



# Arbeitswirtschaft & Ökonomie autonomer Feldroboter unter Berücksichtigung von Logistik- und Rüstzeiten

Josef Gamperl, Simon Walther, Patrick Kaiser

Präsentation zum Hochschulforum am 21. Mai 2026

# Ausgangssituation

- **Arbeitskräftemangel** in der Landwirtschaft
- **Steigende Kosten** für eingekaufte AKh
- Steigende Anforderungen an **Effizienz und Nachhaltigkeit**
- **Feldroboter** mehrerer Hersteller **am Markt etabliert**
- **Praxiseinsatz von AFR**: Effizienz und Ökonomie unter **realen Einsatzbedingungen**?
- **KTBL**: noch keine validierten Kennzahlen für AFR



# Forschungsfrage(n)

Wie unterscheiden sich AFR von konventioneller Mechanisierung in den Komponenten der der **KTBL-Arbeitszeitgliederung?**



Welchen **Arbeitszeit-Anteil** benötigt die **Logistik** beim Einsatz von AFR im Betrieb?

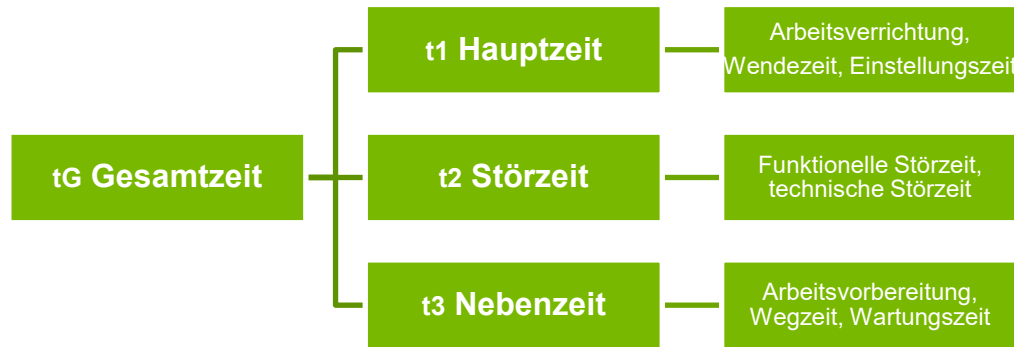


Wie verändern sich die Betriebskosten durch den Einsatz von AFR im Vergleich zu konventioneller Mechanisierung?



# Methodik: Zeit- und Bewegungsanalysen

Erfassung und Auswertung nach den arbeitswissenschaftlichen Methoden des KTBL (Winkler & Frisch, 2022)



## Anpassungen:

Unterteilung der Zeitkomponenten in:

- Laufzeit des AFR  $t_{\text{Roboter}}$
- Arbeitszeit des Bedieners  $t_{\text{Bediener}}$
- Schlepperstunden für die Logistik  $t_{\text{Traktor}}$

Eigene Abbildung nach KTBL, 2022

**Datenerfassung:** GNSS-Tracker, AFR-interne Datenaufzeichnung, manuelle Messung (Stoppuhr), Auswertung von Videoaufnahmen

# Methodik: Zeit- und Bewegungsanalysen

Manuelle & GNSS-gestützte **Erfassung der Komponenten der Arbeitszeit auf vier Schlägen** während der Aussaat von Mais und Zuckerrüben



Quelle: eigene Aufnahmen

**Genutzter Feldroboter: AgXeed AgBot 2.055 W4 (55 kW – 75 PS)**

# Methodik: Zeit- und Bewegungsanalysen

**Experimentelle Erfassung** der **logistischen Zeitkomponente** in acht Wiederholungen



Quelle: eigene Aufnahme

**Genutzter Feldroboter: AgXeed AgBot 2.055 W4 (55 kW – 75 PS)**

# Methodik: Mechanisierungskosten-Analyse

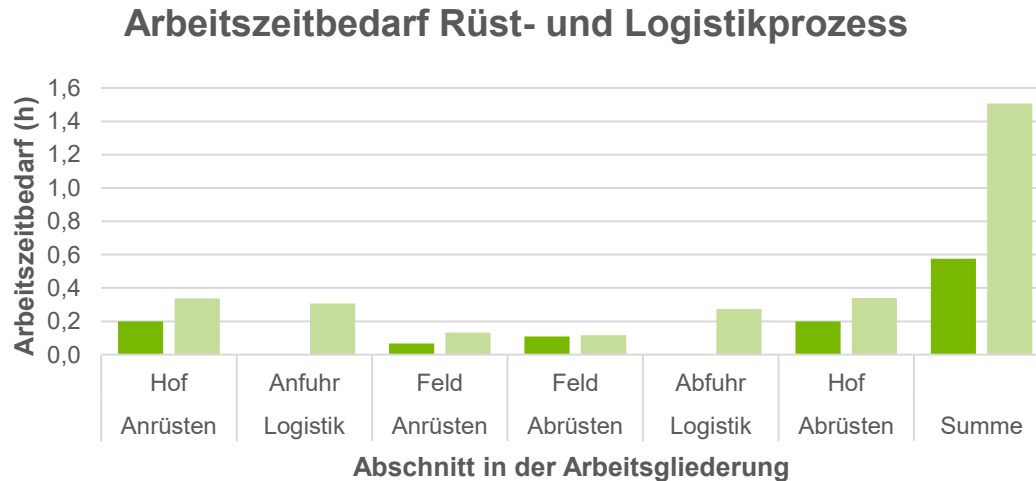
- **Fallstudie „Ackerbau Bayern“:** 130 ha, Ø Schlaggröße 2 ha
- **Durchführung leichter Arbeiten** wie Aussaat, Eggen, Zwischenreihen-Bearbeitung, Walzen, Mulchen – vergleichend mit 55 kW AFR oder 55 kW Standardschlepper
- Vergleich **jährlich anfallender Maschinenkosten** anhand KTBL-Methodik
  - **AFR:** Nutzung **eigener** erhobener **Kennzahlen**
  - **Standardschlepper:** Nutzung etablierter **KTBL-Kennzahlen**

Quelle: eigene Aufnahmen



# Ergebnisse: Zeitaufwand AFR vs. Traktor

Rüstzeiten: AFR erfordert 1,61-fach höheren Arbeitsaufwand für Rüst- und Einstellungsvorgänge je geplantem Arbeitsverfahren



■ Arbeitszeit Standardtechnik ■ Arbeitszeit AFR

Eigene Darstellung

# Ergebnisse: Zeitaufwand AFR vs. Traktor

**Rüstzeiten:** AFR erfordert **1,61-fach** höheren Arbeitsaufwand für Rüst- und Einstellungsvorgänge je geplantem Arbeitsverfahren

**Tieflader-Logistik:** **34,52 Minuten** zusätzliche **Arbeitszeit je Auf- / Abladevorgang** (Fahrzeit nicht inbegriffen)

f (h)  
1,4  
1,2

**Wendezeiten:** AFR benötigt **1,89-fache** Zeit zum Wenden im Vergleich zu konventioneller Technik

- Vergleich mit KTBL-Werten unter ähnlichen Einsatzbedingungen
- Langsame Vorgewende-Geschwindigkeit aufgrund fehlendem Allradantrieb
- Präzise Spurführung nötig, dafür langsamere Wendegeschwindigkeiten

Anrücken	Logistik	Anrücken	Abrücken	Logistik	Abrücken	Summe
----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------

**Störungsbeseitigung:** **10,94 %** der **AFR-Betriebszeit** = nichtproduktive Feld-Zeit zur Fehlerbehebung

# Ergebnisse: Mechanisierungskosten-Analyse

## Fallstudie 130 ha „Ackerbau Bayern“

AFR-Einsatz führt zu **Mehrkosten von 11,74 € pro Hektar** – noch ist die Wirtschaftlichkeitsschwelle nicht überschritten

- **Jährlicher Verlust:** 4.965,87 € (mit 40k € Förderung) bzw. 9.565,87 € (ohne Förderung)
- **Kosten** je Einsatzstunde **kaum höher** als beim Standardtraktor (+1,31 € je h)
- Ursachen für mangelnde Wirtschaftlichkeit:
  - Nur **60,93 % effektive Feldarbeit**; 32,98 % der Zeit für Rüst- und Logistikprozesse
  - **Einsparungen** durch Reduzierte Arbeit beim Universalroboter **zu gering** (-3.550 € p.a.)
- Wirtschaftlichkeitsschwellen:
  - Lohnkosten **36,73 € je AKh**
  - Anschaffungskosten **max. 135.807 €** - Anschaffungskosten AgXeed 2.055W4 196.000 €

# Fazit

## Wege zur Optimierung des Robotereinsatzes

- **Einsatz autonomer Feldroboter bedingt:**
  - Höherer Rüst- und Logistikaufwand
  - Geringere Arbeitseffizienz beim Feldeinsatz
- **Innere Verkehrslage:**
  - Kleine Schläge - häufige Standortwechsel (typisch für Süd-D) kannibalisieren AK-Einsparung
  - Dadurch Wirtschaftlichkeit des AFR-Einsatzes auch mit Förderung nicht gegeben
- **Hebel zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit:**
  - Größere Schläge, eine höhere Auslastung sowie steigende Lohnkosten
  - Produktoptimierung, Preissenkungen der Hersteller, verbesserte Logistikkonzepte



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

Ich freue mich auf eine angeregte Diskussion.

Josef Gamperl

21. Mai 2026