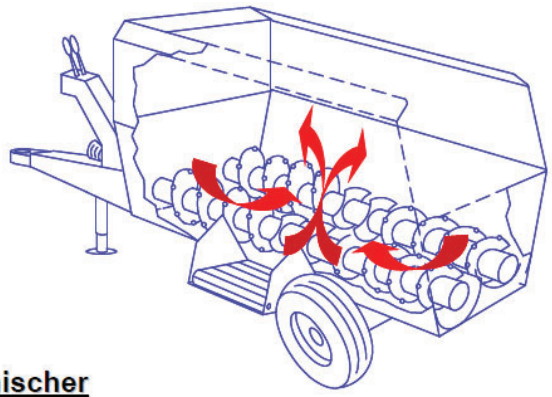
Systematik der Fütterungsverfahren



PMR: partly mixed ration, TMR: Total mixed ration

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Horizontalmischer 1 – 2 Schnecken

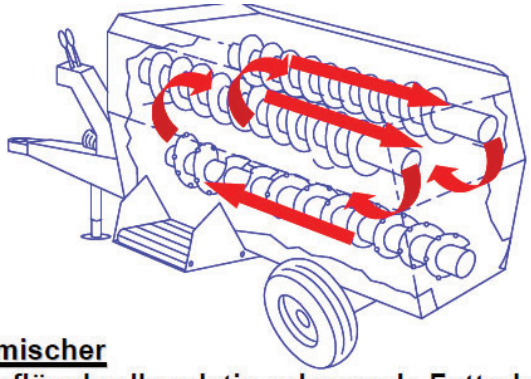


Einschneckenmischer
einfacher und kompakter Aufbau, Maulwurfprinzip, Behältervolumen zu 80 – 90 % nutzbar, vor allem für Betriebe mit schmalem Futtertisch

Zweischneckenmischer
einfacher Aufbau, gegenläufige Schnecken, Maulwurfprinzip, Behältervolumen zu 80 – 90 % nutzbar, beidseitiger Futteraustrag möglich

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Horizontalmischer 3 – 4 Schnecken

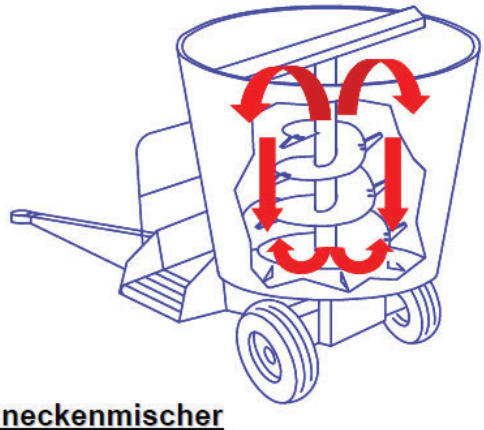


Dreischneckenmischer
mit offener Rührflügelwelle relativ schonende Futterbehandlung, vorzugsweise für kurz strukturierte Futtermittel, Rundballen nur portionsweise zugeben, vielfach mit Fräse für Befüllung

Vierschneckenmischer
kompakte Bauweise, sehr gute Schneidwirkung, kurze Mischzeiten, Auflösen von ganzen Rund- und Quaderballen möglich, optimale Behälterausnutzung

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Vertikalmischer

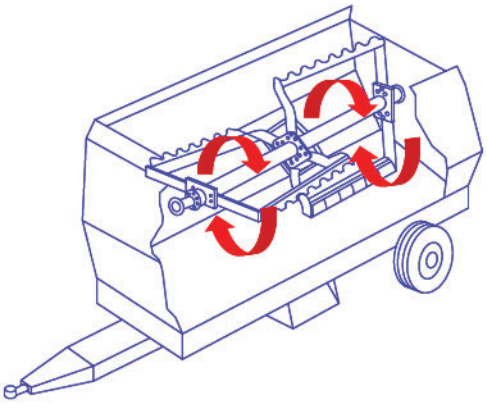


Vertikalschneckenmischer

idealer Fremdbefüller, relativ hoher Wagen, serienmäßig Futteraustrag nach links oder rechts, Schneidwirkung einstellbar, robust und vielseitig einsetzbar, Allround-Mischer

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Haspel- und Balkenmischer



Haspel- und Balkenmischer

einfacher Aufbau, ideal für Häckselgut, Zerkleinerung nur begrenzt möglich, schonende Mischwirkung, längere Mischzeiten, Behältervolumen zu 70 – 80 % nutzbar

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Bewertung Selbstbefüller

Vorteile

- nur ein Schlepper und eine Arbeitsperson erforderlich
- Entnahme auch bei verstreut liegenden Silos problemlos möglich
- saubere und glatte Entnahmefläche
- für Betriebe ohne Frontlader preiswerte Lösung

Nachteile

- schlechte Sicht beim Rangieren, vor allem bei niedrigen Futterstöcken (nicht bei Selbstfahrer)
- Zeitverlust durch hohen Rangieraufwand (nicht bei Selbstfahrer)
- lose Schüttgüter schlecht aufzunehmen
- bei Fräsen Wurfverluste möglich, daher mehr Handarbeit
- höherer Leistungsbedarf
- aufwendiger Bedienung
- größerer Wartungsaufwand

Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Bewertung Fremdbefüller

Vorteile

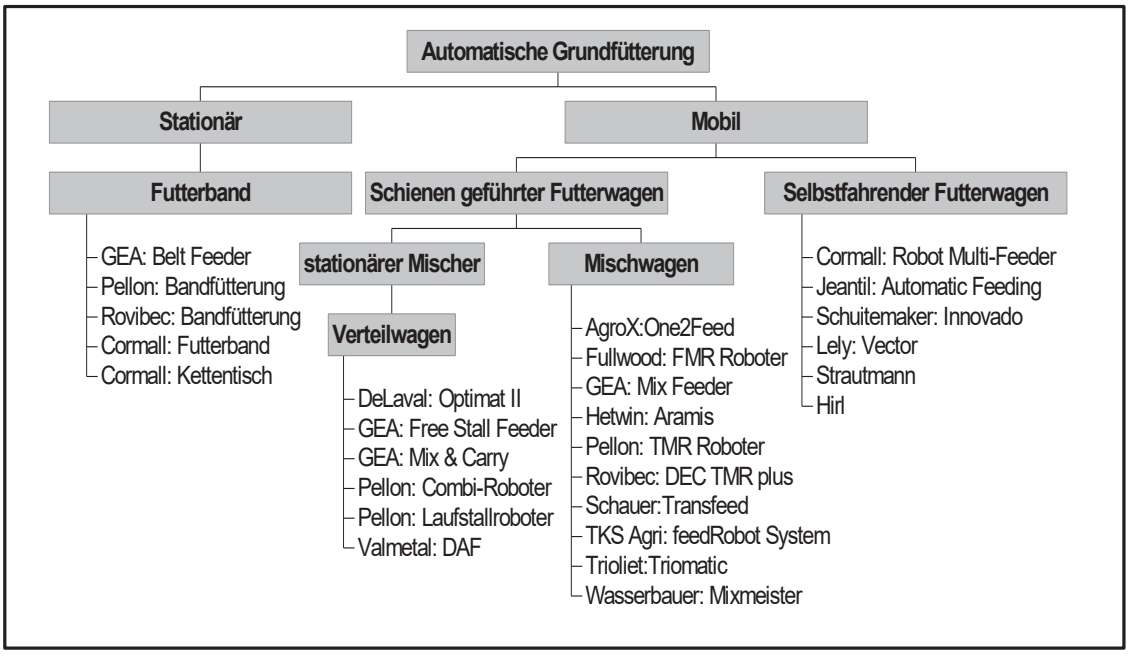
- günstiger Leistungsbedarf, kleinerer Schlepper notwendig
- flexibel beim Befüllen mit verschiedenen Komponenten
- einfachere Bauweise
- geringer Wartungsaufwand
- wenn Frontlader vorhanden preisgünstigerer Mischwagen
- höhere Entnahmeleistung (bei entsprechender Entnahmetechnik)

Nachteile

- Entnahmegerät erforderlich (z.B. 2. Schlepper oder Radlader)
- Entnahmestellen sollten zentral beieinander liegen
- unter Umständen zweite Bedienungsperson notwendig
- je nach Entnahmegerät evtl. keine glatten Anschnitt-flächen

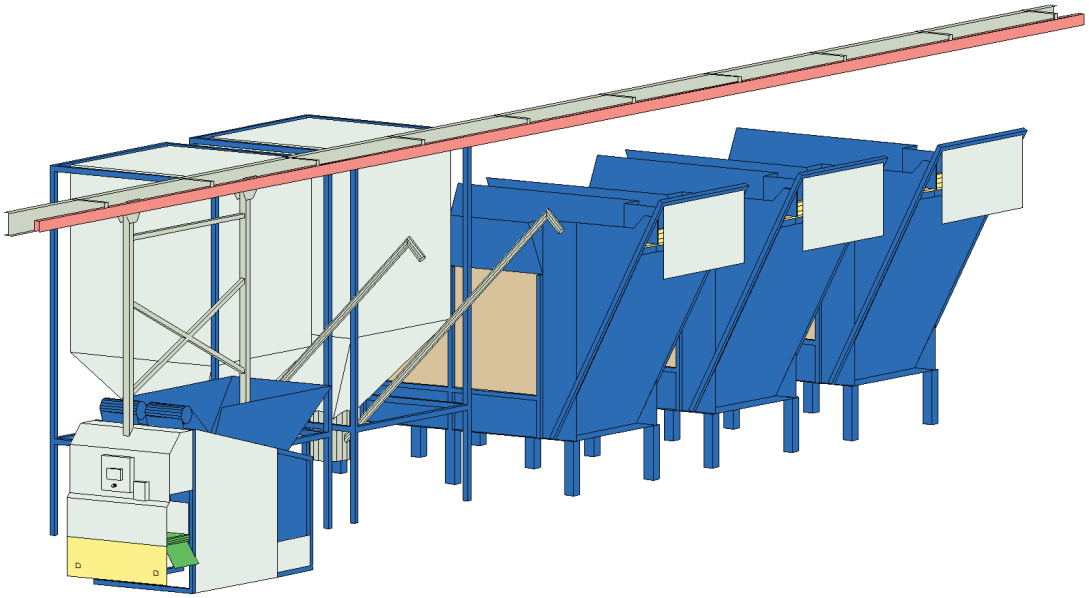
Quelle: verändert nach Wendl, (2008)

Automatische Fütterungsverfahren



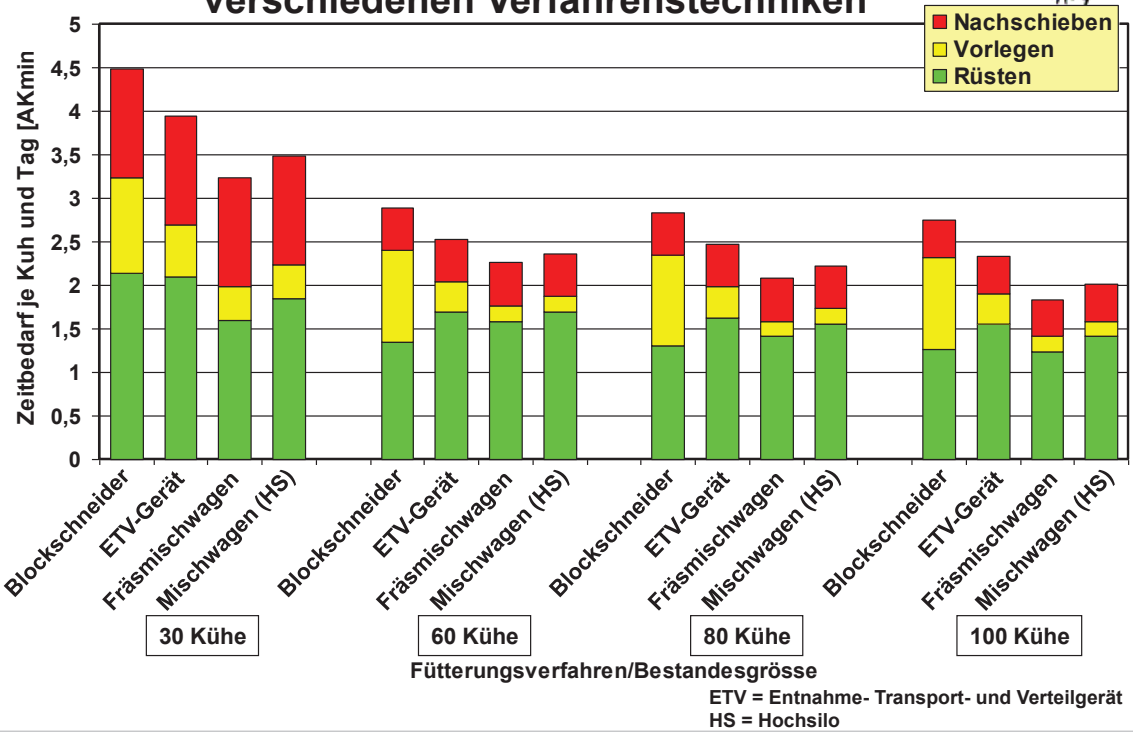
Quelle: verändert nach Grothmann, (2015)

Aufbau automatische Fütterung I



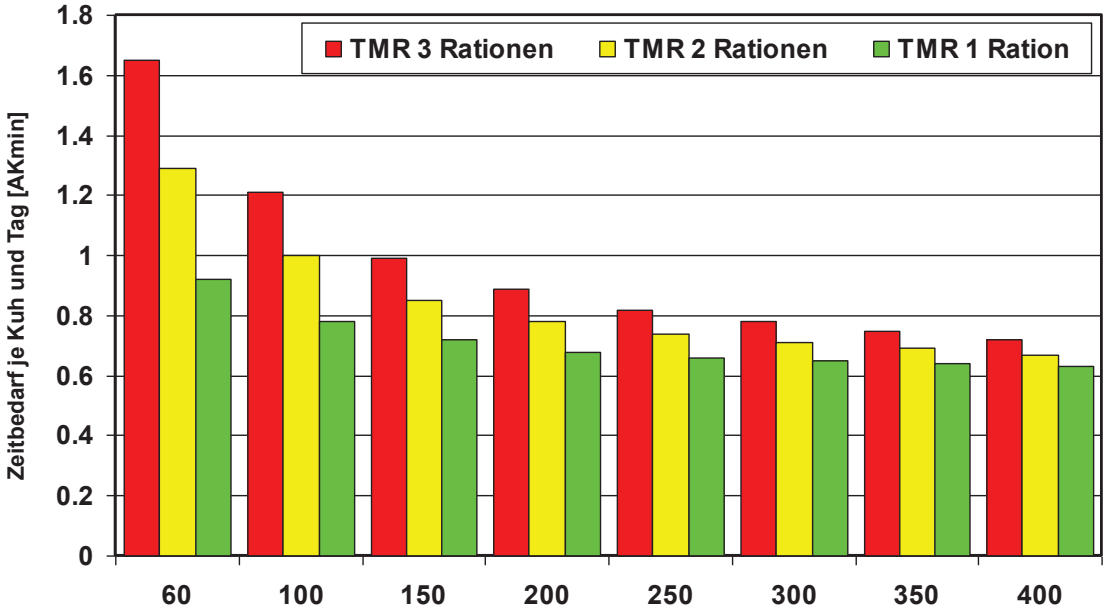
Quelle:Grothmann, (2015)

Zeitbedarf zur Fütterung bei verschiedenen Verfahrenstechniken

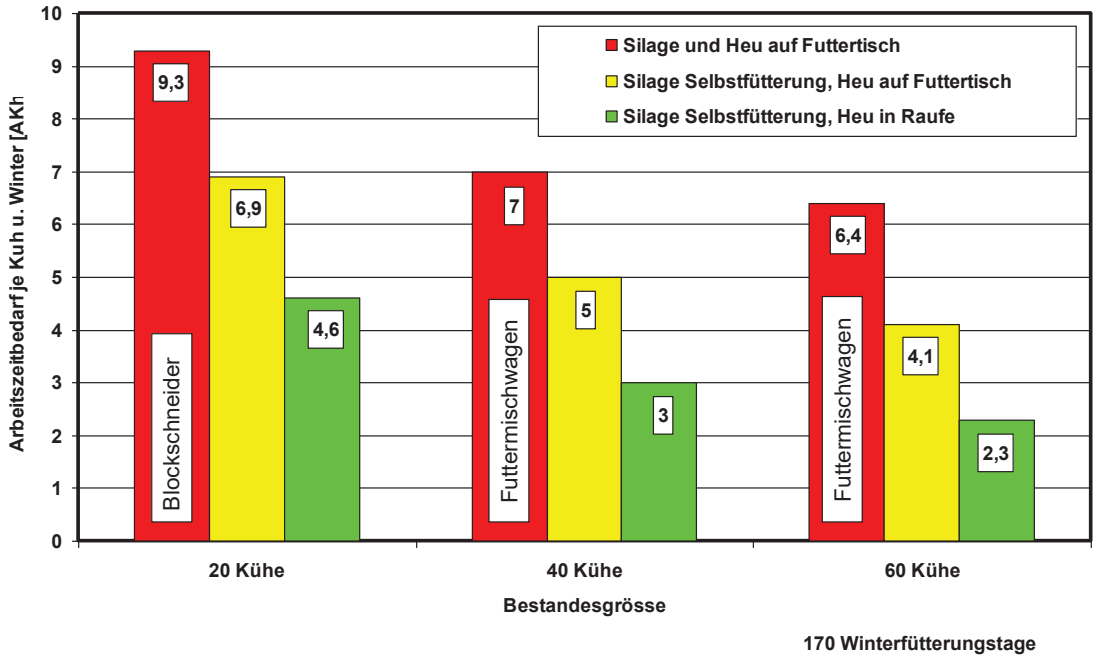


Gesamtzeitbedarf für Fütterungsverfahren

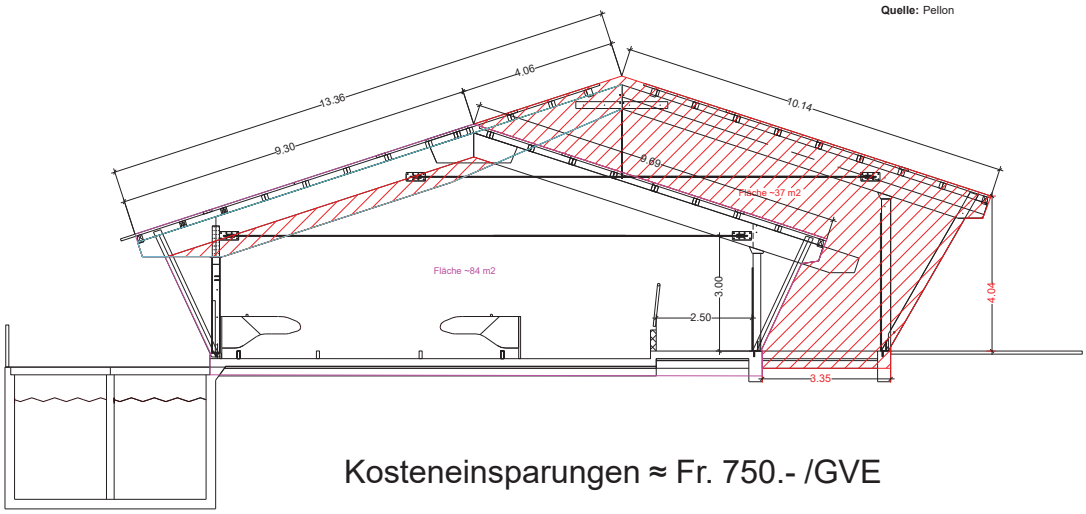
Selbstfahrender Futtermischwagen mit Eigenbefüllung



Arbeitszeitbedarf Fütterung Futtertisch vs. Selbstfütterung



Investitionsbedarf



Kosteneinsparungen ≈ Fr. 750.- /GVE

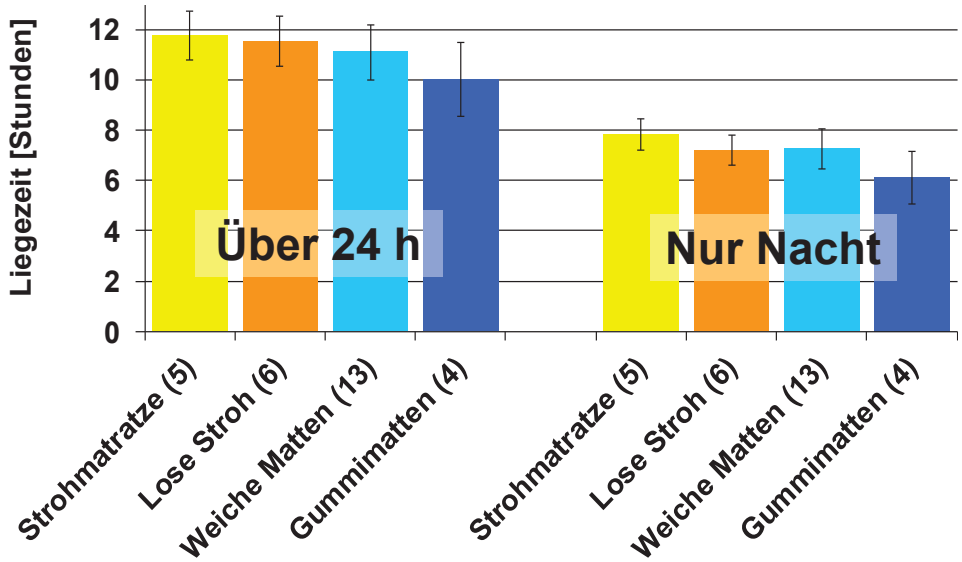
Quelle: verändert nach Grothmann & Nydegger, (2009)

Zeitbudget laktierender Kühe - Orientierungswerte pro 24 h

Liegen	**12 – 13 h**
Wiederkauen	**7 – 10 h**
Fressen	**(3) – 6 h**
Management-bedingt	**2 – 3,5 h**
Soziale Interaktionen	**2 – 3 h**
Trinken	**30 min**

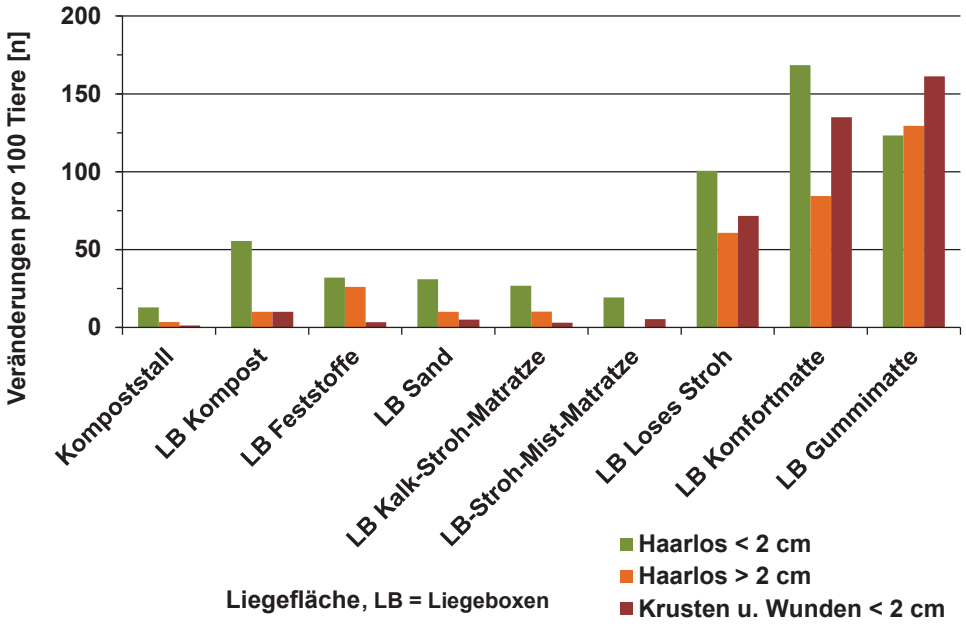
Quelle: Brade

Liegezeiten von Kühen



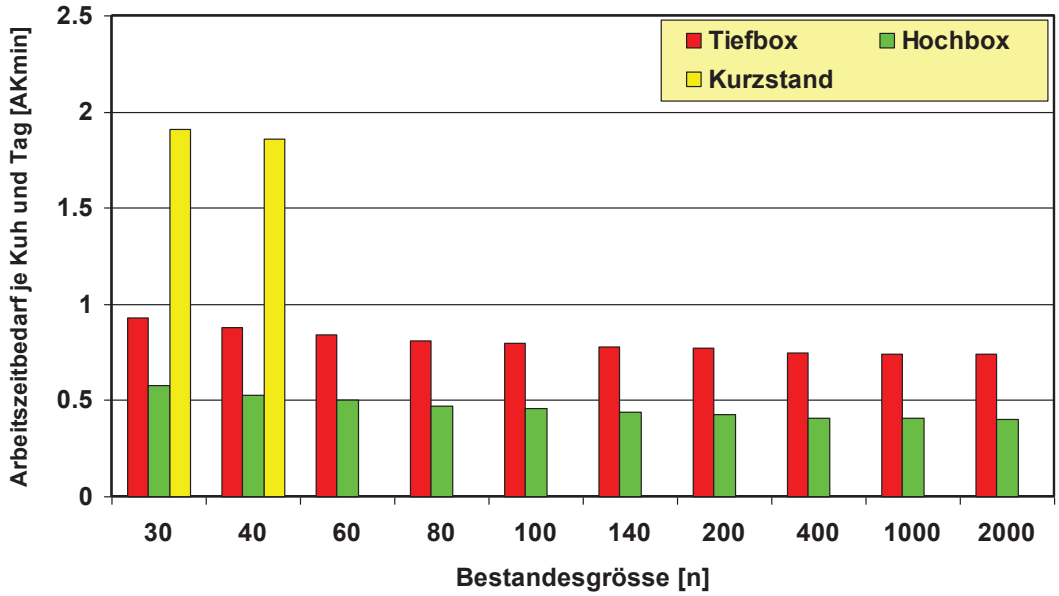
Buchwalder 1999

Veränderungen am Tier



Quellen: Zähner et al. (2009), Buchwalder (1999) u. Schaub et al. (1999)

Zeitbedarf zur Boxenpflege bei Hoch- und Tiefboxen im Vergleich zur Lägerreinigung im Anbindestall



Vergleich verschiedener Entmistungsverfahren

Stallsystem, Verfahren	Vorteile	Nachteile
Boxenlaufstall, Faltschieber	Geringer baulicher Aufwand Für variable Laufgangbreiten geeignet Kann einseitig belastet werden Bauhöhe und Anordnung ermöglichen Überfahrbarkeit Geringes Hindernis für Tiere	Benötigt Öffnungsweg Gerade Mistachsen erforderlich Reparaturanfällig Frostanfällig
Boxenlaufstall, Klappschieber	Geringer baulicher Aufwand Benötigt keinen Öffnungsweg Bauhöhe erlaubt grosse Mistmengen	Anfällig gegen einseitige Belastung Gerade Mistachsen erforderlich Reparaturanfällig Keine einfache Überfahrbarkeit Frostanfällig
Boxenlaufstall, Spaltenboden	Harn läuft schnell ab, relativ trockener Boden	Hoher baulicher Aufwand Spaltenboden schlecht befahrbar Nur mit geringen Einstreumengen durchführbar, evtl. Spülleitung notwendig
Boxenlaufstall, mobil	Sehr flexibel einsetzbar (z.B. für die Laufhofreinigung) Flexible Stallgrundrisse möglich (Umbaulösungen)	Hoher Rüstzeitenanteil teilweise hohe körperliche Belastung teilweise Frostanfälligkeit Absperren der Tiere notwendig
Boxenlaufstall, mobil, Roboter	reinigt auch Zwischengänge	es dürfen **keine** Übergänge vorhanden sein Störanfällig Wenig Erfahrungen vorhanden…

Vorgehensweise Automatisierung/Digitalisierung

Funktionelle Unterscheidung:

- Automatisierung als Ausführungshilfe (***exekutive Funktion***)
  - Automat. Fütterungs-, Entmistungssystem
- Automatisierung als Managementhilfe (***evaluative Funktion***)
  - Herden- und Gesundheitsmanagementprogramme
  - Brunsterkennung, Fressen, Wiederkaufen, Trinken,…
  - (Ortungssysteme, Virtueller Zaun, Emissionsmessung)

- Herausforderung zukünftiger Forschungsarbeiten: Verbindung von evaluativen und exekutiven Funktionen (⇨ «ISO-Bus Innenwirtschaft»)

➔ **Systemansatz «Smart farming»**

Quelle: Schick, (2014)

Vor- und Nachteile: Automatisierung in der Innenwirtschaft

Vorteile:

- Arbeitsentlastung bei monotonen, schweren körperlichen oder zeitlich schwierig koordinierbaren Tätigkeiten
- Möglichkeit zur Erhöhung der Arbeitsleistung und Arbeitsverwertung
- Möglichkeit zur Verbesserung der betrieblichen Kostenstrukturen, der Arbeitsmobilität und der Produktqualität

Nachteile:

- Erzeugung einer falschen Erwartungshaltung ⇨ Kontrolle der Automatisierung muss selbst vorgenommen werden!
- Investitionskosten müssen durch frei gewordene bzw. neu verfügbare Arbeit(szeit) wieder amortisiert werden

Herausforderungen/Konsequenzen Landwirtschaft

- **Arbeitsproduktivität steigern**
  (Wettbewerbssteigerung, Betriebsführung)
- **Arbeitsbelastung reduzieren**
  (physische und psychische)
- **Weiterbildungsangebote wahrnehmen**
  (Arbeitskreise, Packetberatung, Einzelberatung)
- **Entscheidungshilfsmittel nutzen**
  (Planung, Wirz-Kalender, „Daten-Hub“)

Herausforderungen/Konsequenzen (Angewandte) Forschung

- **Entscheidungshilfen** entlang der gesamten Produktionskette/Wertschöpfungskette (**Produktion, Verarbeitung, Logistik, Handel, Zwischenhandel, Verbraucher, Entsorger**)
- **Interaktionen** zur Verbesserung der Ressourceneffizienz (Maschine – Maschine – Tier – Gebäude – Mensch – Systeme) (Nährstoff – Informations- und Energieflüsse im Rahmen von Systembetrachtungen)
- **Schwachstellenanalysen** entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- Automatisierte **Rückverfolgbarkeit**
- Kenntniss zum **Stresserleben** entlang der gesamten Prozesskette und Massnahmen zur Stressreduktion
- **Akzeptanz** von Digitalisierung/Arbeit 4.0 Smart Farming/ Landwirtschaft 4.0 («barriers of uptake»)

Herausforderungen/Konsequenzen Ausbildung

- **Digitalisierung vermehrt in Ausbildung einbeziehen** (Gezielter Einsatz im Unterricht, Vor- und Nachteile aufzeigen, Projektarbeiten)
- **Pausen vom Digitalen schaffen** (Wandtafel)
- **Big Data als Management Tool einsetzen** (Evaluation, „intelligente“ Formulare)
- **Organisation um die Personen mit dem grössten Potential bauen** („Brains“ und „Nerds“ erkennen)
- **Dozenten als „Feel-good-Manager“ einsetzen** (Fehler zulassen, Coaching)

Schlussfolgerungen I

- **Leistungs- und wiederkäuergerechte Fütterung ist wesentliche Voraussetzung für wirtschaftliche und nachhaltige Milchproduktion**
- **Optimale bauliche, technische und arbeitsoptimierte Voraussetzungen dienen zur Reduktion von Arbeitszeit und Arbeitsbelastung.**

Schlussfolgerungen II

- **Der Trend zur Automatisierung findet entlang der gesamten Produktionskette der Tierhaltung statt.**
  - **Fütterung, Einstreu, Entmistung, Management**
- **Automatisierung kann unterstützend und ergänzend zum Betriebserfolg beitragen.**
  - **Tierhaltung, Aussenwirtschaft, Arbeitsorganisation**
- **Alle Systeme sind Entscheidungshilfsmittel**