



Smartes Monitoring rund um die Pflanzen –  
Zustand und Identifikation  
Erfassung von Nährstoffversorgung,  
Pflanzenstress und Unkrautsituation

# Multispektralsensor

Dominik Merkle

# »COGNAC« Multispektralsensor

## Motivation



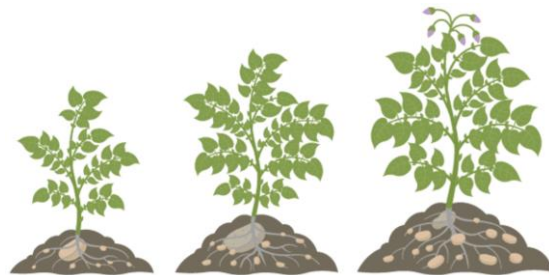
[https://bl.hessen.de/wp-content/webp-express/webp-images/doc-root/wp-content/uploads/2020/06/schwarze-Bohnenlaus\\_Marienka%C3%A4fer\\_Ackerbohne\\_Roth\\_web-300x300.jpg.webp](https://bl.hessen.de/wp-content/webp-express/webp-images/doc-root/wp-content/uploads/2020/06/schwarze-Bohnenlaus_Marienka%C3%A4fer_Ackerbohne_Roth_web-300x300.jpg.webp)

Schädlingsbefall



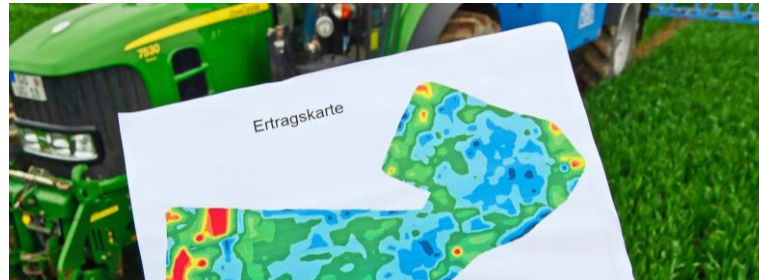
<https://www.smarticular.net/wp-content/uploads/2020/07/haerstoffmangel-pflanzen-stickstoff-kalium-phosphor-duenger-1-fb.jpg>

Nährstoffmangel



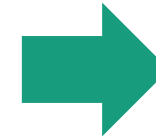
<https://www.gartentipps.com/wp-content/uploads/2011/01/kartoffeln-pflanzen-anhaeufteln.png>

Pflanzenwachstum



[https://www.agrarheute.com/media/styles/breitbild\\_5x2\\_xl\\_2xpublic/2020-06/px\\_pflanzenschutz\\_ertragskarte\\_139472-q.webp?h=54bf217c](https://www.agrarheute.com/media/styles/breitbild_5x2_xl_2xpublic/2020-06/px_pflanzenschutz_ertragskarte_139472-q.webp?h=54bf217c)

Ertragsabschätzung



**Räumlich und zeitlich  
hochaufgelöste  
Zustandserfassung  
hilfreich**

# »COGNAC« Multispektralsensor

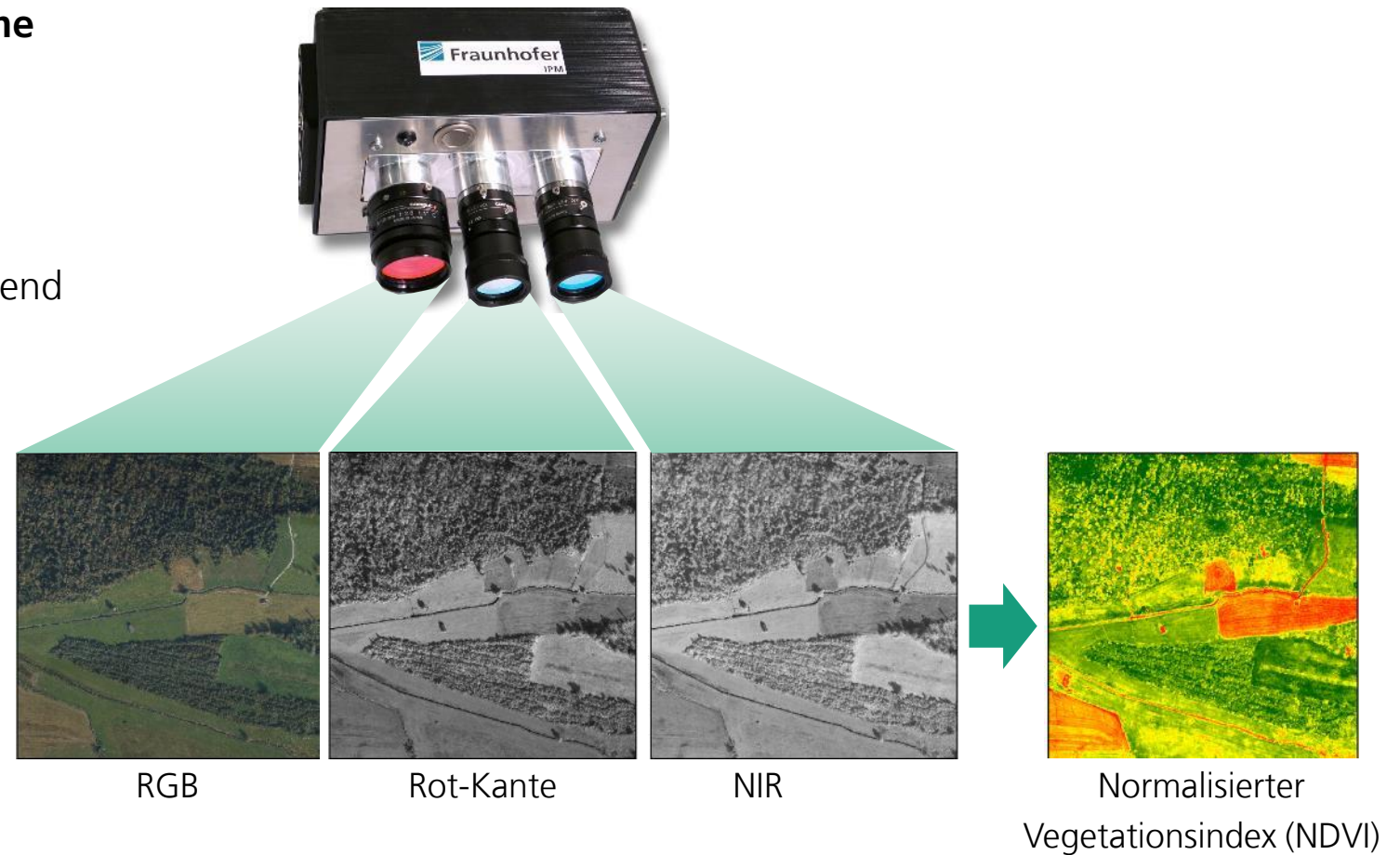
## Lösung

### ▪ Kameramodul zur multispektralen Aufnahme

- 1 x RGB mit 12.5 MP;
- 2 x Monochrom mit 5.5 MP
  - 725 nm (Rot-Kante)
  - 850 nm (Nahinfrarot)
- Aufnahmezeit von bis zu 300 MB/s entsprechend 15 Bilder pro Sekunde
- Gesamtgewicht ~ 1000 g

### ▪ 3D Vermessung

- Laserbasiert
- Multi-Echo fähig



# »COGNAC« Multispektralsensor

## Datenerfassung

- Befliegung mit Multispektralsensor in Kleinhohenheim
- gemeinsam mit Fraunhofer IOSB (Bodenproben + Hyperspektralsensor)



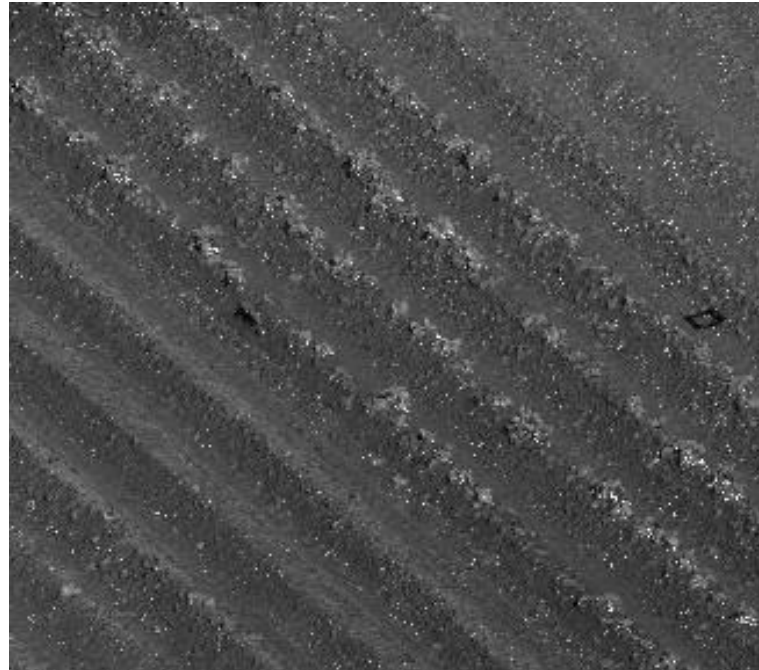
# »COGNAC« Multispektralsensor

Ergebnis

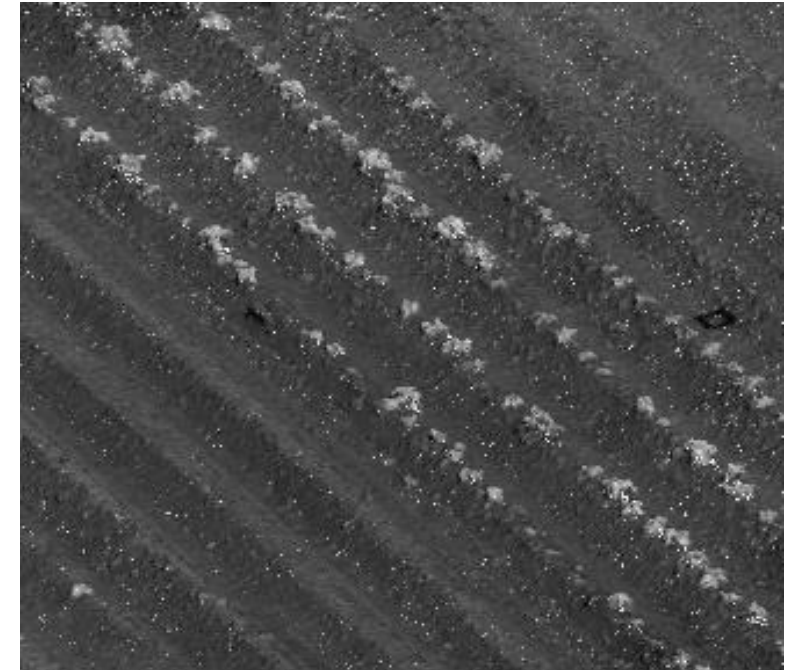
---



RGB



Rot-Kante

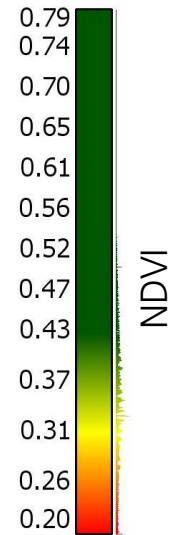


NIR

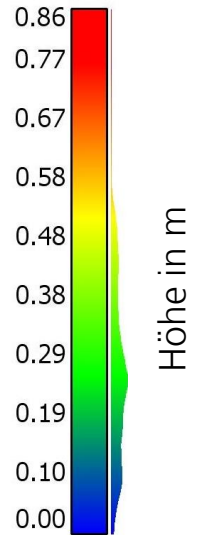
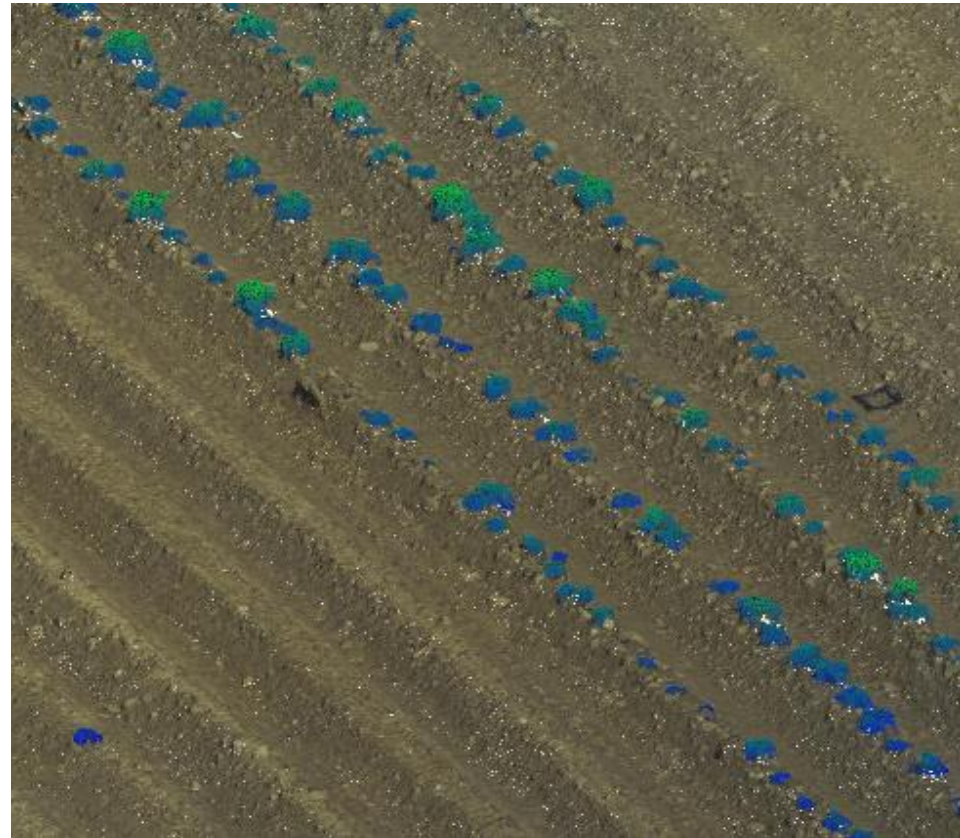
# »COGNAC« Multispektralsensor

## Ergebnis

### Pflanzenzustand



### Wuchshöhe



# »COGNAC« Multispektralsensor

## Verwertung

---

### WAS - Die entwickelte Lösung

- **Multispektrale Zustandserfassung**
  - Schnelle Datenaufnahme + Speicherung
  - Datenprozessierung mittels FPGA
- **3D Vermessung (Laserbasiert)**
  - Miniaturisierung der Sensorik
  - Optimierung der Signalanalyse

### Für WEN - Anwendungsbereiche

- Forst- und Agrarwirtschaft
- Schädlingsbefall, Pflanzenschutzmittel, Düngemittel, Ertragsabschätzung

### WIE - Unser Angebot an Sie

- Kameras und (multispektrale) Laserscanner für UAV
- Von der Machbarkeitsstudie bis hin zur gesamten Prozesskette
- Testbefliegungen/Testmessungen als Service



# Kontakt

---



**Prof. Dr. Alexander Reiterer**

**Tel. +49 761 8857 183**

**[alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de](mailto:alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de)**

**Dominik Merkle**

**Tel. +49 761 8857 145**

**[dominik.merkle@ipm.fraunhofer.de](mailto:dominik.merkle@ipm.fraunhofer.de)**

Fraunhofer IPM

Georges-Köhler-Allee 301

79110 Freiburg

[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de)

# Kognitive Pflanzensensorik

Sebastian Warnemünde, Julius Krause

# Intelligente Pflanzensensorik

## Motivation

### Allgemein

- Biotischer und Abiotischer Stress mindert Ertrag und Qualität
- Bewertung Pflanzenzustand in Züchtung und Pflanzenanbau ist Handarbeit oder nur im Labor möglich
- Notwendigkeit von mehr Klima- und Umweltschutz
- Steigende Weltbevölkerung

### Pflanzenschutz und Düngung

- Intensiver/Großflächiger (ungezielter) Einsatz von Pflanzenschutzmittel
- Zugelassene Pflanzenschutzmittel werden weniger
- Preissteigerungen bei Betriebsmittel (Düngemittel, ...)

### Ziel

- Gezielte Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen
- Qualitätsbewertung auf dem Feld

**Exemplarischer Use-Case:** Beikrautdetektion für die mech. Beikrautregulierung in Zuckerrüben

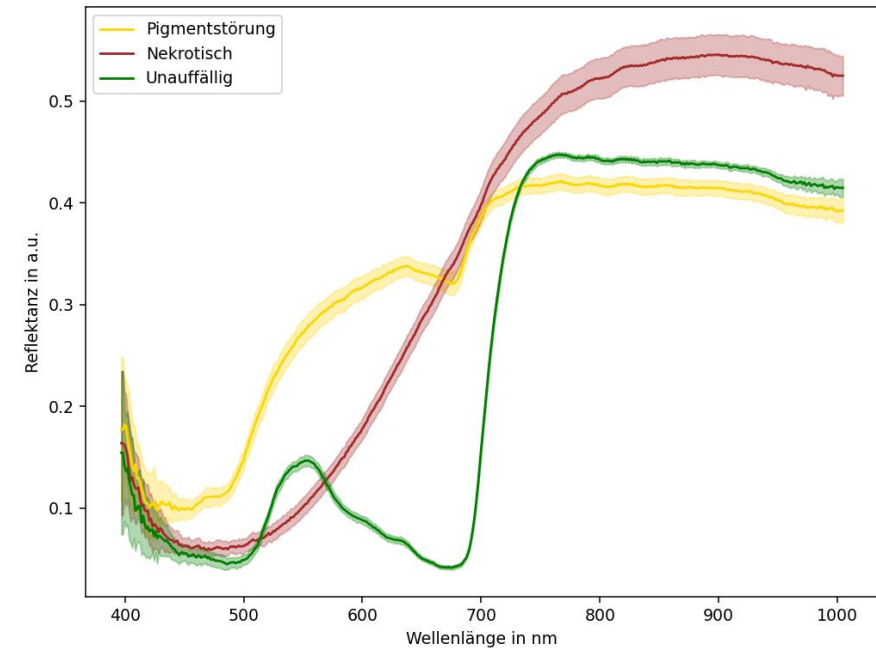
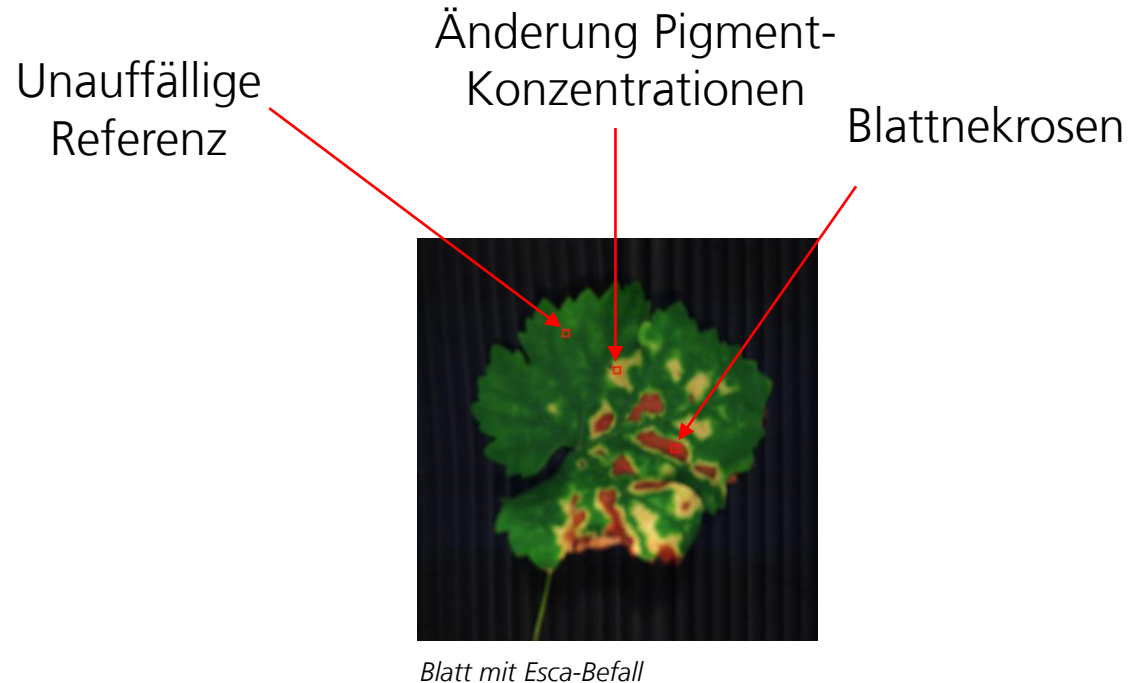


Quelle: MLU Halle



# Beispiel: Optische Erfassung des Pflanzenzustands -

Die Biochemie der Pflanze mit hyperspektraler Kamertechnik sichtbar machen

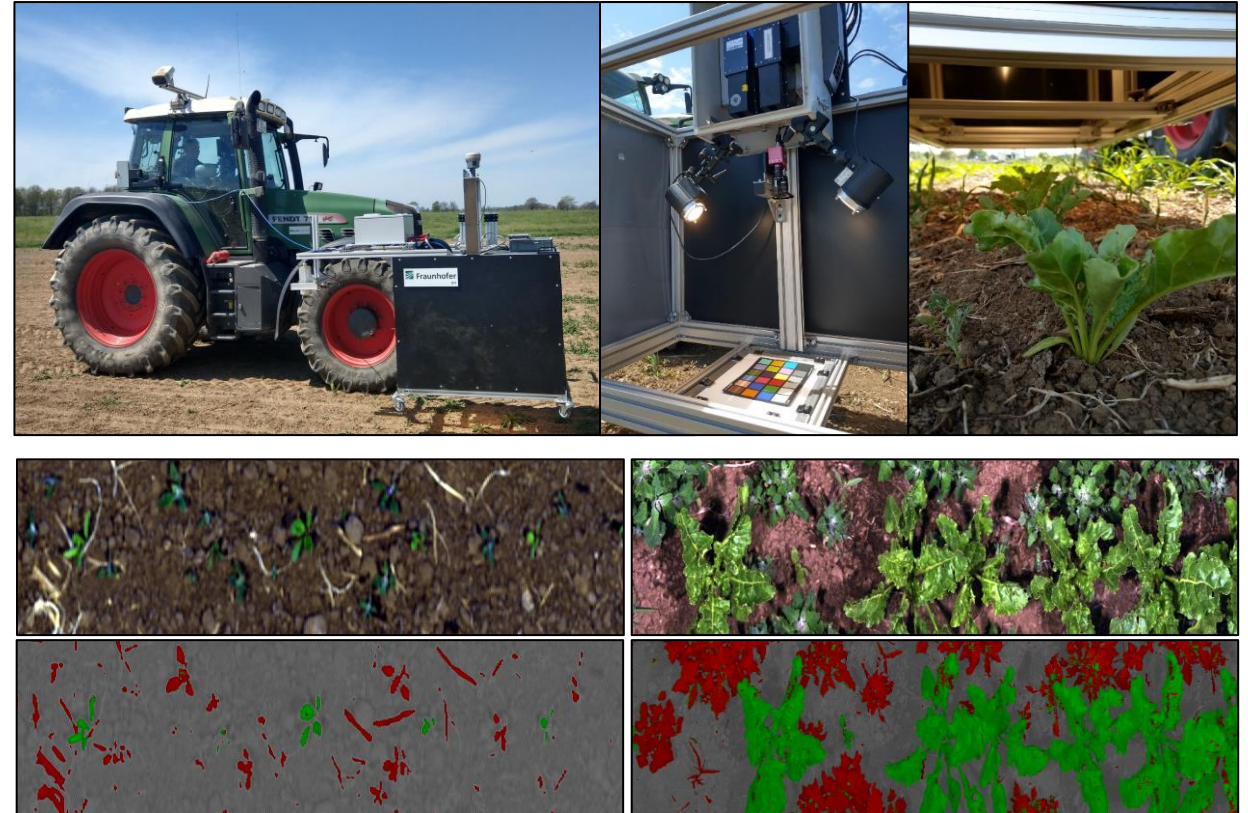
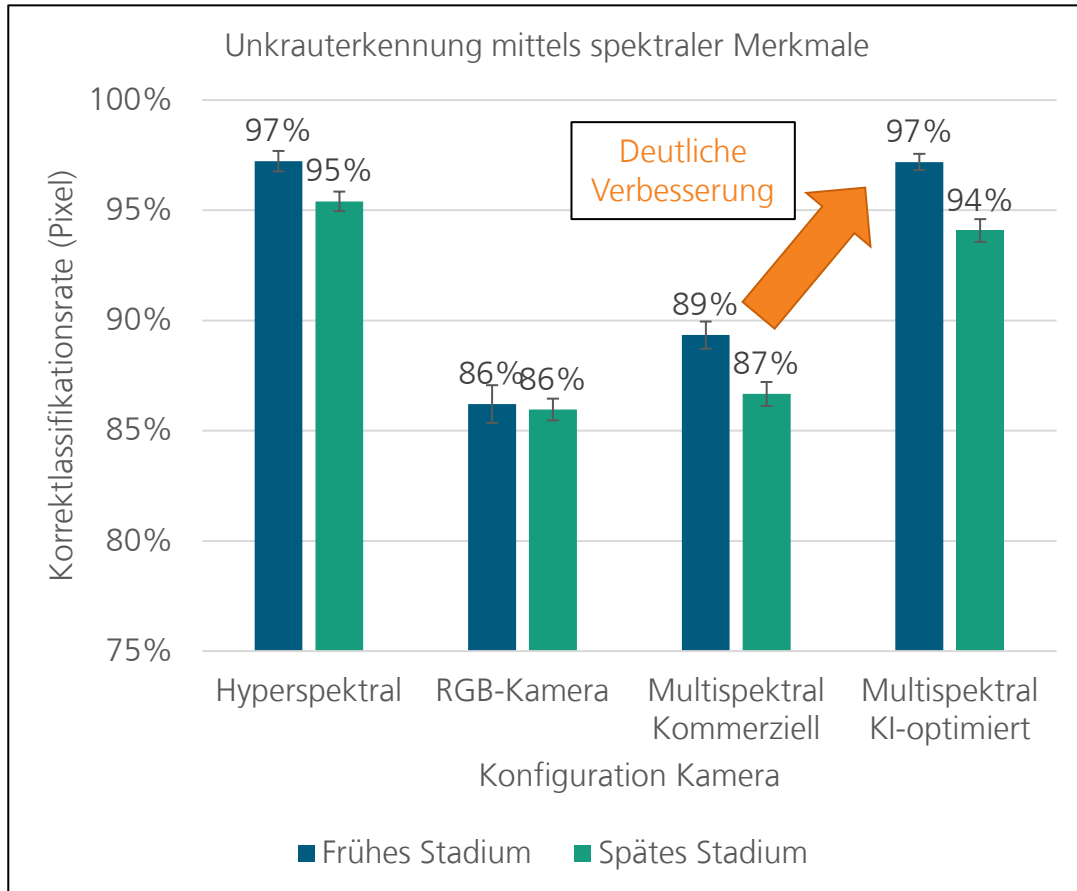


Spektren der befallenen Blattregionen

## Verbesserung

- Einbeziehen der räumliche und spektrale Information

# Detektion mit hyperspektralen Kamerasystem – Ergebnisse

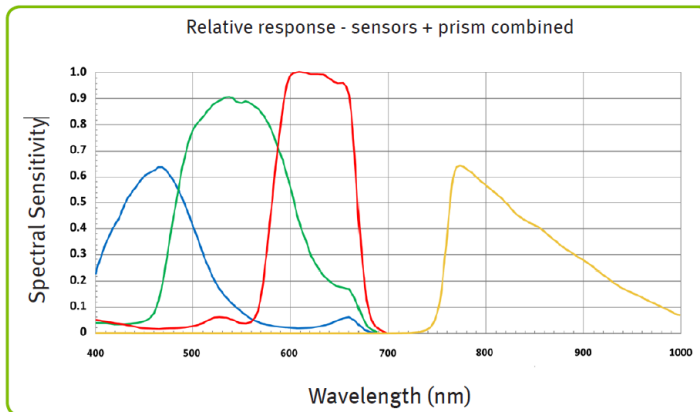


**Hyperspektrale Zeilenkameras: Spektrale Features**

**Hohe Spektralauflösung, Geringe Geometrieauflösung**

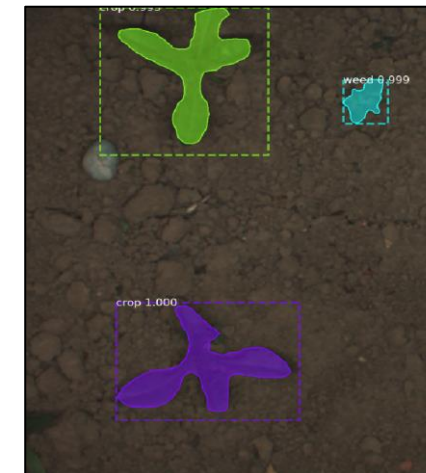
# Detektion mit multispektralen Kamerasystem – Ergebnisse

## Spectral response



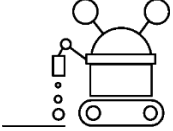




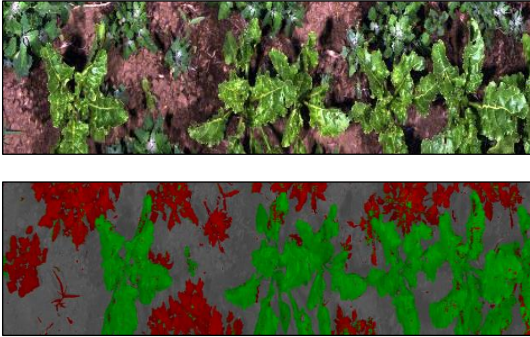
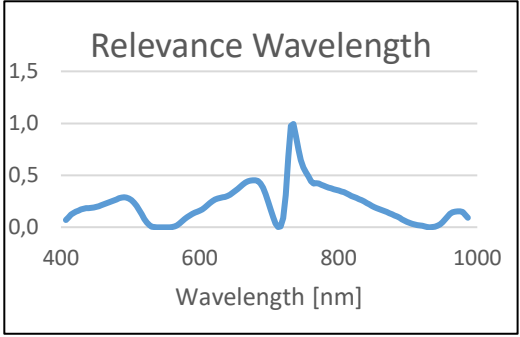
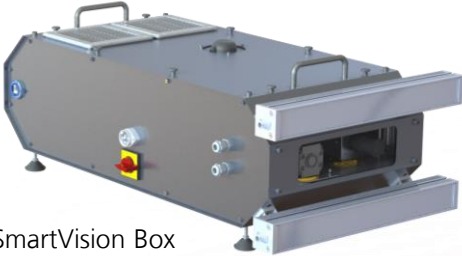
Input: Geometrie / Textur

- Snapshot-Aufnahme (RGB+NIR)
- Preiswert
- Echtzeit-Bildauswertung



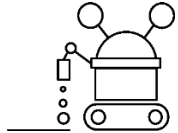
**Multispektrale Flächenkamera: Geometrische Features**  
**Geringe** Spektralauflösung, **Hohe** Geometrieauflösung

# Hyperspektralsensorik zur Ableitung eines Feld-tauglichen Multispektralsystems

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p><b><u>Datenerfassung</u></b></p>	<p><b><u>Modellbildung</u></b></p>	<p><b><u>Bandselektion</u></b></p>	<p><b><u>KI-optimierte Sensorik</u></b></p>
 <p>Messkampagne 2020 und 2021 auf dem LVG Köllitsch mit HS-Sensorik</p>	 <p>Modellbildung mittels HSI Daten</p>	 <p>Extraktion der informations-tragende Spektralbereiche</p>	 <p>Ableitung und Umsetzung optimierterameratechnik</p>

# Auto-ML als kognitiver Dienst (Software-as-a-Service)

5

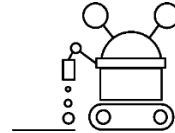


## Datenerfassung

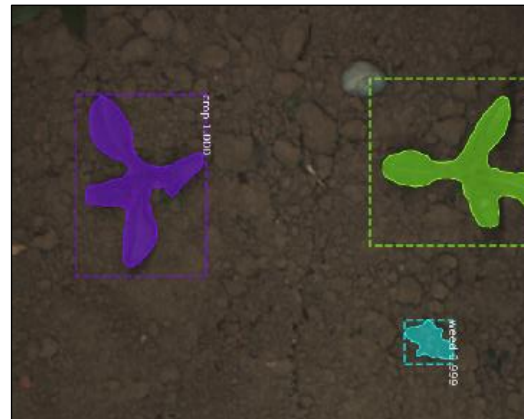


2021 auf dem LVG Köllitsch  
mit HS- und optimierter  
Kameratechnik

6

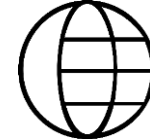


## Modellanpassung



Lernen mit optimierter  
Kerasensorik

7



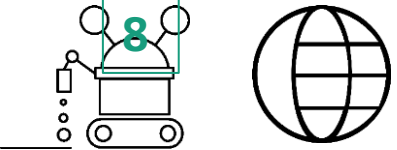
## KI-Modell Marktplatz (ADS)



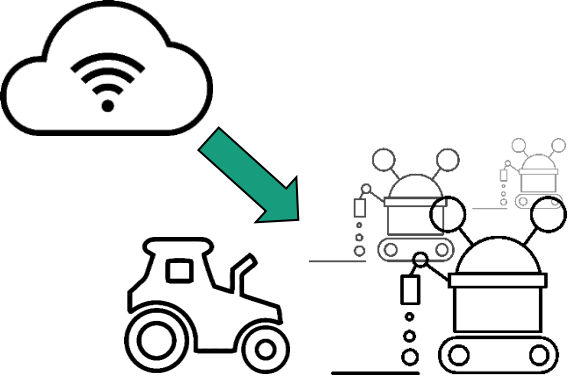
Auto-ML kontinuierliches  
Nachlernen mit neuen  
Daten (kognitiver Dienst)



# Intelligenten Sensorik im Produktivbetrieb/Feldeinsatz

8 

**KI-Modell aus ADS via HelyOS**



**Aktuelle und Anwendungsspezifische KI-Modelle aus dem ADS**

9 

**Bildauswertung in Echtzeit im Feld**



**Durchführung von mechanischen Pflanzenschutzmaßnahmen**

10 

**Report detektierter Beikräuter und Maßnahmen an ADS via HeliOS**



**Feldkarte / Ergebnis**

**Ableitung Feld-/ Standortspezifischer Pflanzenschutzmaßnahmen**

# Intelligente Pflanzensensorik

## WAS - Die im Projekt entwickelte Lösung und Technologie

- Aus Hyperspektraldaten entwickelte problemspezifische Kamerasensorik
- Auto-ML umgesetzt als Software-as-a-Service in Form kognitiver Dienste in der Cloud (HawkSpex®)
- Kontinuierliches Nachlernen der KI mit neuen Daten
- Embedded-System zur Echtzeit Bildauswertung (SmartVision)
- Auto-Kalibration und Umgebungslichtkorrektur

## Schneller Workflow für maßgeschneiderter KI- und Sensor-Lösungen

### Für WEN – Anwendungsbereiche

- Forschung und Züchtung
- Landwirtschaftliche Maschinen
- Autonome Feldroboter



# Intelligente Pflanzensensorik im Einsatz



# Kontakt

---



**Julius Krause**  
Tel. +49 721 6091-273  
[julius.krause@iosb.fraunhofer.de](mailto:julius.krause@iosb.fraunhofer.de)

**Sebastian Warnemünde**  
Tel. +49 391 4090-108  
[sebastian.warnemuende@iff.fraunhofer.de](mailto:sebastian.warnemuende@iff.fraunhofer.de)

Fraunhofer IOSB  
Fraunhoferstraße 1  
76131 Karlsruhe  
<https://www.iosb.fraunhofer.de> | [LinkedIn](#) | [Twitter](#)

Fraunhofer IFF  
Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg  
<https://www.iff.fraunhofer.de/> | [LinkedIn](#) | [Twitter](#)