

# Fahrerkabine 4.0

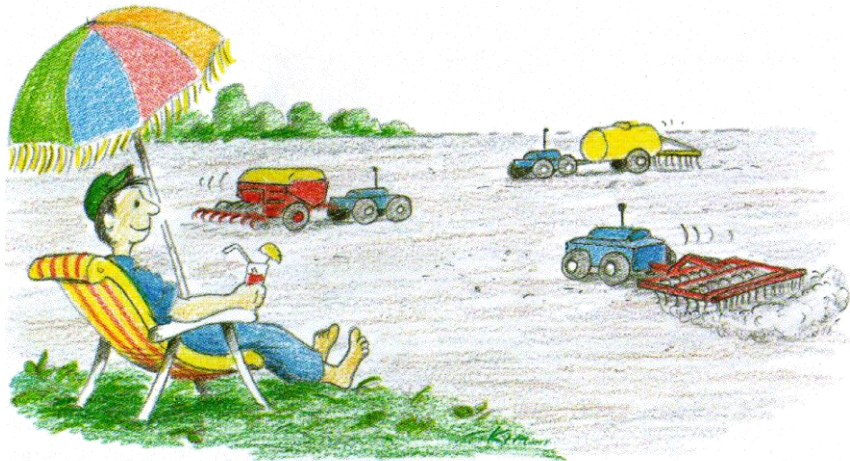


GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Motivation



[1]

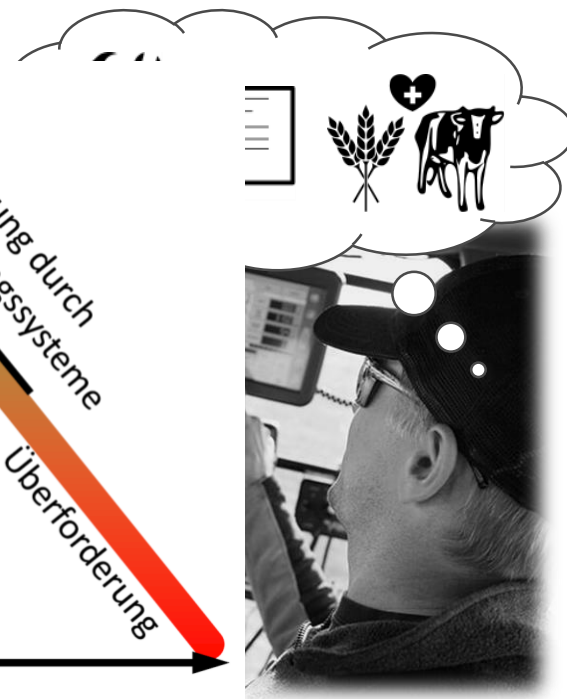
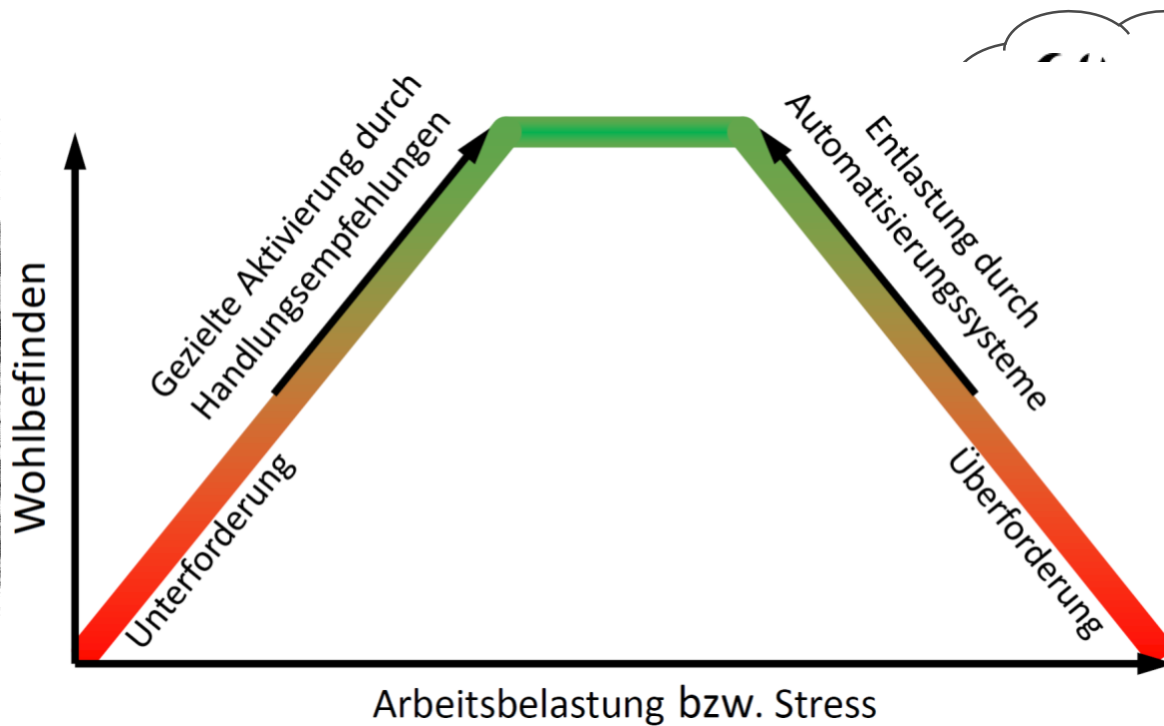


[2]

# Motivation

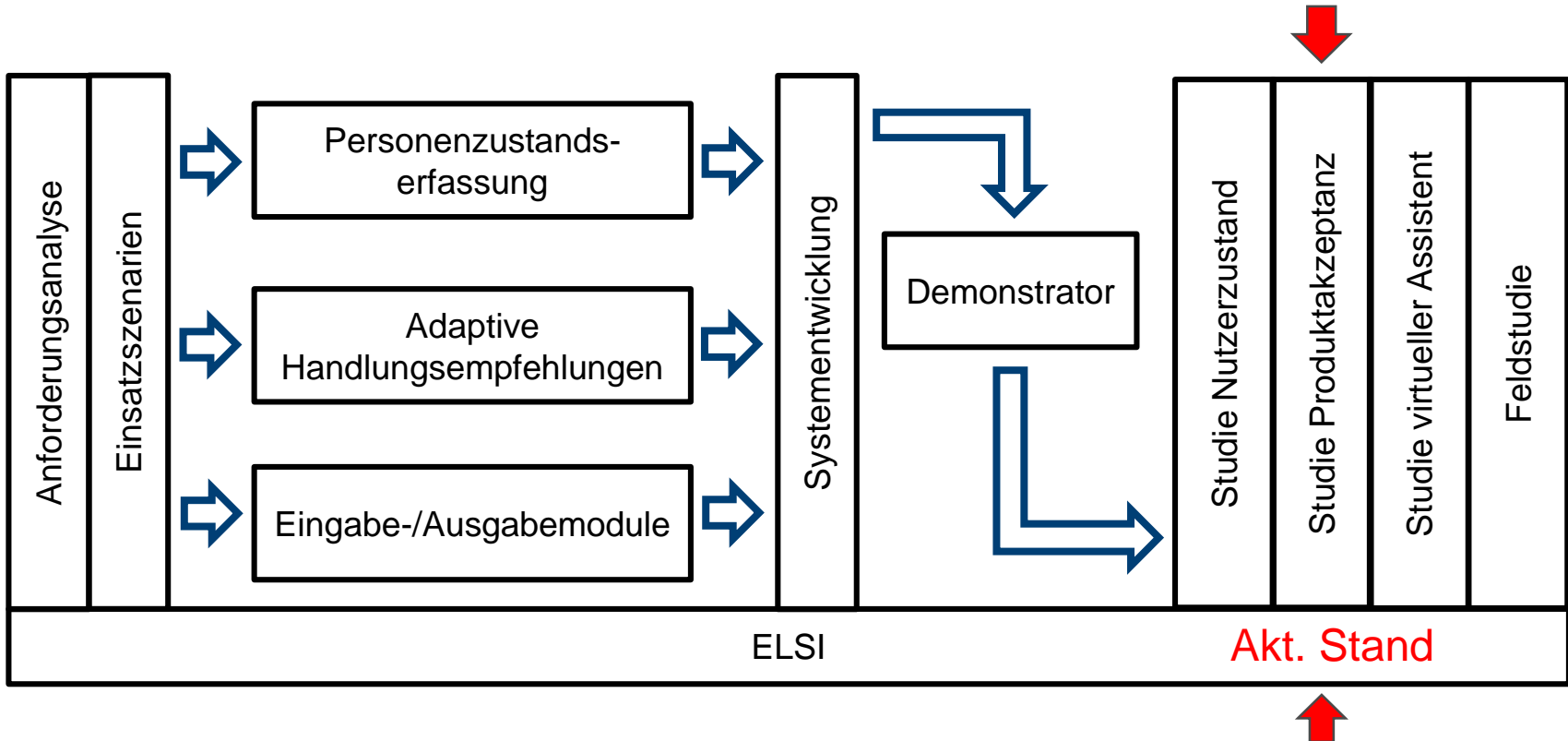


[1]



[2]

# Übersicht



# Demonstratorkabine

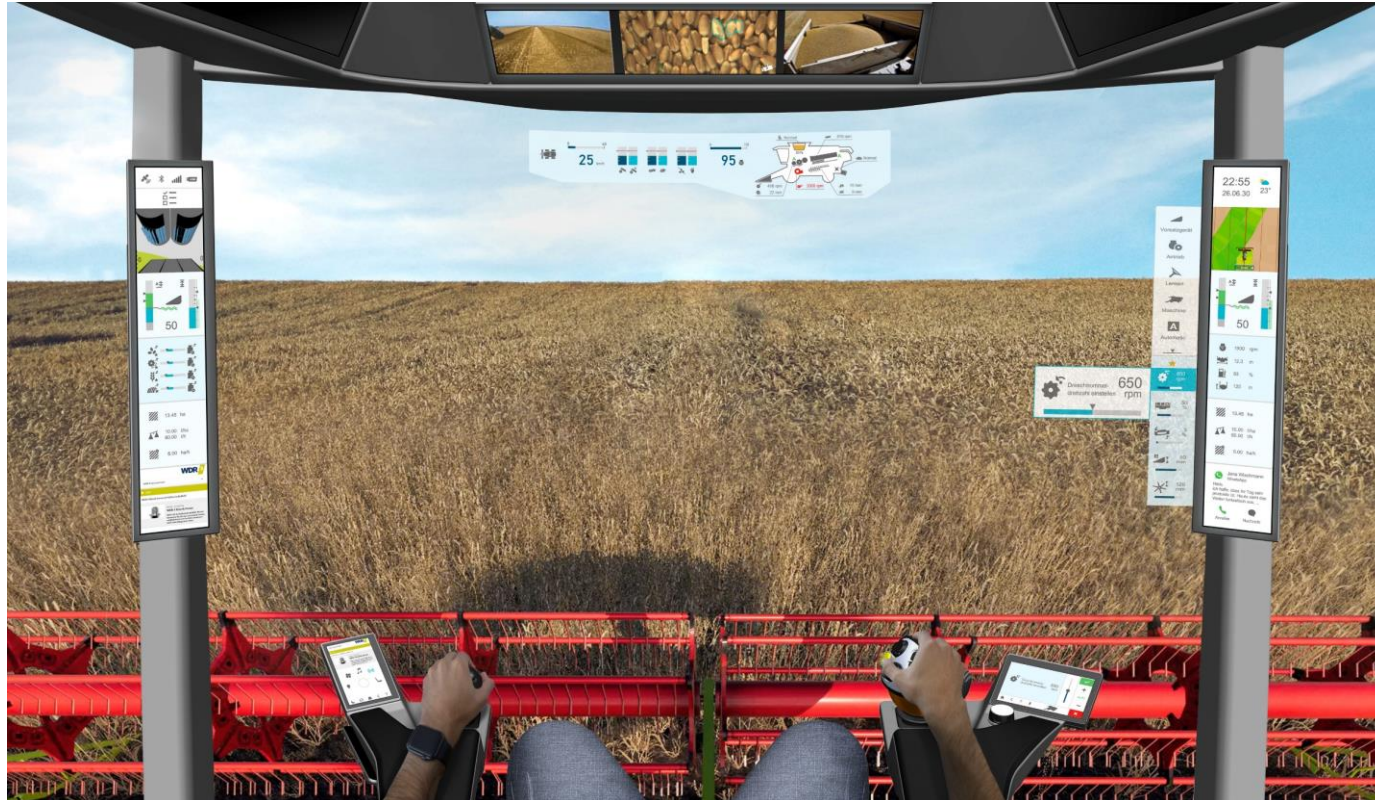
ONFIELD

## Nutzung der Demonstratorkabine als Validierungsplattform

- Immersives Erlebnis
- Multimodale Ein- und Ausgabegeräte
- Programmierung von Studien und Szenarien



# Bedienkonzept - Gesamt



# Bedienkonzept - Fahrersitz



Entspannungsmodus



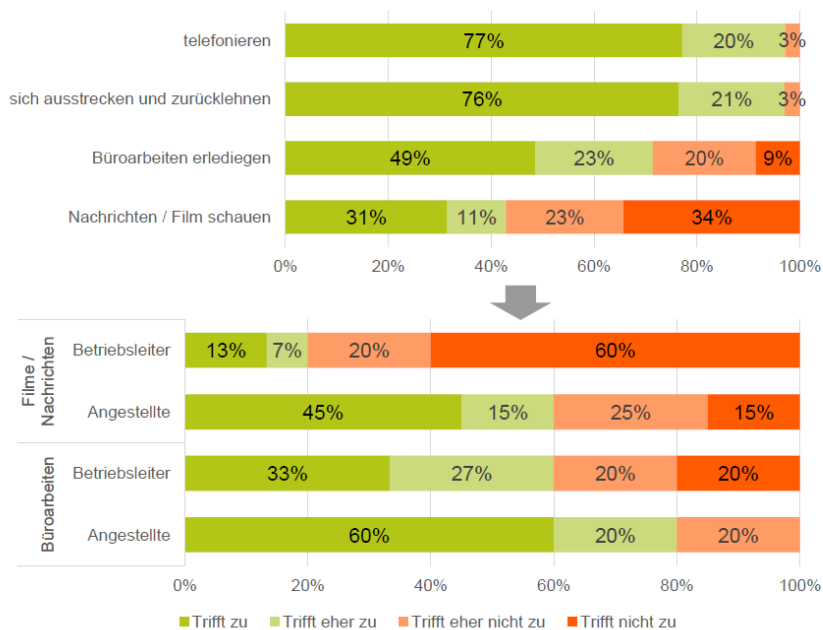
Arbeitsmodus



Büromodus

# Demonstratorkabine

## Bevorzugte Nutzung der freigewordenen Zeit



### Qualitatives Feedback: Weitere Tätigkeiten & Kommentare

Einfache, nicht zu tiefgreifende, am besten erntebezogene Tätigkeiten erledigen (Dokumentation, Mails, Wetter)	13x
Betriebskommunikation (v.a. Getreidetransport)	13x
Social Media	7x
(ggf. autonome) Flotte überwachen	4x



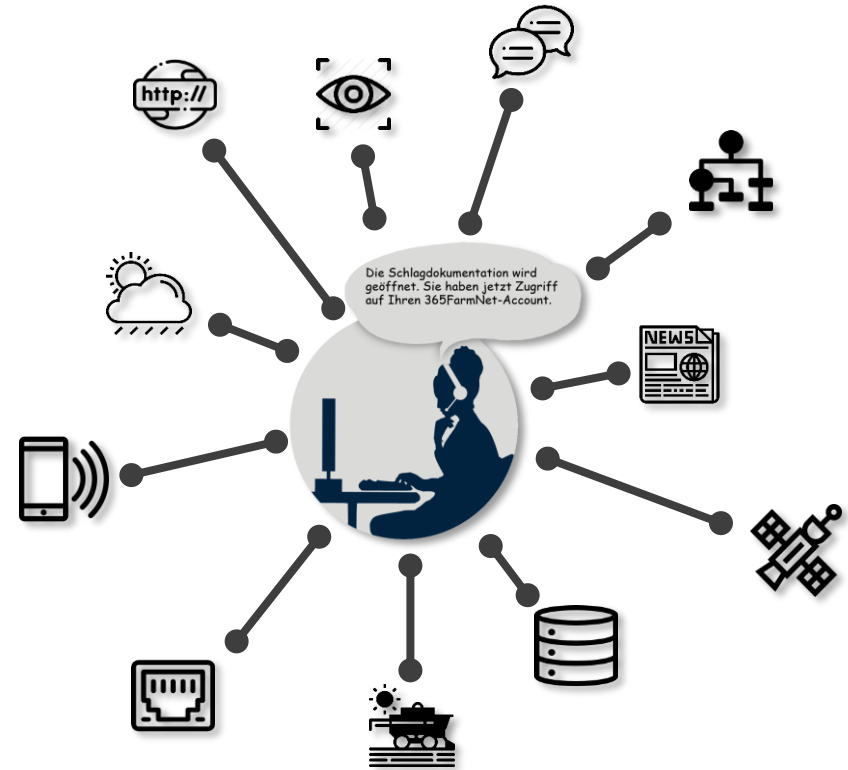
# Demonstratorkabine

## Wissenschaftskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit



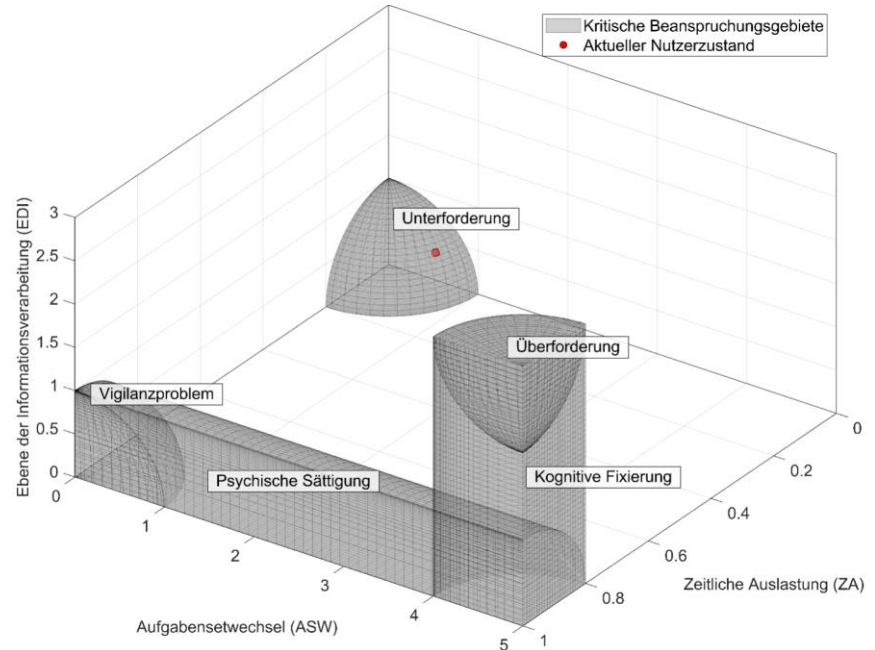
# Virtueller Assistent - Übersicht

- Zentrale Komponente des Gesamtsystems
  - Tiefe Verknüpfung auch mit externen Datensystemen
- Visuelle und auditive Kommunikation
- Pool an > 35 Handlungsempfehlungen



# Virtueller Assistent - Cognitive-Task-Load-Modell (CTL)

- Nach Neerincx (2003), Jeschke (2017)
- Fünf zu vermeidende Regionen
- Drei Parameter-Abhängigkeiten
- Abschätzung der zukünftigen Beanspruchung



# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

- Die Wende und Hindernisse bedürfen besondere Aufmerksamkeit
- ➔ Berechnung der verbleibenden Zeit bis ein Eingreifen des Fahrers nötig ist
- Zwei Ansätze
  - Bestimmung von Feldkontur und Hindernissen anhand historischer Maschinendaten und Benutzereingaben
  - Bestimmung von Feldkontur und Hindernissen anhand von Fernerkundungsdaten



[6]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

- Die Wende und Hindernisse bedürfen besondere Aufmerksamkeit
- ➔ Berechnung der verbleibenden Zeit bis ein Eingreifen des Fahrers nötig ist
- Zwei Ansätze
  - Bestimmung von Feldkontur und Hindernissen anhand historischer Maschinendaten und Benutzereingaben
  - **Bestimmung von Feldkontur und Hindernissen anhand von Fernerkundungsdaten**

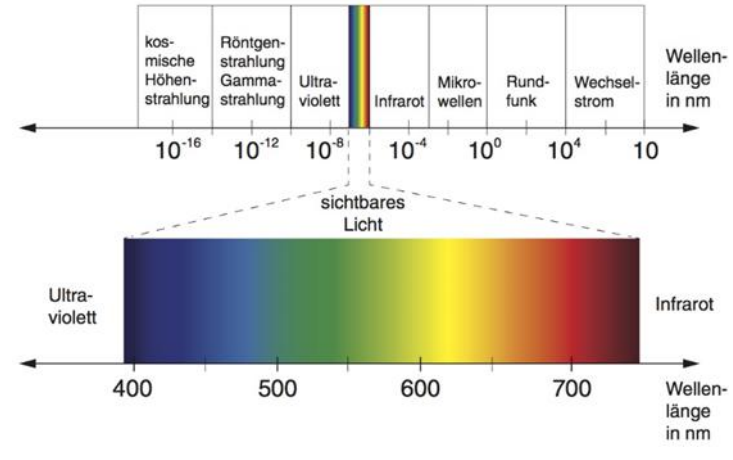


[6]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

## Fernerkundung - Randbedingungen

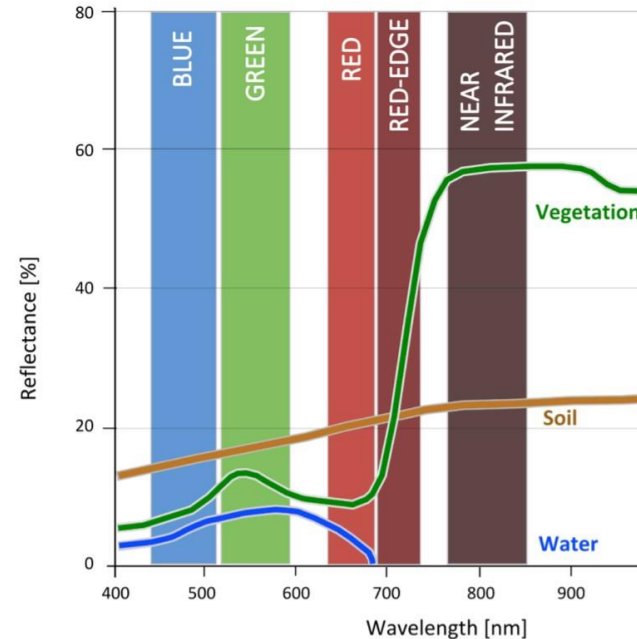
- Sentinel-2-Satelliten
  - Satellit A und B
  - Bilder sind frei verfügbar
  
- Auflösungsvermögen
  - räumlich
  - spektral
  - radiometrisch
  - zeitlich



Räumliche Auflösung	Spektrale Auflösung	Zeitliche Auflösung	Start der Satelliten	Anzahl der Satelliten
10m, 20m, 60 m	13 Kanäle	5 Tage	2015, 2017	2

### ▪ Multispektral

- Kombinierung der Kanäle
- NDVI
  - Near Difference Vegetation Index
  - Berechnung:  $NDVI = \frac{NIR - ROT}{NIR + ROT}$
- NDWI
  - Normalized Difference Water Index
  - Berechnung:  $NDWI = \frac{GRÜN - NIR}{GRÜN + NIR}$

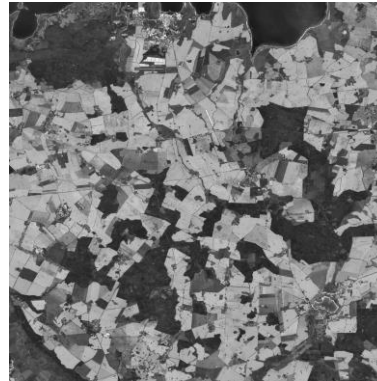


[8]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

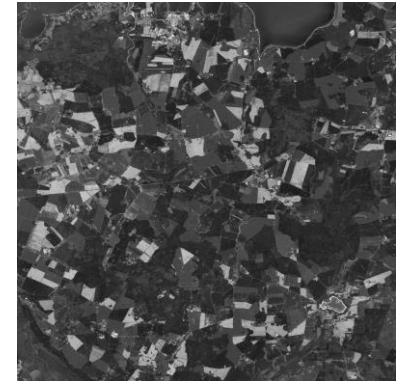
## Fernerkundung - Vorgehen

- Multispektral
- **Multitemporal**
  - Filterung anhand Bewölkung
  - 5 Aufnahmen aus dem aktuellen Jahr
  - 4 Aufnahmen aus dem vergangenen Jahr
  - Unterschiedliche Gewichtung



Mai 2018

[9]



September 2018

[9]



# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

## Fernerkundung - Algorithmus

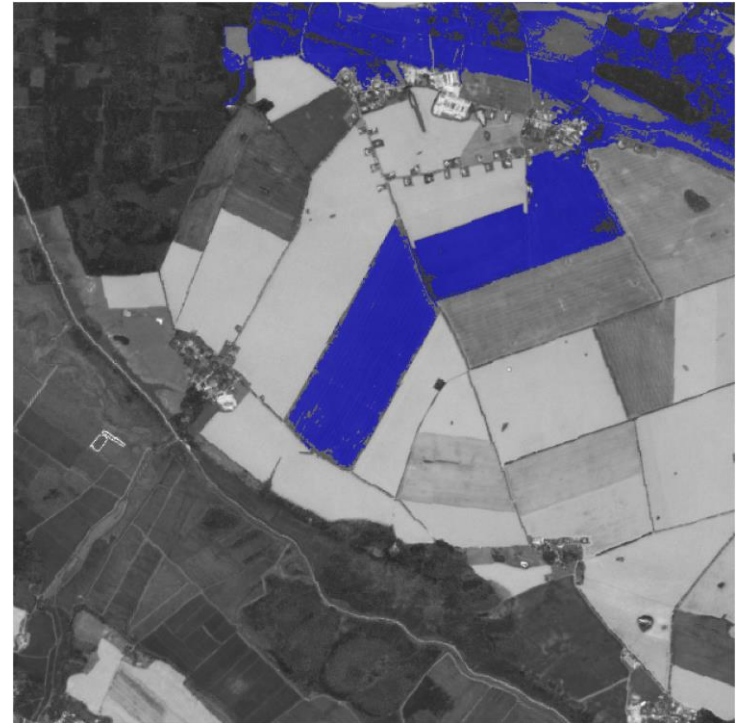
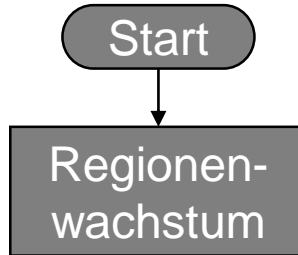
Start



[9]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

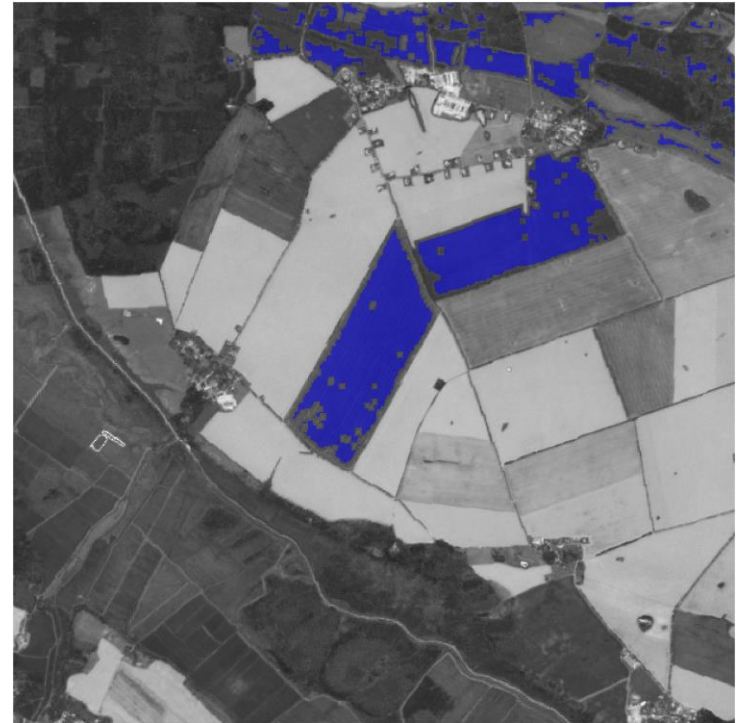
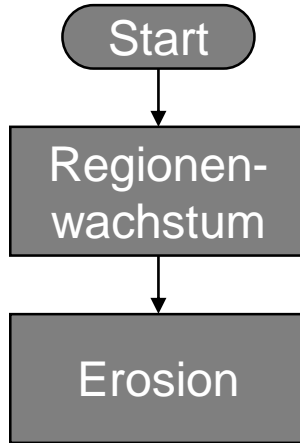
## Fernerkundung - Algorithmus



[9]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

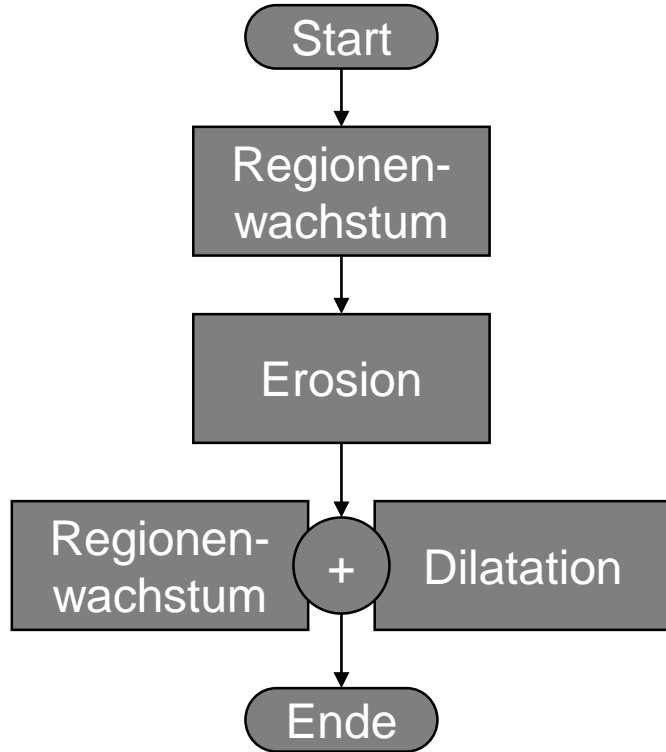
## Fernerkundung - Algorithmus



[9]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

## Fernerkundung - Algorithmus



[9]

# Virtueller Assistent - Prognosemodelle

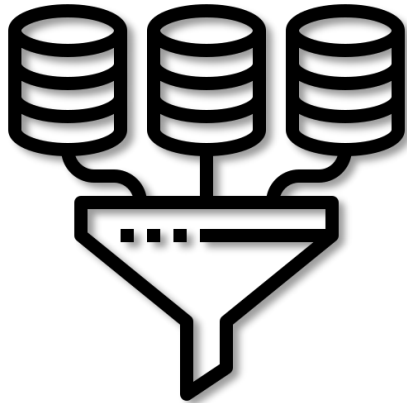
## Fernerkundung - Auswertung

- NDWI-Bilder sind besser geeignet als NDVI Bilder
- Erkennung von 92,1 % der Feldpixel
- 2,5 % der erkannten Pixel liegen außerhalb des Feldes
- Jaccard-Index:  $\frac{TP}{TP+FP+FN} = 0.908$



[9]

# Virtueller Assistent - Priorisierung



[5]

Nutzerzustand kritisch



[5]



Der VA schlägt HEs vor

- CTL-Filterung
- Benutzerpräferenzen
- Vergangene Nutzungshäufigkeit

# Zustandserfassung - Meilensteine

*Projektziel:* Messung der psychischen Beanspruchung in drei Stufen: unterfordert, optimal gefordert und überfordert.



# Zustandserfassung - Messsystem

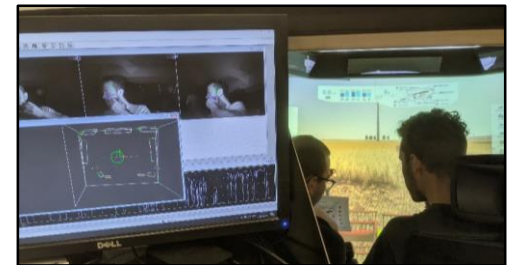
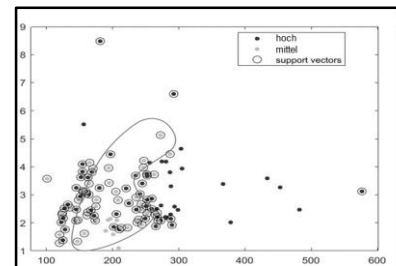
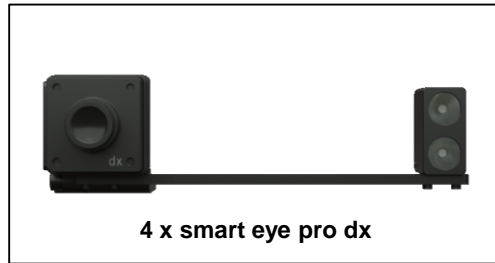
Multiclass Support Vector Machine mit 17 Prädiktoren.

Mittlere Vorhersagegenauigkeit:

61% (Spannweite: 38%)

Zufall bei drei Möglichkeiten:

33%





# Zustandserfassung - Versuchsaufbau

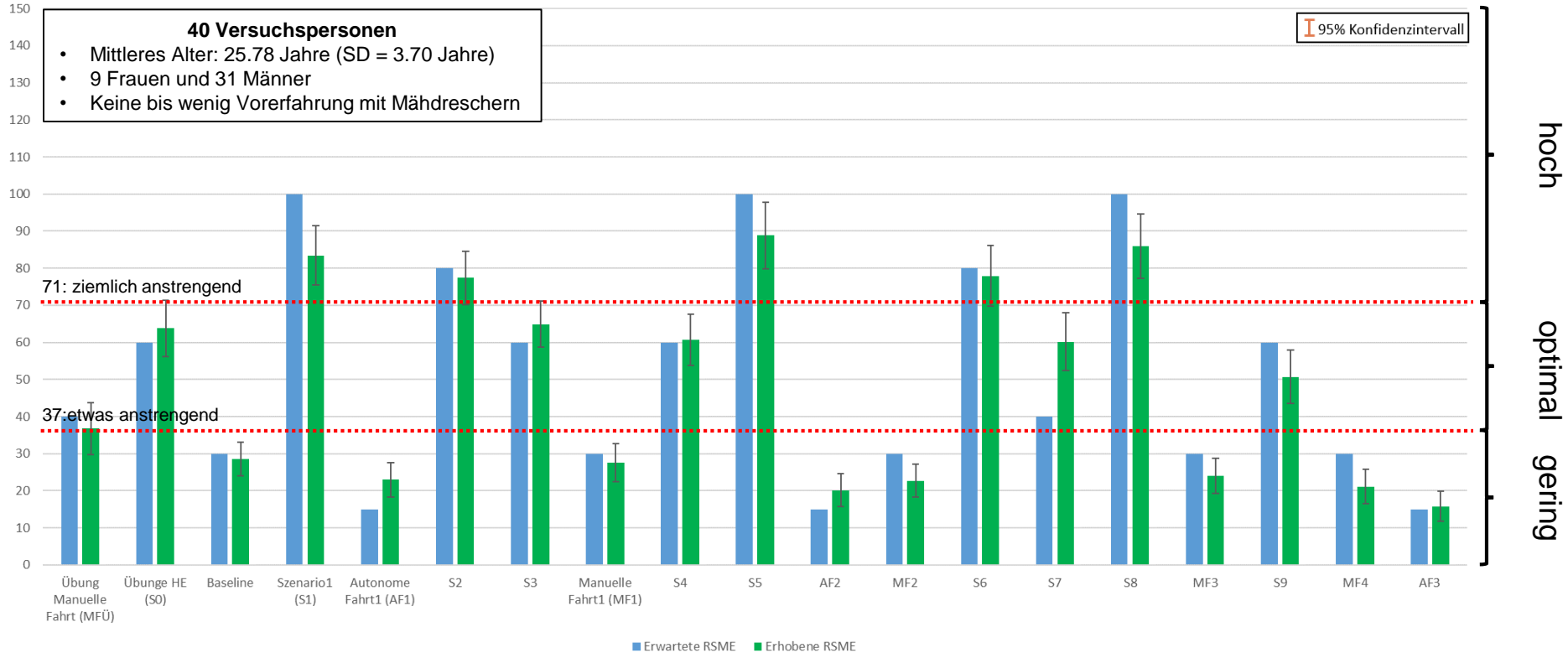


# Zustandserfassung – Erhobene subjektive Beanspruchung

**40 Versuchspersonen**

- Mittleres Alter: 25.78 Jahre (SD = 3.70 Jahre)
- 9 Frauen und 31 Männer
- Keine bis wenig Vorerfahrung mit Mähdreschern

I 95% Konfidenzintervall



# Ausblick: Studie 4 – Nutzerakzeptanz (2022/2023)

Frage: Entwickeln wir an den Bedürfnissen der LW vorbei?!

Zielgruppe: 30-40 Personen aus der Landwirtschaft

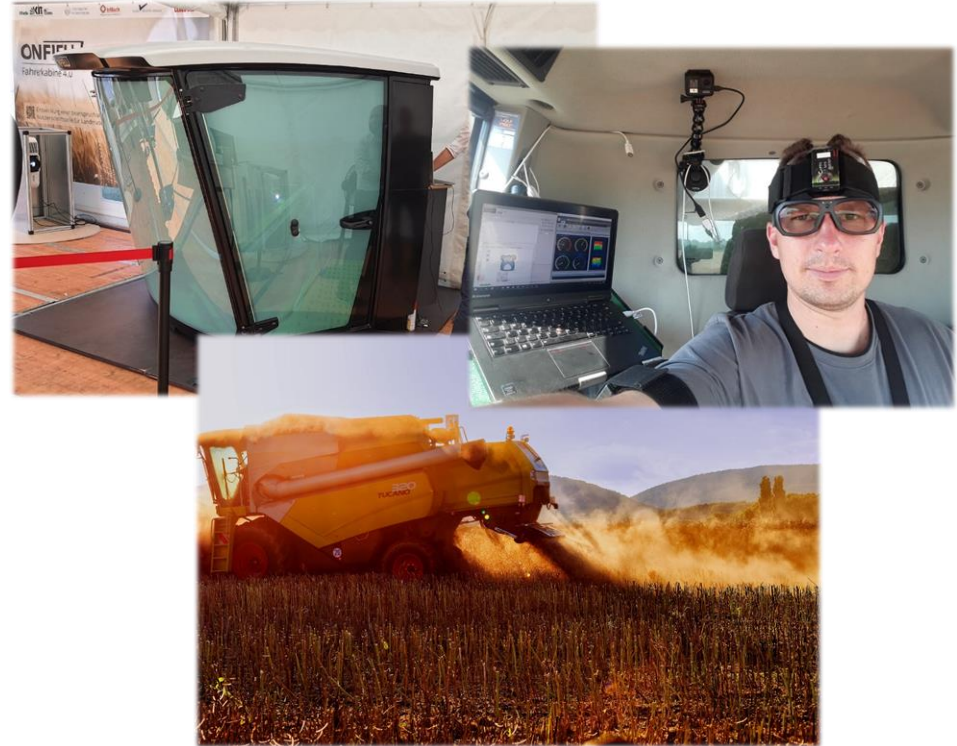
Erhebungsort: Budde Industriedesign in Münster / Claas Harsewinkel

Methoden: User Experience Questionnaire (UEQ)  
System Usability Scale (SUS)  
Fragebogen zur Technikakzeptanz (TAF)



Design: Bewertung des Interface und der HEs in realitätsnahen Szenarien

- Messebesuche
  - Agritechnica 2023
- Ausführliche Probandenstudien
  - Produktakzeptanz
  - Virtueller Assistent
  - Feldstudien
- Überprüfung der Übertragbarkeit





---

# Fahrerkabine 4.0

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Literatur

- [1] "From self-steering tractors towards autonomous field robots" by Dr Thomas Engel - Manager Technology Innovation Strategy - John Deere
- [2] <https://www.grainews.ca/features/high-tech-farm-machinery-means-higher-level-training/>
- [3] Böckenförde. H.: Ergebnisse der Probandenumfrage. Fahrerkabine 4.0 – Demonstration auf den DLG-Feldtagen. 04.07.2022
- [4] Budde Industrie Design: Kabinenrendering
- [5] Flaticon.com
- [6] N.N.: Fahrerkabine 4.0 :: Agrarsysteme der Zukunft. URL: <https://www.agrarsysteme-der-zukunft.de/konsortien/fahrerkabine-40>, Zugriff am: 10.09.2021.
- [7] Waldorf, J.: Was ist Licht? URL: <https://www.licht.de/de/grundlagen/ueber-licht/was-ist-licht/>, Zugriff am: 10.07.2021.
- [8] N.N.: Applications of Satellite Imagery Bands — Part 2: Vegetation Red Edge (B5,B6,B7,B8A). URL: <https://medium.com/@farmonaut/applications-of-satellite-imagery-bands-part-2-vegetataion-red-edge-b5-b6-b7-b8a-2ae3fd1eb0a3>, Zugriff am: 5.09.2021.
- [9] Sentinel-2 (ESA) Bilddaten