



# Silierverfahren aus arbeitswirtschaftlicher Sicht

## Mechanisierungsmöglichkeiten, Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren

*Prof. Dr. habil. Matthias Schick*



# Ziel des Vortrags

---

**1. Verfahren im Futterbau**

**2. Vor- und Nachteile**

**3. Bewertung/Schlussfolgerungen**



# **Einflussgrößen auf den Arbeitszeitbedarf bei der Herstellung von Grassilage**

## **1. Arbeiten vor dem Ernteprozess**

**Saat, Nachsaat  
Wiesenpflege  
Düngung (Organisch, Mineralisch)  
Anfallende Nebentätigkeiten**

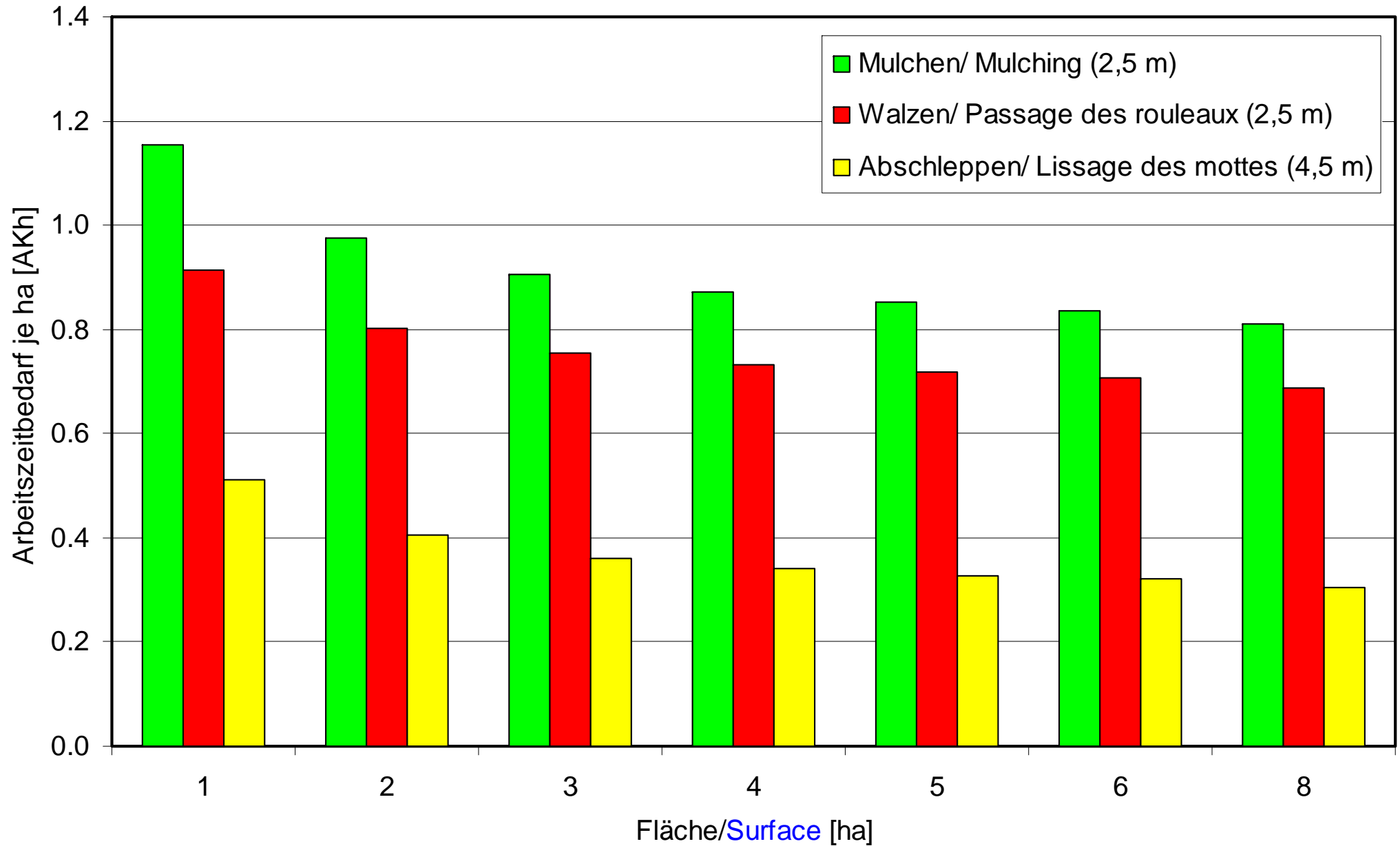
## **2. Arbeiten beim Ernteprozess**

**Mähen  
Bearbeiten  
Schwaden  
Laden, Pressen, Häckseln  
Transport, Abladen  
Einlagern, Verteilen, Verdichten, Stapeln**

## **3. Arbeiten nach dem Ernteprozess**

**Abdecken, Sicherung  
Futterbeprobung, Qualitätskontrolle (Silofolienver- und entsorgung, Lunge,...)**

# Arbeitszeitbedarf für Pflegearbeiten



# Optimale Schnitthöhe



Schnitthöhe	Wirkung	Folgen
<b>Hochschnitt</b> >8 cm Stoppelhöhe	erhöhter Stoppelanteil	<ul style="list-style-type: none"><li>– verminderter Jahresertrag</li><li>– kein zusätzlicher Vorteil für die Reservestoffvorräte</li></ul>
<b>Normalschnitt</b> 8-6 cm Stoppelhöhe	schont den Vegetationskegel und die Reservestoffvorräte  lässt bei frühem Schnitt genügend assimilationsfähige Blattmasse zurück	+ besserer Nachwuchs und somit höherer Ertrag
<b>Tiefschnitt</b> <6 cm Stoppelhöhe	schädigt die Speicherorgane oder Restassimilationsflächen  die tieferen Bestandesschichten nehmen gewichtsmäßig den bedeutendsten Anteil am Gesamtaufwuchs ein	<ul style="list-style-type: none"><li>– nachhaltig verzögerter Nachwuchs und somit geringerer Ertrag</li><li>– verschlechtert die Futterqualität, da diese Pflanzenteile erhöhte Rohfasergehalte und somit eine schlechtere Verdaulichkeit haben</li></ul>
<b>Deshalb ⇒ 6 - 8 cm hoch schneiden !</b>		



# Futterbergung - Verfahrenskette

## Gliederung der Verfahren

- **Heustock - Flachsilo - Hochsilos**
- **Ladewagen - Feldhäcksler**
- **Rundballen - Quaderballen**
- **Silowurst**



# Verfahrenskette Heu - Grassilage - Verfahrensschritte -

**1. Mähen**

**2. Bearbeiten**

**3. Schwaden**

**4. Laden (Ladewagen, Feldhäcksler, Pressen)**

**5. Transport**

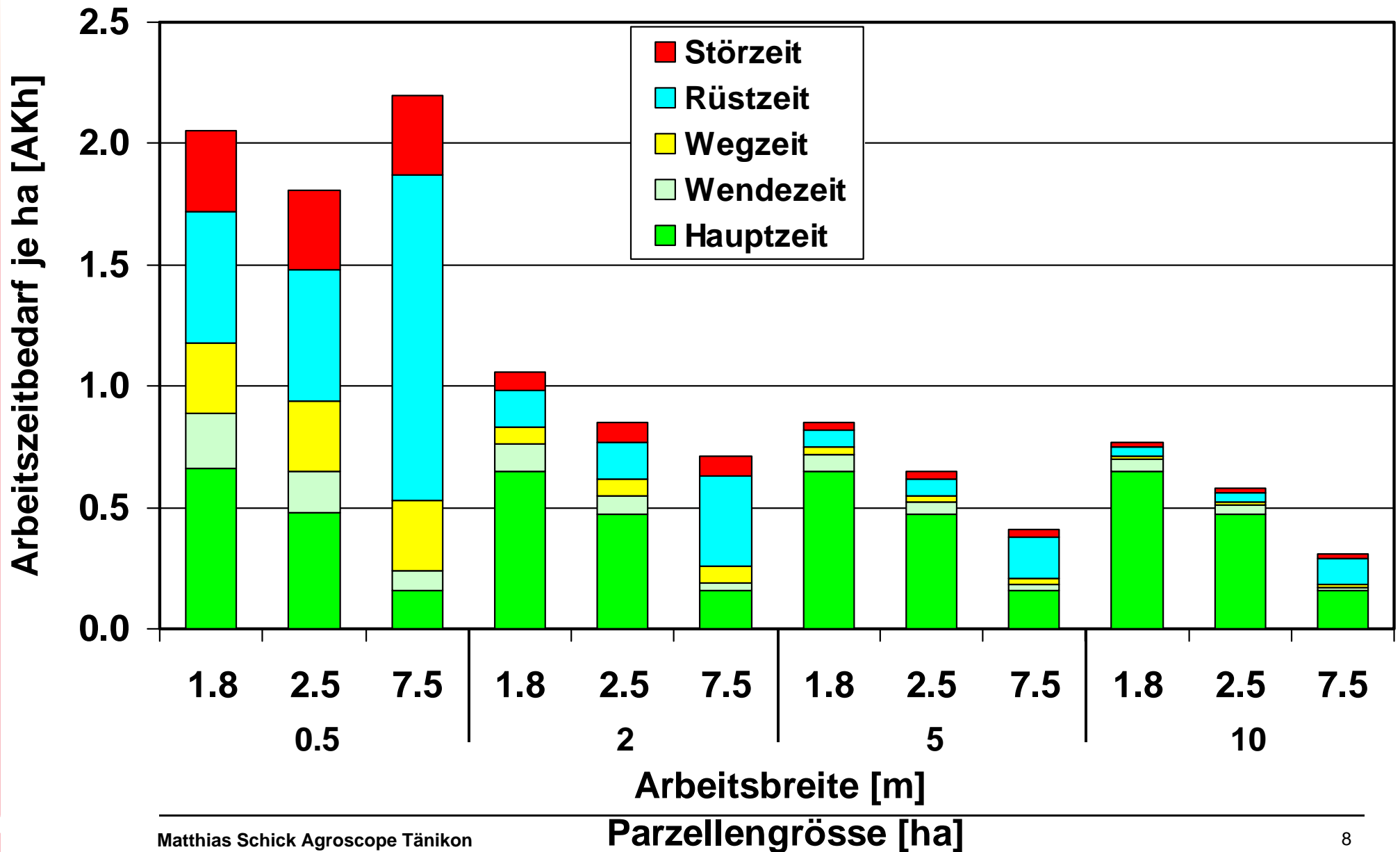
**6. Abladen**

**7. Walzen (nur Flachsilos)**

**8. Silo abdecken (nur Flachsilos)**



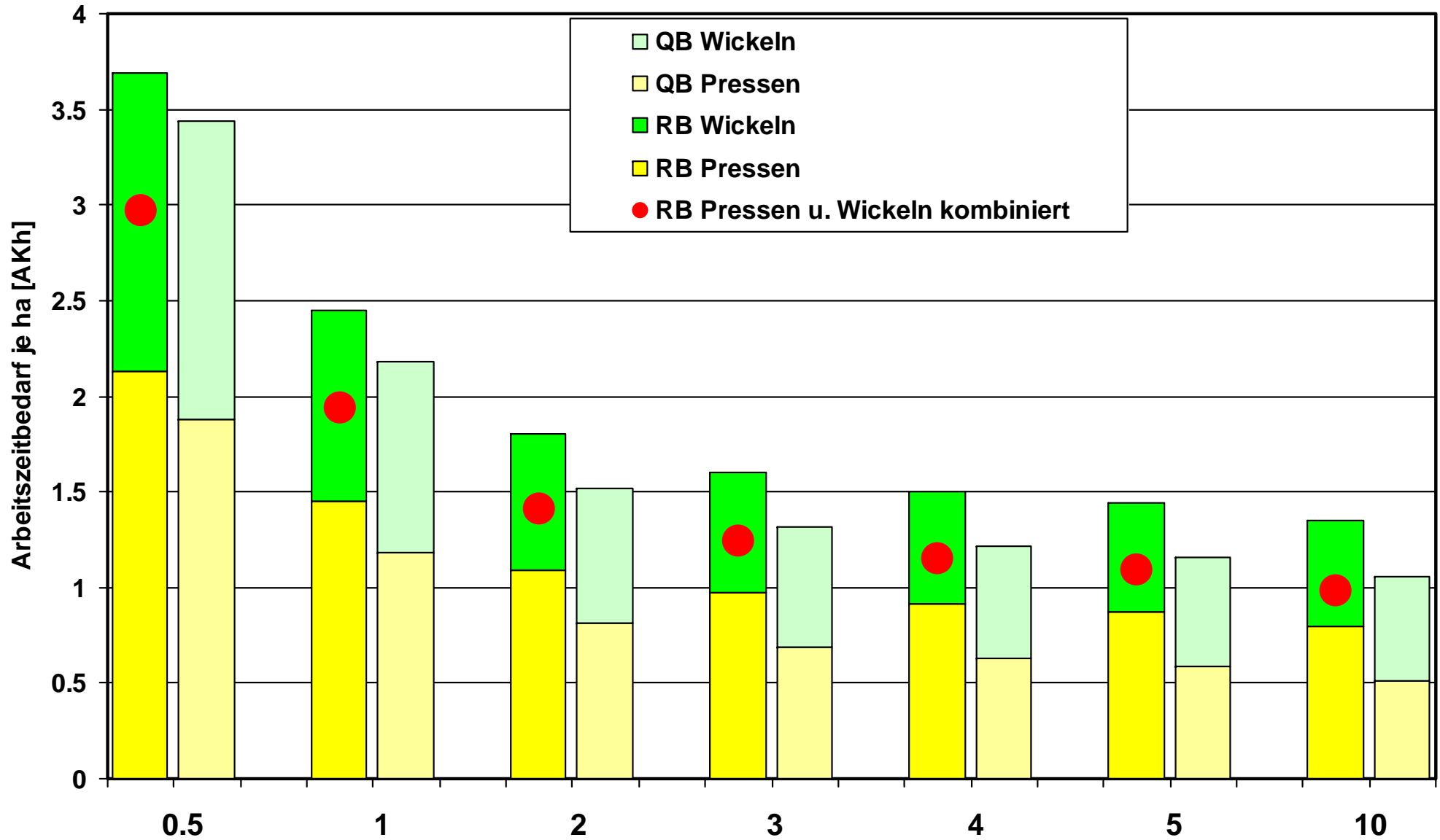
# Zeitanteile bei Mäharbeiten mit Rotationsmähdwerken in Abhängigkeit von Arbeitsbreite und Parzellengrösse





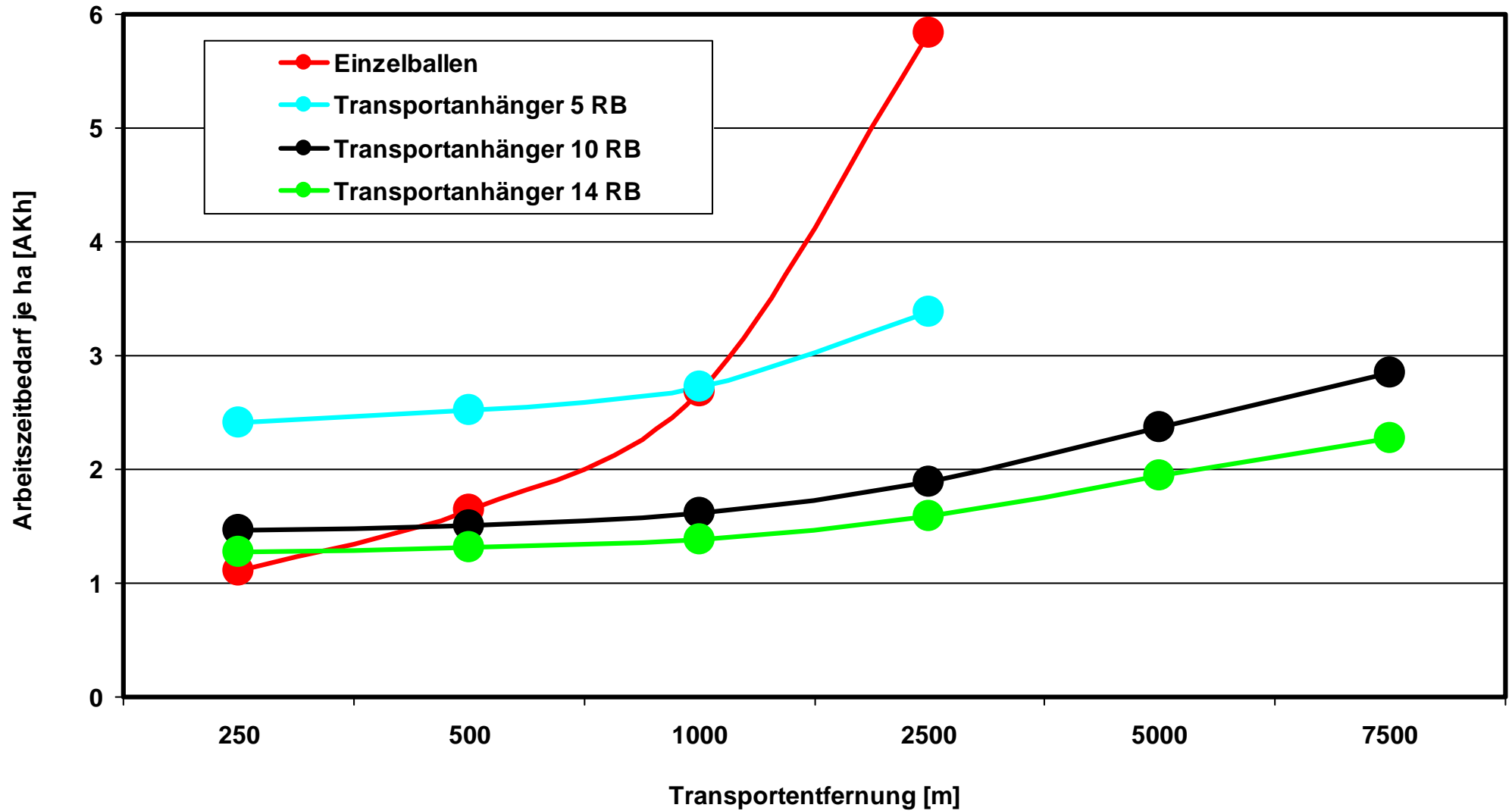


# Arbeitszeitbedarf Grassilageernte mit Ballenpressen





# Arbeitszeitbedarf Ballentransport bei verschiedenen Transportverfahren und -entfernungen





## Vor- und Nachteile von Ballensilage und Siloschlauch

### Ballensilage

#### Rund- / Quaderballen

##### Vorteile:

- hohe Flexibilität
- bessere Verdichtung der Grassilage bei TS-Gehalten  $> 45\%$  möglich
- separate Lagerung verschiedener Silagepartien
- größte Flexibilität bei der Wahl des Lagerplatzes
- kostengünstiger bei Splitterflächen

##### Nachteile:

- größerer Bedarf an Lagerraum (begrenzte Stapelbarkeit)
- hoher Folienbedarf und große Folienoberfläche
- nicht geeignet für nasses oder grobstängeliges Futter
- Spezialtechnik für Transport

### Siloschlauch

##### Vorteile:

- Silogröße flexibel gestaltbar
- schnelle luftdichte Lagerung der Silage
- separate Lagerung verschiedener Silagepartien
- kleinere Anschnittfläche und damit kaum Probleme mit dem Vorschub

##### Nachteile:

- deutlich höherer Platzbedarf zur Lagerung der Silage (mind. 1,5 x mehr als Siloplatte)
- hohe Folienkosten und große Folienoberfläche
- Engpass Einlagerungsgeschwindigkeit
- Verdichtung im Randbereich problematisch
- nicht geeignet für nasses oder grobstängeliges Futter
- Sorgfalt bei der Entnahme, damit Schlauch nicht einreißt



## Vor- und Nachteile von Siloplatten und Fahrsilo

### Siloplatte

#### Vorteile:

- Silogröße flexibel gestaltbar
- keine Probleme bei Befüllung (Wendekreis Maschinen)
- separate Lagerung verschiedener Silagepartien
- Platte vielseitig nutzbar
- Größe einfacher zu erweitern

#### Nachteile:

- erschwerte Verdichtung und Zudeckung im Randbereich
- höherer Folienbedarf als Fahrsilo

### Fahrsilo

#### Gerade / schräge Wände

#### Vorteile:

- keine / kaum Probleme bei der Verdichtung im Randbereich
- einfacheres und schnelles Zudecken der Miete
- guter Schutz der Anschnittfläche bei Entnahme möglich

#### Nachteile:

- Siloraum fix (für Jahre)
- Bei schrägen Wänden Futterkanten im Randbereich bei Entnahme



# Silomaisernernte: Transportverbundenes Fließarbeitsverfahren

- **Silomaistransport**
  - zunehmende Erntemassen
  - zunehmende Transportentfernungen
  - mangelnde Akzeptanz in der Bevölkerung
- **Standardernteverfahren**  
Parallelverfahren (2-phasig)  
Konstante Massenströme
- **Erweiterung**  
mehrphasige Verfahren  
*Vgl. Rübenernte*  
*Vgl. Getreideernte*



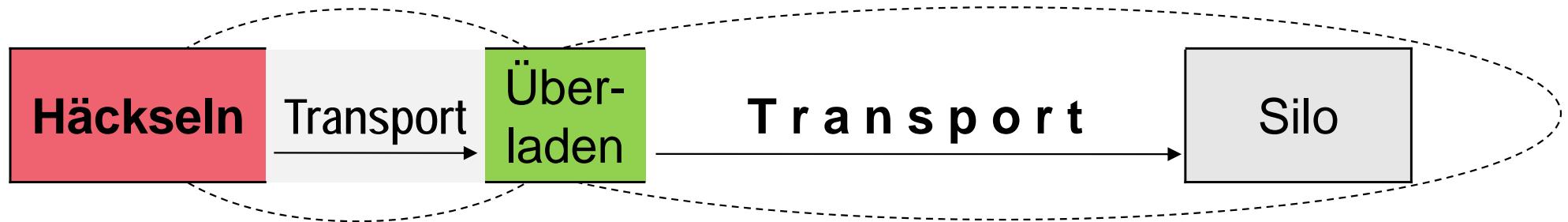


# Beispiele für Überladetechniken





# Modellrechnung: Einflussgrößen und Systemgrenzen







Einflussgrößen		Wert	Einheit
Parzellengröße/ -form		5	ha
Parzellenform		Rechteck	
FM-Durchsatz Häcksler		120	t/h
Ertrag		50	t FM/ha
Transportentfernung Strasse		10	km
Ø Fahrgeschwindigkeit	Häckseln	4	km/h
	Transport, Feld	10	km/h
	Transport, Strasse	35	km/h

**Beginn:** Eintreffen der Maschinen und Geräte am Feld

**Ende:** Abladen des Siliergutes am Silo



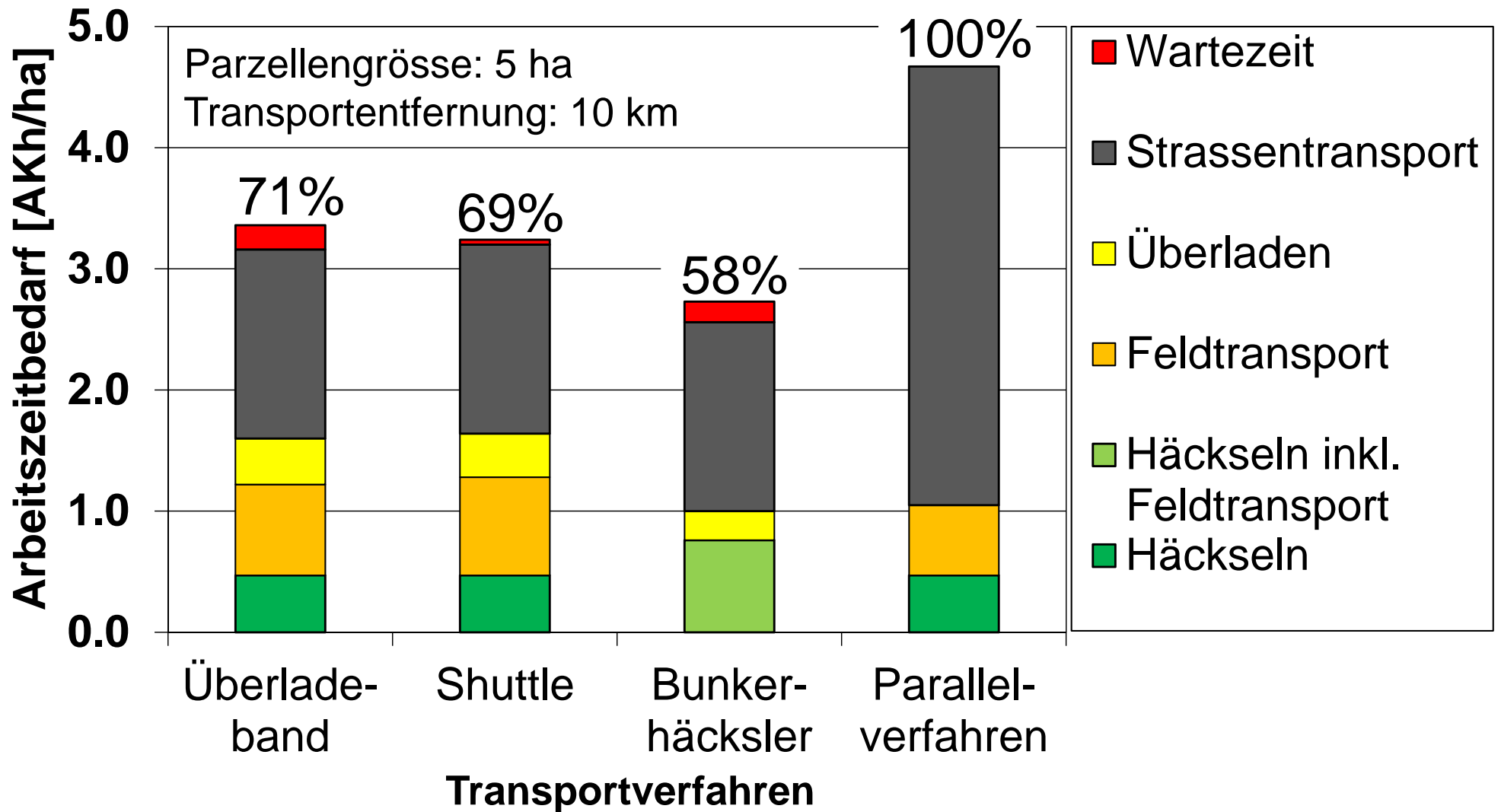
# Mechanisierung der untersuchten mehrphasigen Silomaisernteverfahren

Verfahren		Häckseln	Feldtransport	Überlademaschine	Straßentransport
	Überladeband	SF bzw. Bunkerhäcksler 6 m, 8-reihig	Traktor + Häckselwagen 40 m <sup>3</sup>	Traktor + Überladeband	LKW 60 m <sup>3</sup>
	Umladewagen „Shuttle“		Traktor + Shuttle 30 m <sup>3</sup>	-	
	Bunkerhäcksler		Bunkerhäcksler 35 m <sup>3</sup>	-	
	Parallelverfahren		Traktor + Häckselwagen 40 m <sup>3</sup>	-	



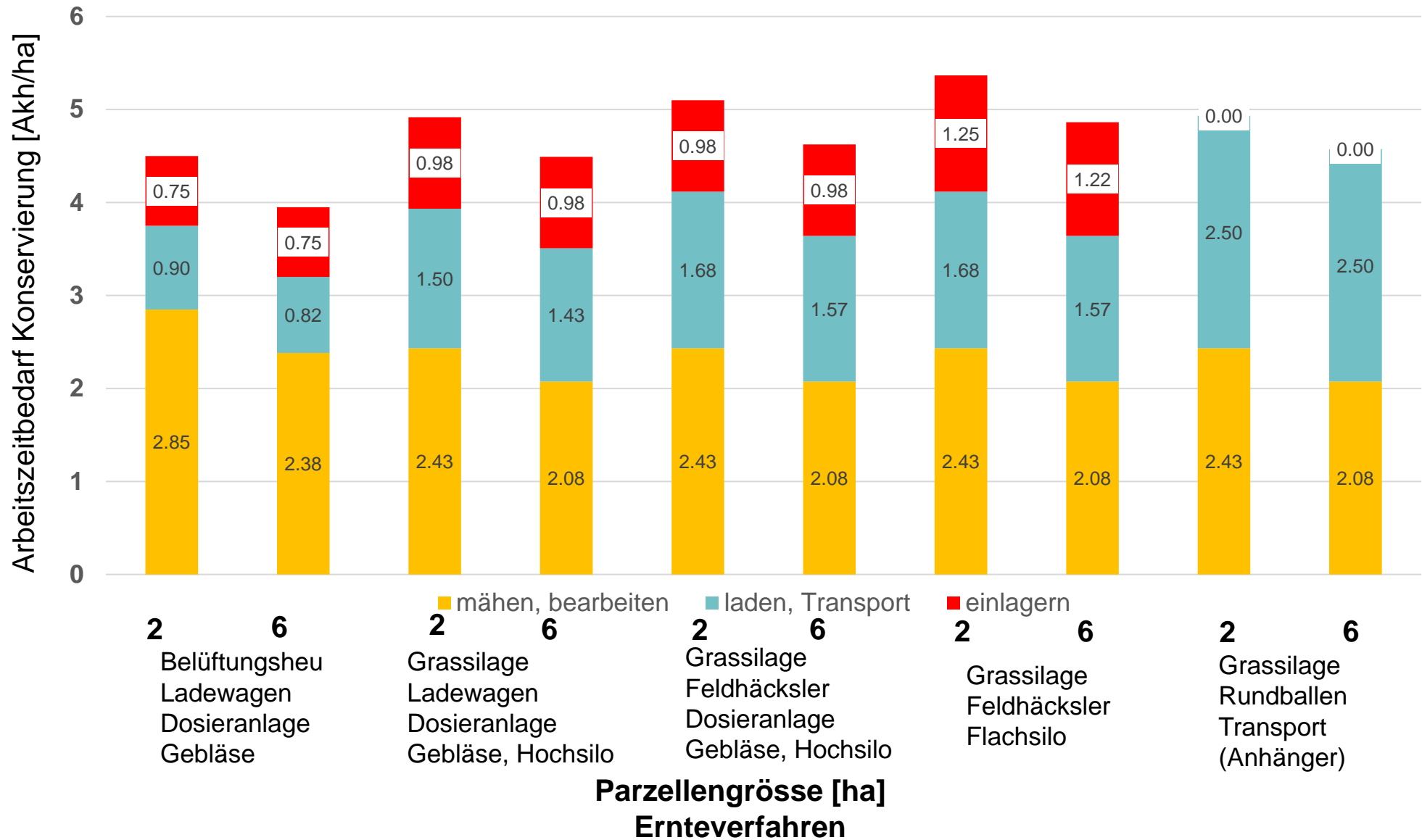


# Arbeitszeitbedarf in der Silomaisерnte Transportverfahren im Vergleich





# Vergleich verschiedener Ernte- und Einlagerungsverfahren: Arbeitszeitbedarf





# Schwachstellenanalyse - Silokette

**Verfahren nicht aufeinander abgestimmt  
(Mähwerk - Kreiselheuer; Schwader - Ladeverfahren  
Einfuhrleistung - Walzleistung; Mangelhafte Planung)**

**Lösungsmöglichkeit: Vermehrter Einsatz von  
Mähaufbereitern**

**Lösungsmöglichkeit: Nicht das schwächste Glied in der  
Kette sollte Schwaden ziehen! Möglichst „grosse“  
Schwaden (Doppelschwaden) erhöhen die Bergeleistung**

**Lösungsmöglichkeit: Walzarbeit mit schwerem Radlader**

**Lösungsmöglichkeit: Wickeln am Lager**

**Lösungsmöglichkeit: Einsatz von Planungshilfsmitteln**



# Schlussfolgerungen I

---

**Ernteverfahren müssen optimal aufeinander abgestimmt sein um optimale Verfahrensleistungen zu erreichen**

(Mähwerk - Kreiselheuer; Schwader – Häcksler;  
Transportfahrzeuge – Walzleistung; Siloabdeckung)

**Nicht das schwächste Glied in der Kette sollte Schwaden ziehen! Möglichst „grosse“ Schwaden (Doppelschwaden) erhöhen die Verfahrensleistung**



# Schlussfolgerungen II

## Mehrphasige Transportverfahren

---

- Gesamtarbeitszeitbedarf um bis zu 1.9 Akh/ha geringer im Vergleich zum Parallelverfahren
- Verfahrensleistung kann bei 10 km Transportentfernung um 3.4% bei 20 km um bis zu 15,8 % gegenüber Parallelverfahren gesteigert werden
- Sehr hohe Anforderungen an Logistik!