

# SKALENEFFEKTE BEI AUTOMATISIERTEN ERNTEVERFAHREN IM SPARGELANBAU

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
Bachelorarbeit im Rahmen des Bachelorstudiengangs Agrarwissenschaften  
von Pauline Böckenhoff



# Gliederung

## 1. Einleitung

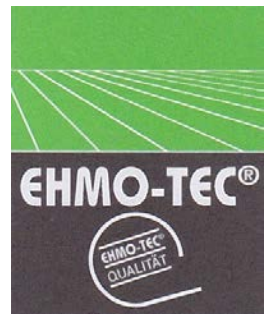
## 2. Situationsanalyse

- Personalmanagement
- Betriebliche Anpassung an den Mindestlohn
- Erntetechniken für Spargel

## 3. Kalkulation

- Szenario 1: wirtschaftliche Rentabilität unter steigendem Mindestlohn
- Szenario 2: Ausdehnung des Ernteintervalls
- Szenario 3: Analyse der Gesamtkosten für verschiedene Betriebsgrößen

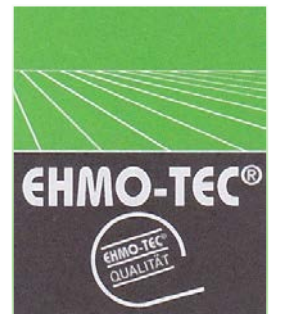
## 4. Ausblick



# 1. Einleitung

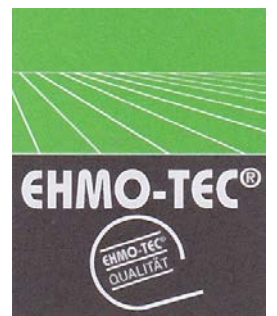
Herausforderungen:

- 1) Spargelmengen und Absatz müssen passen/Übermengen kosten Geld
- 2) Kostenreduzierung durch Anbauverfahren und Technik
- 3) Lohnnebenkosten Risiken nicht kalkulierbar
- 4) Unterbringung kostet Geld
- 5) Energiekrise
- 6) Rezession auch bei uns ?
- 7) Verkauf von Genuss und Lebensfreude



## 2. Situationsanalyse Personalmanagement

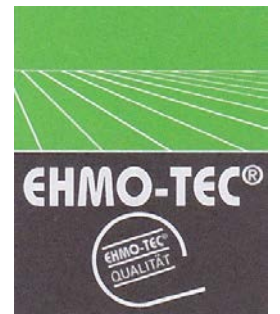
- Großteil der Arbeitskräfte aus dem Ausland
- 65,2% der AK sind für den Zeitraum bis zu 2 Monaten angestellt  
= Spitze der Saison
- In den letzten Jahren war es schwierig geeignetes und ausreichendes Personal zu finden
- 94,7% der Betriebe stellen Unterkünfte auf dem Hof zur Verfügung



## 2. Situationsanalyse

### Betriebliche Anpassung an den Mindestlohn

- Einführung des Mindestlohns in 2015
  - Herausforderung vieler Betriebe, da Lohnkosten steigen
- Durch Mangel an AK und steigende Kosten sind einige gezwungen sich strukturell anzupassen
  - Anbaufläche reduzieren
  - Felder nicht ernten
  - Investition in Mechanisierung
    - = mit weniger Personal kann die gleiche Menge Ackerland bewirtschaftet werden



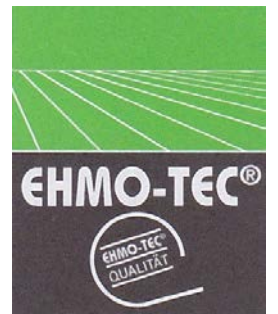
## 2. Situationsanalyse

### Betriebliche Anpassung an den Mindestlohn

Research Report des Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft zur aktuellen Forschung in der Gartenbauökonomie

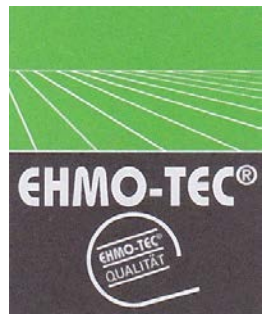
Befragung von gartenbaulichen Beratern, Sachverständigen und Politikern zur Auswirkung des Mindestlohns

- Inner- & außerbetriebliche Strukturwandel verstärkt
- Verlagerung der Produktion ins Ausland
- Zunehmende Technisierung

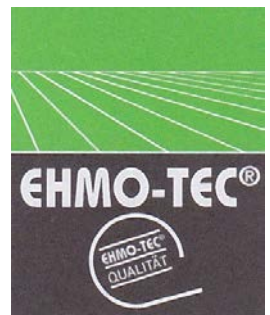


## 2. Situationsanalyse Erntetechnik

- Manuelle Ernte mit / ohne Erntehilfe
- Vollernter
- Selektive Spargelstechmaschine S9000 Compact von AVL Motion



# Beschreibung der Technik

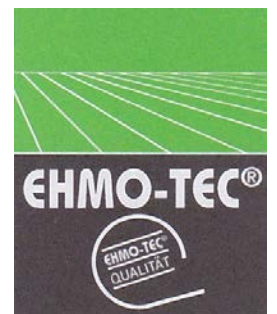




### 3. Kalkulation

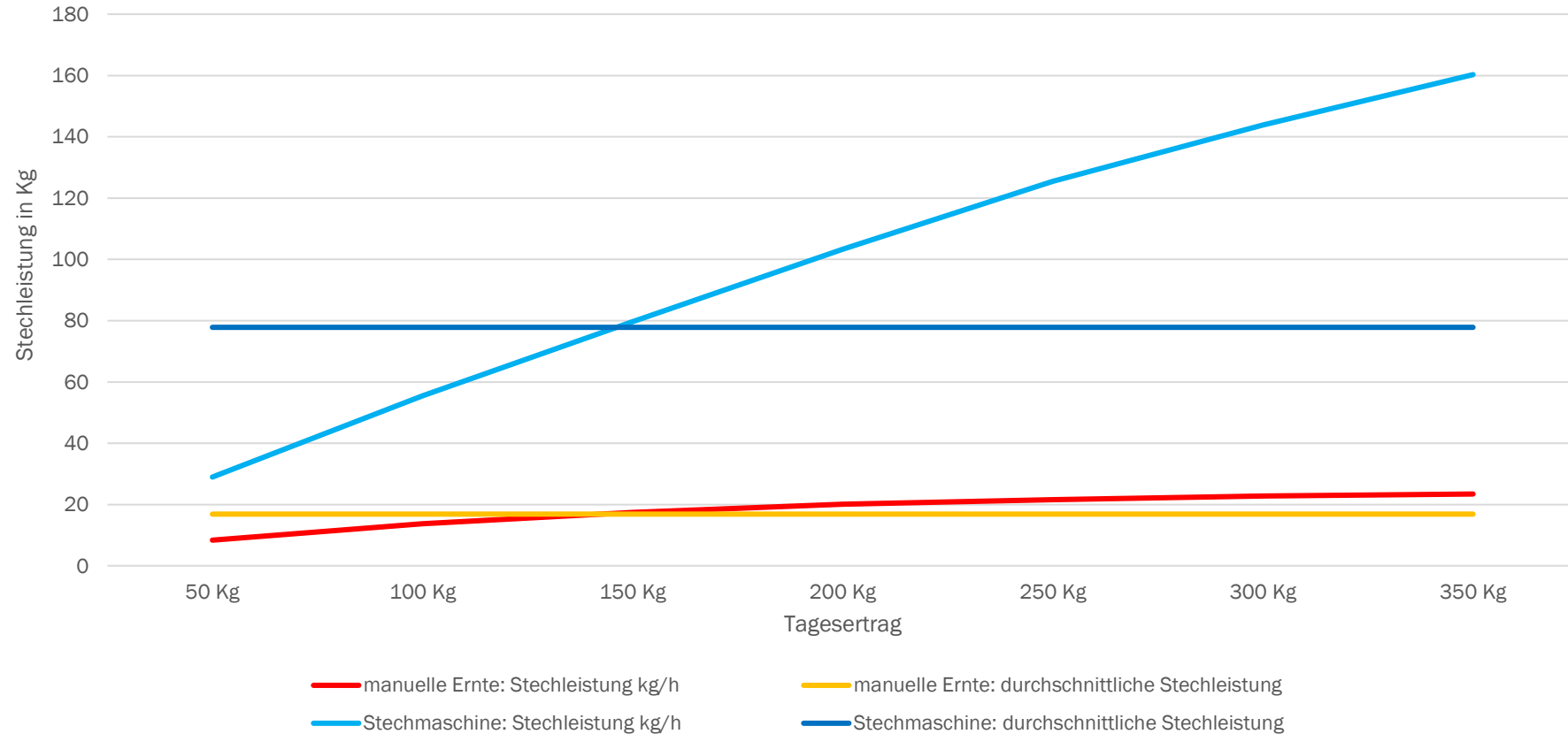
#### Wichtige getroffene Annahmen

- Saison mit 60 Erntetagen, es gibt verschiedene Tageserträge von 50 Kg/Tag – 350 Kg/Tag
- Gesamtertrag von 8.700 Kg
- 16 Spargelstangen/ Kg
- Keine Fremdfinanzierung, d.h. Zins-Zahlungen entfallen
- Stechmaschine kann bis zu 16h/ Tag arbeiten (Doppelschicht), manuelle SAK bis zu 8h/ Tag Geschwindigkeit 2,2 bis 3,6 kmH

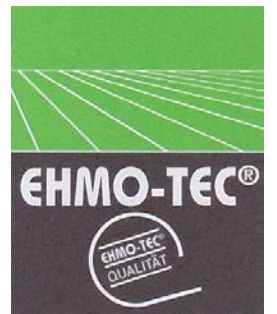


### 3. Kalkulation

#### Stechleistung beider Erntetechniken im Vergleich

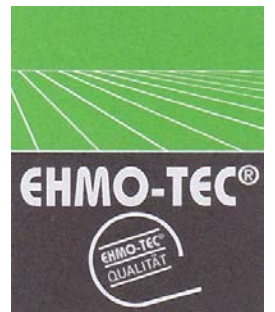


Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Annahmen und Daten von (AVL Motion 2021; ratiochron 2021)



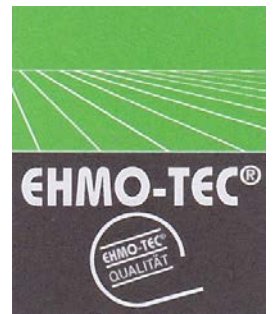
## Ergebnis

- Stechleistung des gewichteten Durchschnitts
  - *Stechmaschine konstant bei 77,8 kg/h*
  - *Manuelle Ernte konstant bei 16,9 kg/h*
- Stechleistung in Abhängigkeit des Tagesertrages
  - *Stechmaschine steigt sehr schnell bis zum theoretischen Maximalwert von 160,3 kg/h beim Tagesertrag von 350 kg*
  - *Manuelle Ernte steigt langsamer, Steigung wird ab Tagesertrag von 200 Kg geringer und theoretischer Maximalwert liegt bei 23,4 Kg/h*



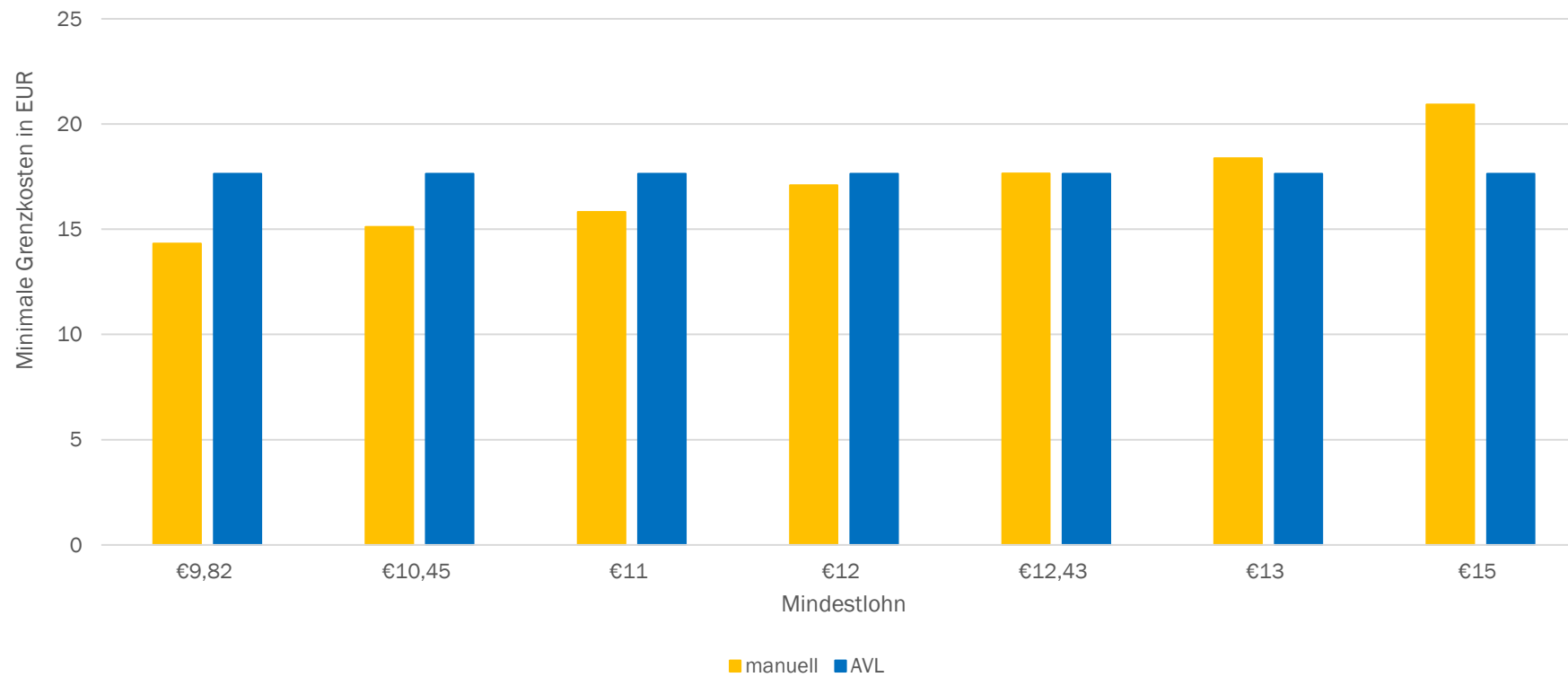
## Fazit

- Stechleistung ist abhängig vom Tagesertrag
- Werte sind nur theoretisch, da Faktoren wie körperliche Erschöpfung nicht mit einbezogen wurden
- Maximum der Stechmaschine:  
derzeit noch bei 281 Kg/h (Stand 2022), jedoch wird die Fahrgeschwindigkeit in den kommenden drei Jahren voraussichtlich verbessert → positive Auswirkung auf Stechleistung
- Maximum der manuellen Arbeitskraft:  
individuell und abhängig von der Tagesform, jedoch lässt sich aufgrund der allgemein geringeren Stechleistung darauf schließen, dass auch das Maximum in einem geringeren Bereich liegt

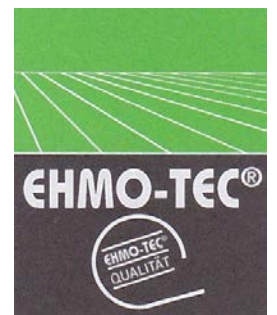


# Szenario 1: wirtschaftliche Rentabilität unter steigendem Mindestlohn

## Minimale Grenzkosten bei steigendem Mindestlohn

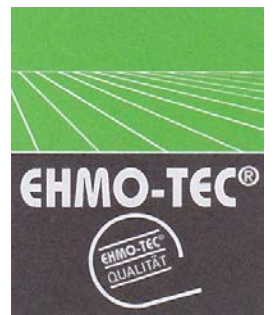


Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Annahmen und Daten von (AVL Motion 2021; ratiochron 2021)



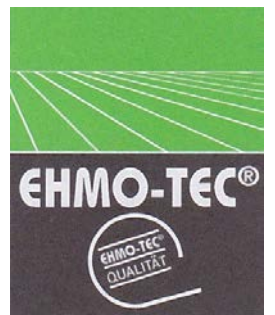
## Ergebnis

- Minimale Grenzkosten betrachten Maschinenkosten + Lohnkosten auf einen Hektar und Stunde bezogen
- Grafik zeigt auf der X-Achse die jeweiligen Mindestlohnbeträge, jedoch wurden für eine realistische Betrachtung inklusive der 27,68% Lohnnebenkosten gerechnet
- Für Mindestlohn von 9,82€ (+ 27,68% Lohnnebenkosten) liegen die minimalen Grenzkosten
  - der manuellen Ernte bei 14,31€
  - der Stechmaschine bei 17,64€
- Für Mindestlohn von 12,43€ liegen die minimalen Grenzkosten
  - der manuellen Ernte und der Stechmaschine bei 17,64€
- Für Mindestlohn von 15€ liegen die minimalen Grenzkosten
  - der manuellen Ernte bei 20,92€
  - der Stechmaschine bei 17,64€

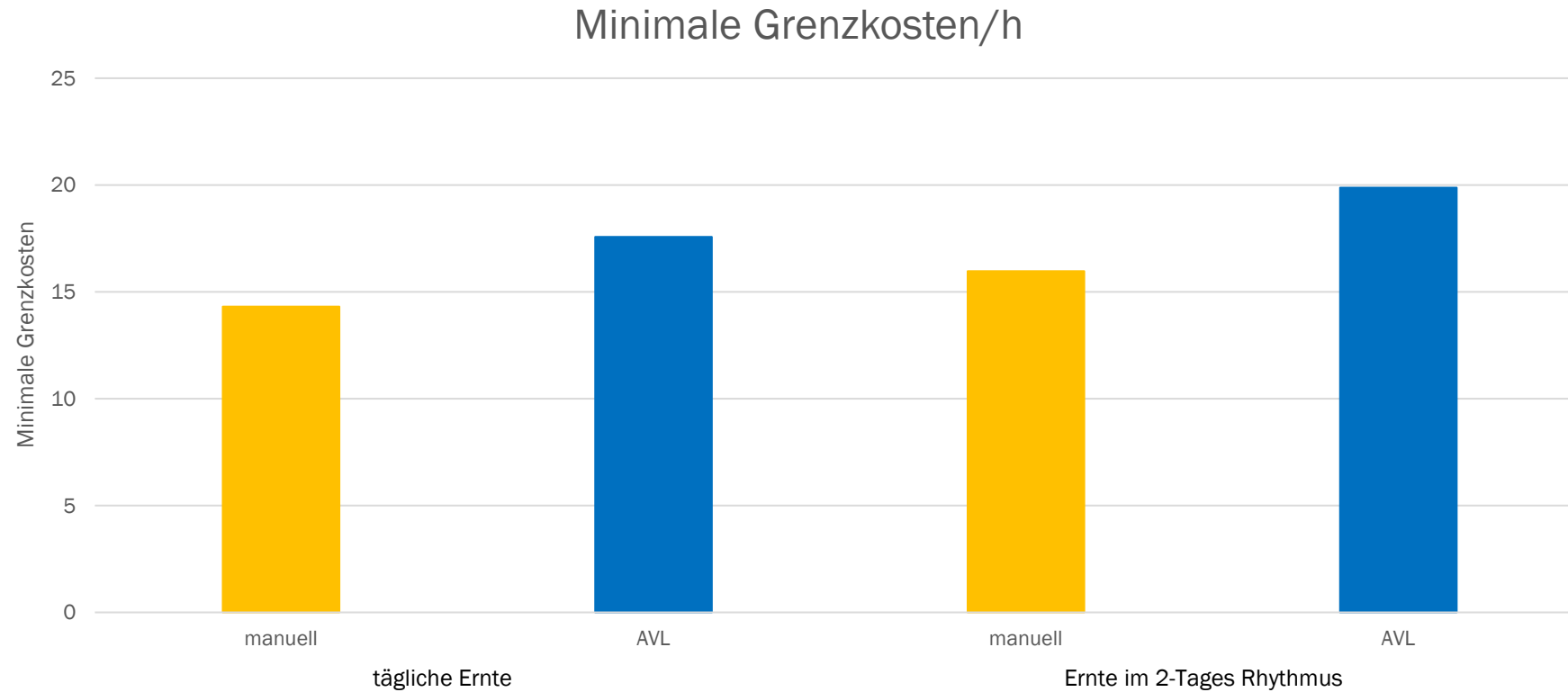


## Fazit

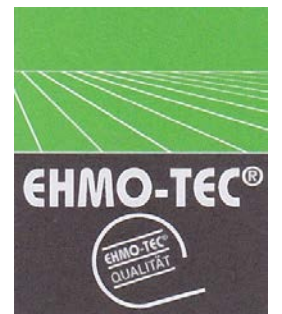
- Je höher Mindestlohn steigt, desto rentabler wird der Einsatz der Stechmaschine bei einem Einsatz von 16h
- Bei einem Mindestlohn unter 12,43€ sind die minimalen Grenzkosten der Stechmaschine höher als die der manuellen Ernte
  - d.h. der tägliche Einsatz der Maschine ist nicht rentabel
- Ab einem Mindestlohn von 12,43€ sind die Kosten auf gleicher Höhe
- Für alle Werte über 12,43€ gilt, dass die minimalen Grenzkosten der Stechmaschine geringer sind, als die der manuellen Ernte
  - der tägliche Einsatz der Stechmaschine ist kostentechnisch günstiger



## Szenario 2: Ausdehnung des Ernteintervalls



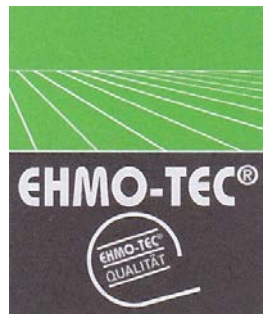
Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Annahmen und Daten von (AVL Motion 2021; ratiochron 2021)





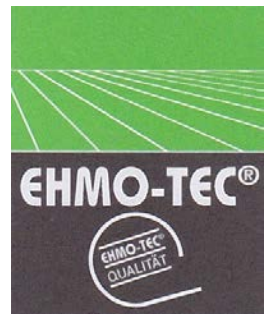
## Ergebnis

- Minimale Grenzkosten der manuellen Ernte steigen auf 15,97€
- Minimale Grenzkosten der Stechmaschine steigen auf 19,88€
  - Trotz der zweifach hohen Tageserträge und enorm angestiegenen Stechleistungen, weisen Kosten hohe Differenzen auf
- Leistungssteigerungsfaktor  $\epsilon$  ist minimal gestiegen von 4,6 auf 6,11
  - d.h. Maschine arbeitet unter Vollauslastung, im Hinblick auf Erntemenge und Zeitmanagement um den Faktor 6,11 produktiver als die einzelne SAK



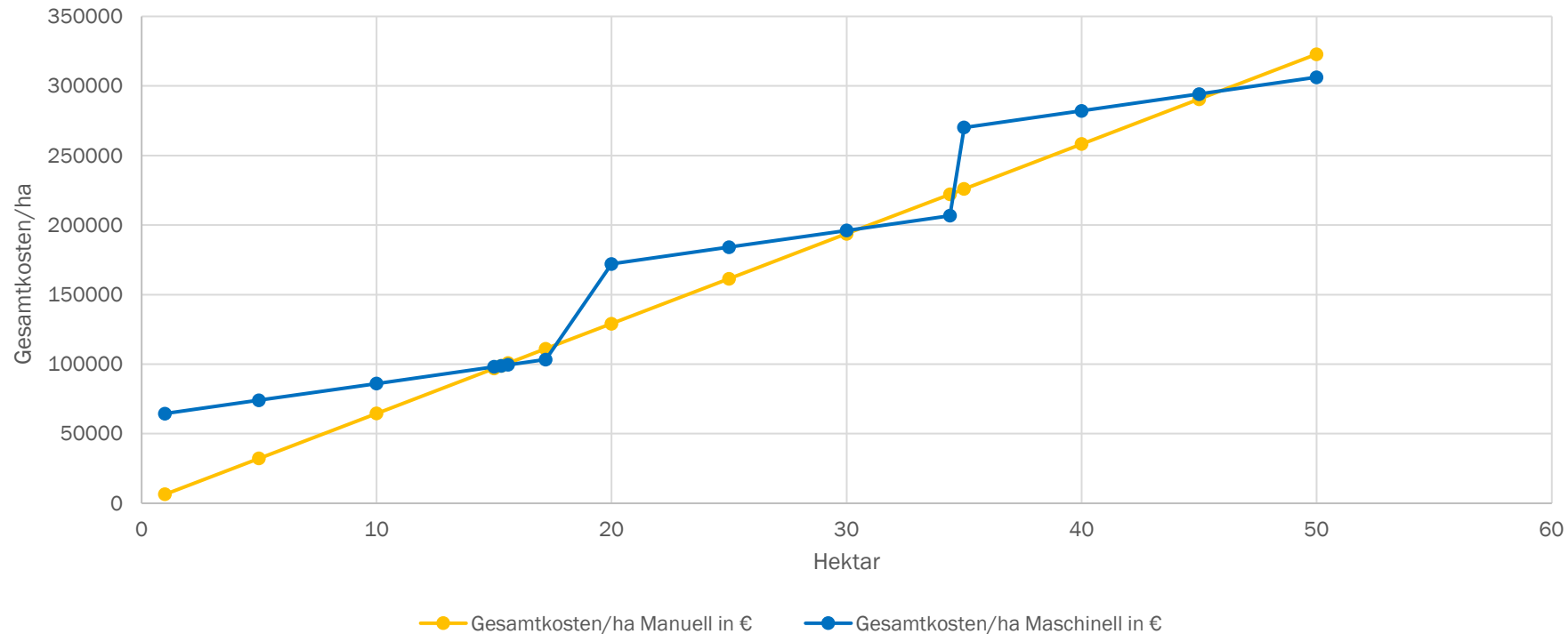
## Fazit

- Leistung durch Ernte im 2-Tages Rhythmus ist gestiegen, die Kosten jedoch nicht gesunken
- Eine Möglichkeit wäre, zwei Felder gleichzeitig im Wechsel zu bewirtschaften
  - *2-Tages Rhythmus kann eingehalten werden*
  - *Leistungssteigerungsfaktor  $\epsilon$  steigt auf 12,22*
  - *Gesamtkosten der Stechmaschine bleiben gleich der täglichen Ernte, da sie täglich im Einsatz ist und keine Kosten anfallen wenn sie im Leerlauf ist*

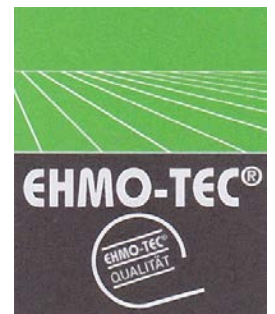


# Szenario 3: Analyse der Gesamtkosten für verschiedene Betriebsgrößen

Gesamtkosten/ha in € im Vergleich der rein manuellen und maschinellen Ernte

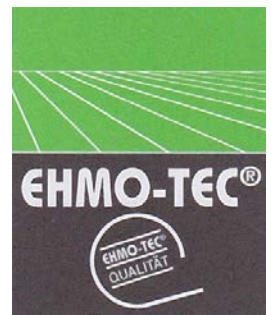


Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Annahmen und Daten von (AVL Motion 2021; ratiochron 2021)



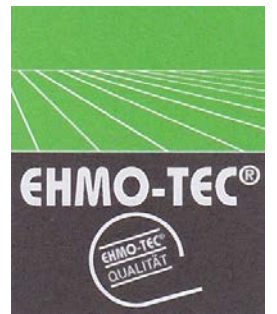
## Ergebnis

- Für 1 Ha: 64.404,08€
- Erster Schnittpunkt liegt bei 15,3 Ha, d.h. die Kosten sind gleich hoch bei 98.738€
  - Ab dieser Betriebsgröße lohnt sich der Einsatz der Stechmaschine betriebswirtschaftlich
- Bis 17,2 ha liegen die maschinellen Kosten unter den manuellen Kosten
- Bei 17,2 Ha liegt der voll ausgelastete Bereich der Maschine, d.h. ab 17,3 Ha benötigt man eine zweite Maschine zur Ernte der Felder → Kosten steigen wieder über die der manuellen
- Gleiches entsteht wieder bei einer Betriebsgröße von 34,4 Ha

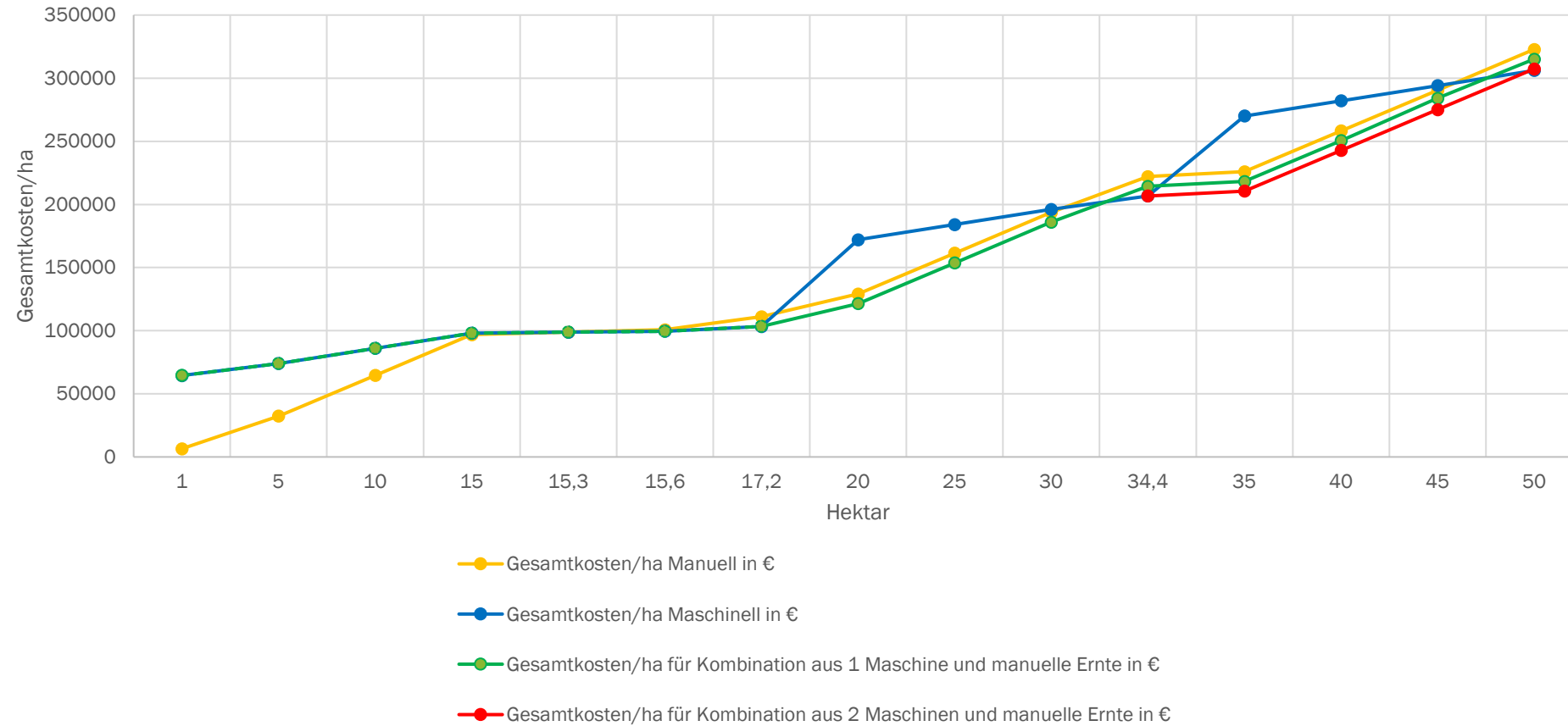


## Fazit

- Für den Vergleich der rein manuellen und rein maschinellen Ernte ist das Fenster, in dem die maschinelle Ernte betriebswirtschaftlich rentabler ist
  - immer ab dem Punkt der vollen Auslastung der Maschine
  - bis zum Punkt bis eine zweite Maschine benötigt wird, ab der Betriebsgröße steigen die Kosten wieder enorm
- Da in der Realität nicht nur rein maschinell oder rein manuell geerntet werden kann, werden nun Kombinationen aus beiden Ernteverfahren simuliert



## Gesamtkosten/ha in € verschiedener Erntekombinationen

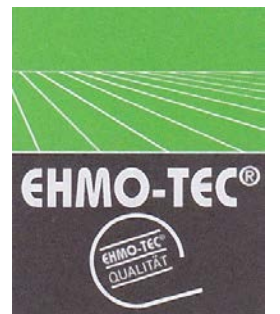


Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Annahmen und Daten von (AVL Motion 2021; ratiochron 2021)



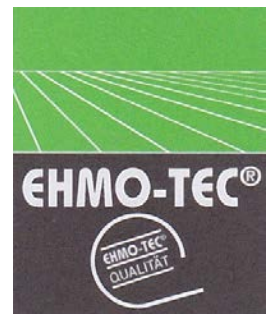
## Ergebnis

- Ab 15,3 – 17,2 Ha erntet Maschine allein, die restlichen Felder werden manuell geerntet
- Gesamtkosten der Erntekombination aus Maschine und Mensch ist günstiger als der Einsatz zweier Maschinen
- Ab 34,3 Ha ist die Kombination aus zwei Maschinen und Einsatz der SAK im Vergleich zu den anderen Kombinationen die kostengünstigste



## Fazit

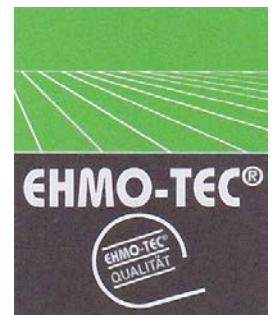
- Kombination aus beiden Erntechniken zielt betriebswirtschaftlich zum Erfolg
- Bei steigender Produktionsmenge sinken die Produktions- und Selbstkosten nicht
- Eine steigende Betriebsgröße führt nicht zu sinkenden Gesamtkosten





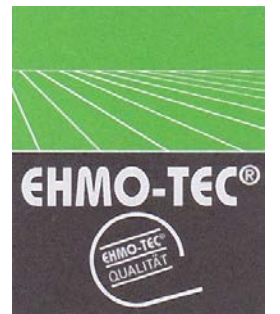
## Weitere Faktoren

- Mögliche Beeinflussungen des Ergebnisses der Simulation sind:
  - Erntekosten/Kg Spargel, Faktoren im Kulturanbau, Größe der Flächen, Hof-Feld Entfernung, Personalbedingungen etc.
- Mögliche Faktoren zur früheren Rentabilität der Maschine:
  - Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, Ausdehnung des Einsatzzeitraumes auf drei Schichten, Erntezeitraum kann mithilfe Folieneinsatzes auf 90 Tage ausgedehnt werden, sobald Maschine in Serienproduktion ist, sinkt der Anschaffungspreis voraussichtlich



## Ausblick

- Mechanisierung in der Spargelernte bietet eine vielversprechende Möglichkeit kostengünstiger zu produzieren
- Personalmangel kann elegant umgangen werden
- Der parallele Einsatz von Mensch und Maschine ist besonders für die Anfänge interessant und in Betracht zu ziehen



VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT!

