

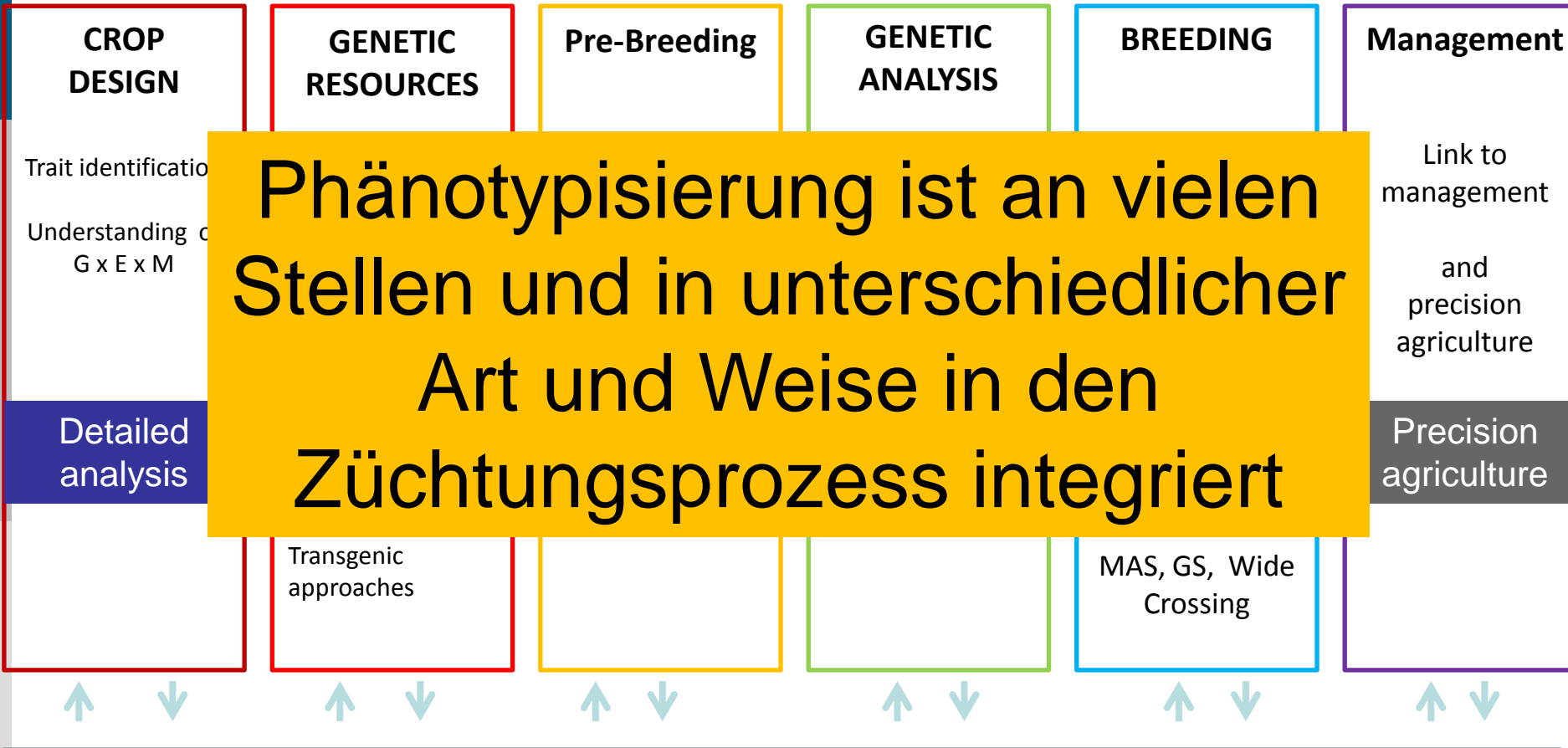
# Phänotypisierung mit nicht invasiven Methoden:

neue Fenster für Wissenschaft und Praxis

Uli Schurr  
Forschungszentrum Jülich  
Germany



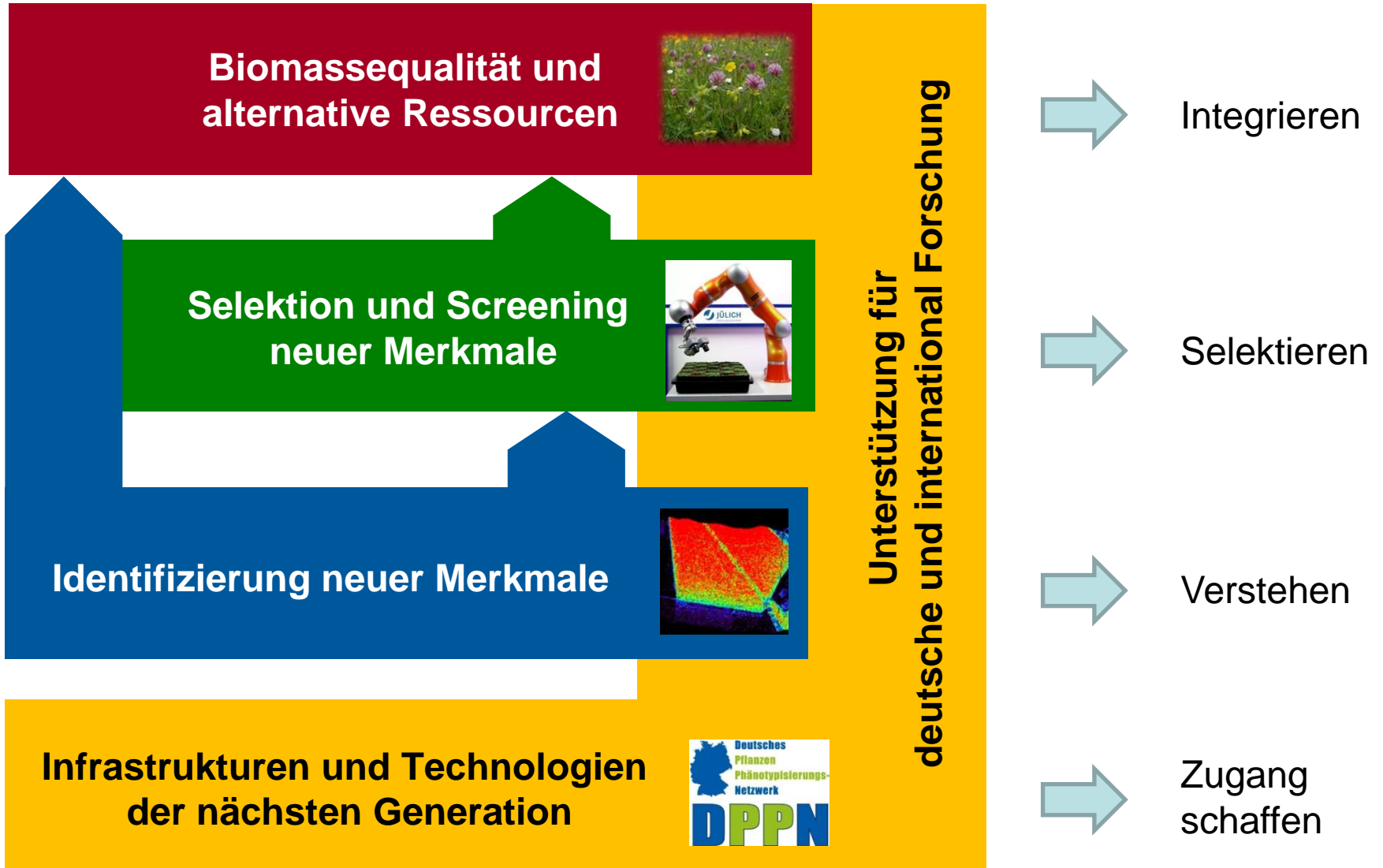
**Breeding Objective:** e.g. enhancing yield and biomass through optimizing plant phenomics



**Phänotypisierung ist an vielen Stellen und in unterschiedlicher Art und Weise in den Züchtungsprozess integriert**

**DATA MANAGEMENT and MODELLING**

# IBG-2 Jülich: Pflanzenwissenschaften für verbesserte Ressourceneffizienz und optimierte Biomasse



## Neue Sprossmerkmale

Bessere Licht-, Wasser- und Nährstoffnutzung unter dynamischen und heterogenen Bedingungen

Neue Merkmale Identifizieren

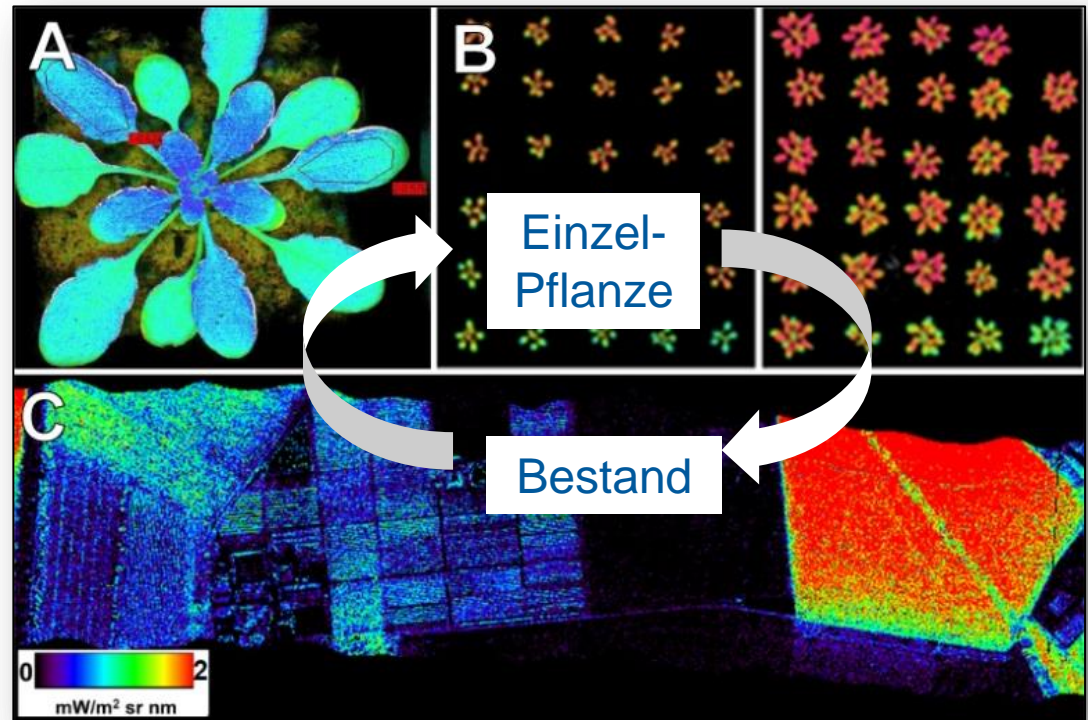
### Ansatz:

Dynamische und heterogene Umwelt

Translation vom Labor ins Feld



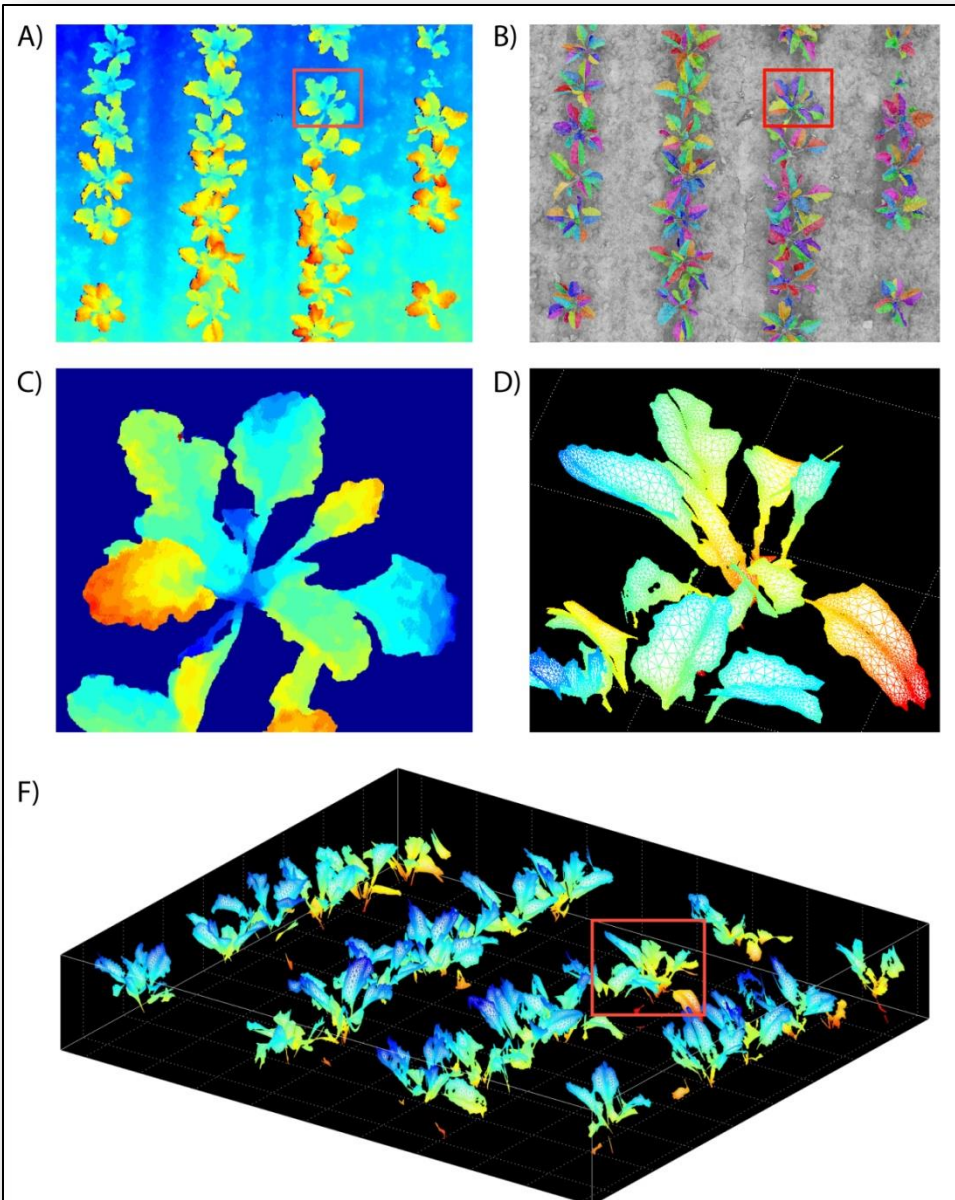
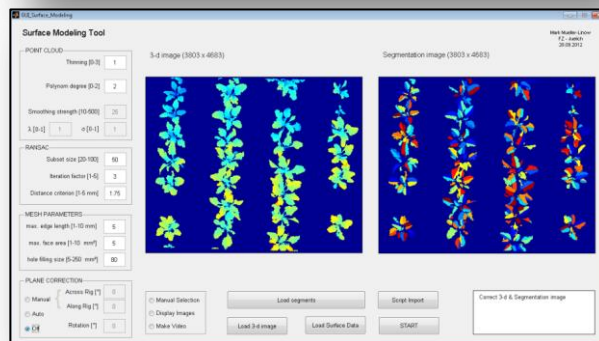
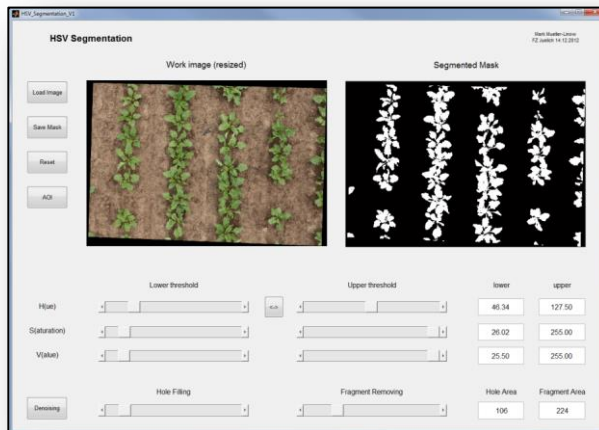
Wissenbasis für neue Merkmale



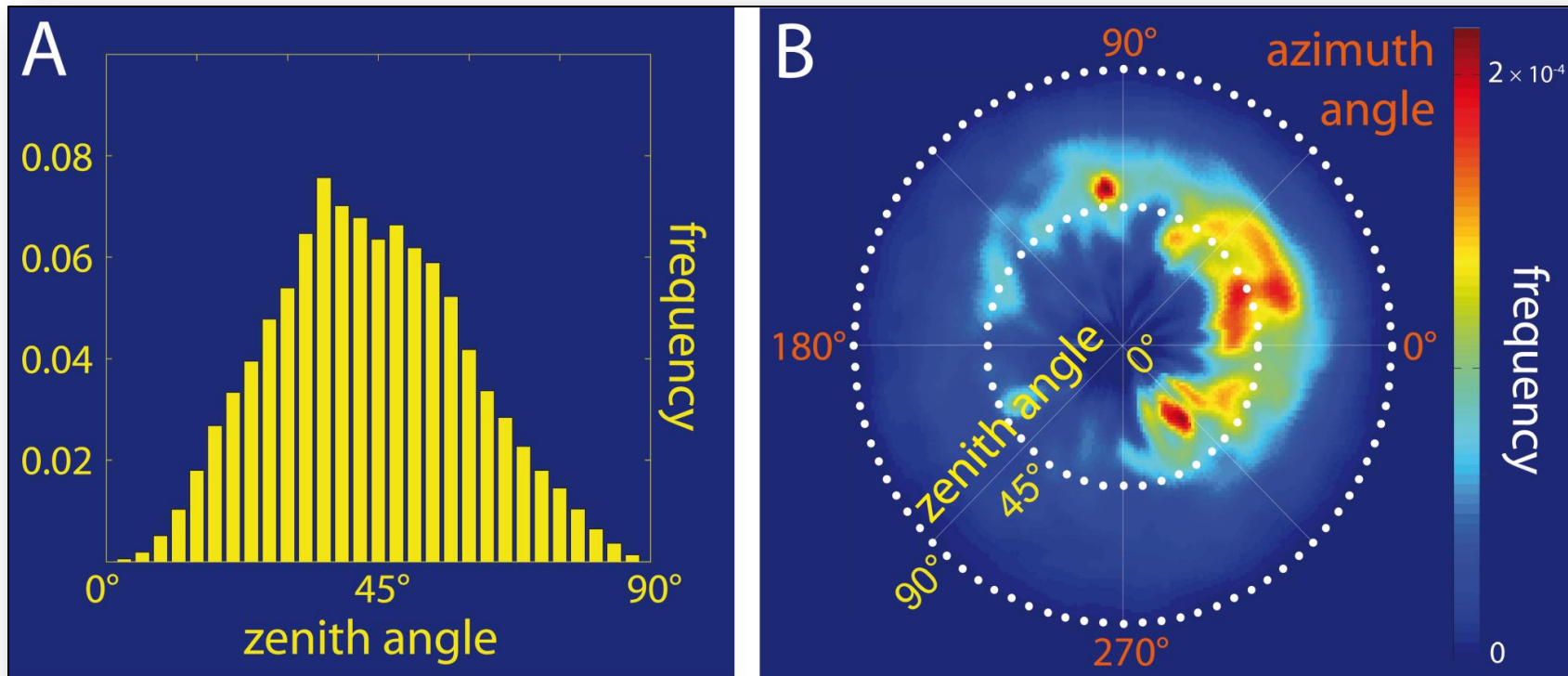
Einzigartige Instrumente  
Einzelpflanzen bis Fernerkundung

# Licht-Sammeln – eine zentrale Aufgabe von Blättern

3D-Analyse der  
Blattorientierung als Basis für  
Lichtinterzeptionsmodelle



# Licht-Sammeln – eine zentrale Aufgabe von Blättern



- Zenith und azimuth-Winkel von Blättern im Feld quantitativ erfasst
- Parametrisierung für Modellpflanzen (Arabidopsis), Zuckerrübe, Gerste und Apfelbäume



Lichtnutzungs-Effizienz  
Einzelpflanze - Bestand

# Translationsforschung – Vom Labor ins Feld Beispiel Photosynthese

Schlag – Region - global

Kleinbestände

Miniplots

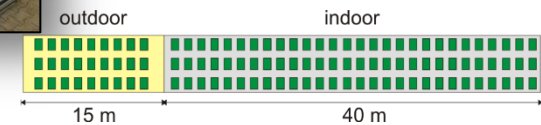
Einzelpflanze



# Vom Kleinbestand zum Feld – Forschung am Campus Kleinaltendorf

- Kooperation mit Universität Bonn
- 280 ha landwirtschaftliche Fläche und Gewächshäuser

## Miniplot-Anlage



- Kleinbestände
- Bestandssensorik
- Wechsel zwischen Gewächshaus und Feld

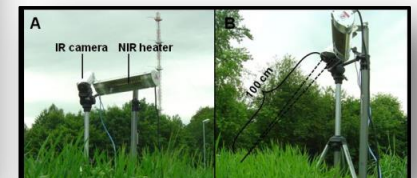


# Vom Kleinbestand zum Feld – Forschung am Campus Kleinfeld

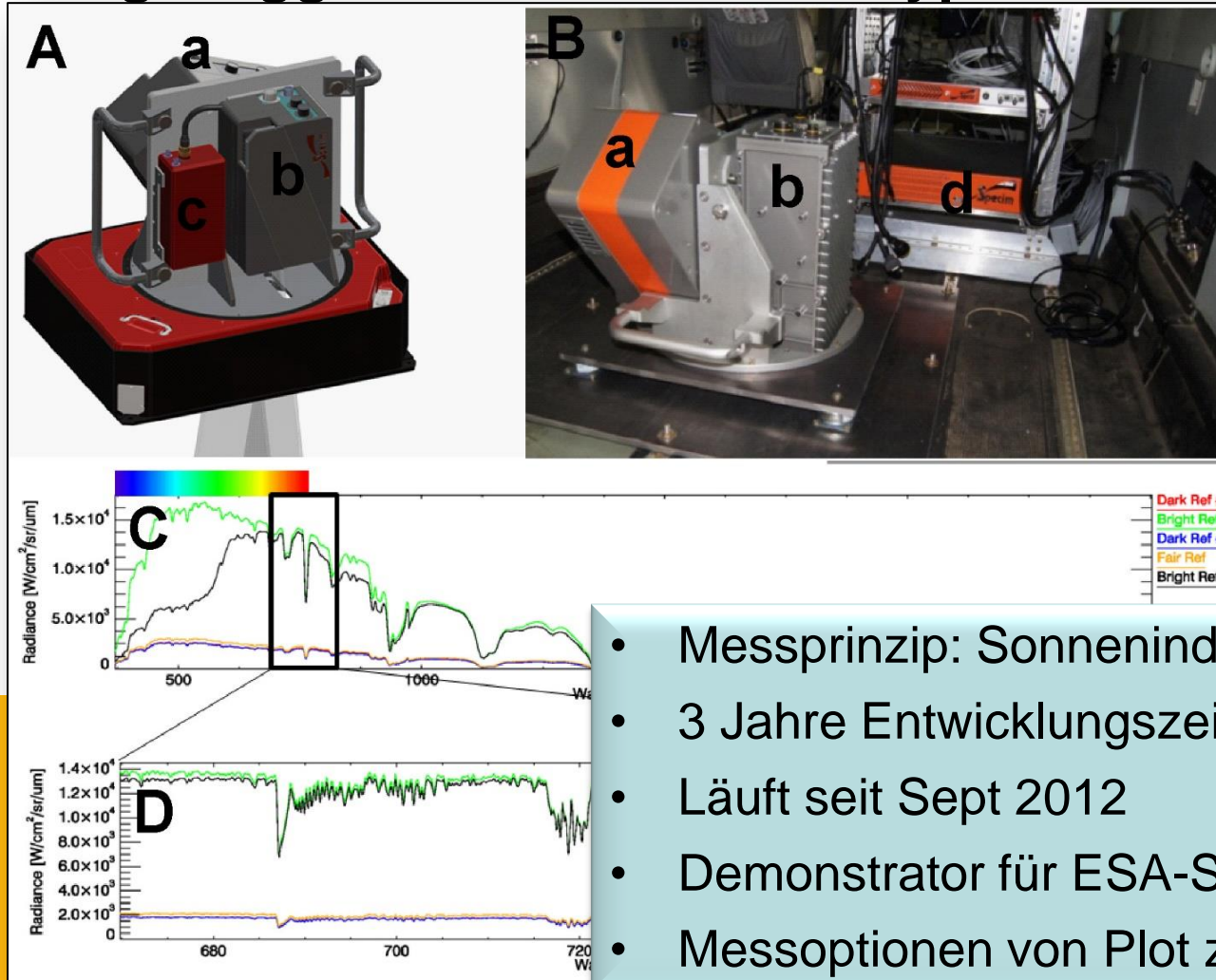
- Kooperation mit Universität Bonn
- 280 ha landwirtschaftliche Fläche und Gewächshäuser

## Freiland-Messsysteme

- Mobile  
Trägerplattformen
- Feldsensoren
- Freiland-Plots

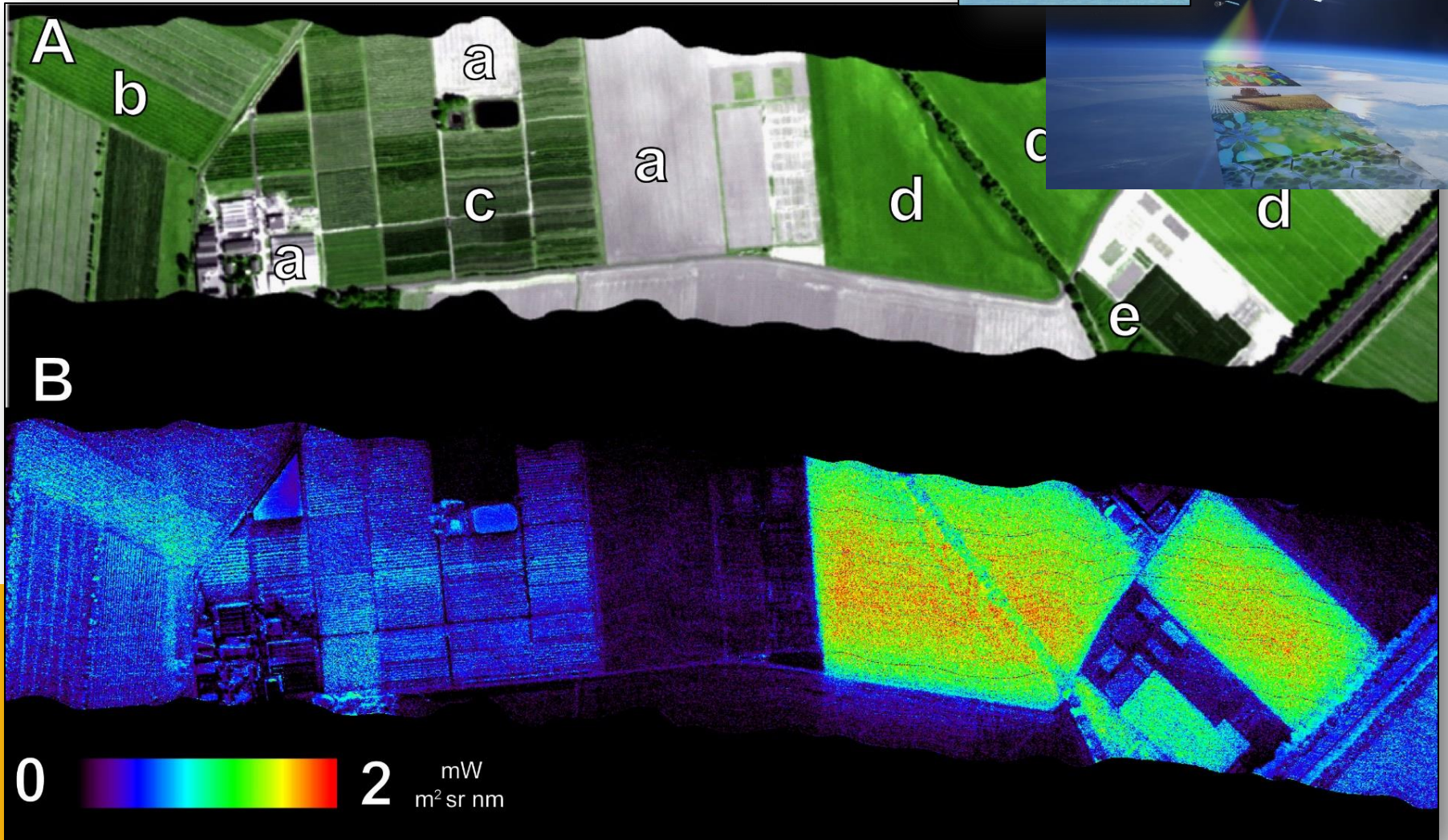
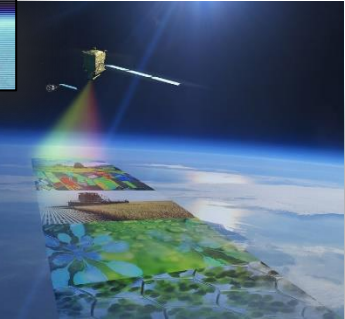


## Flugzeuggestützter Sensor Hyplant



- Messprinzip: Sonneninduzierte Fluoreszenz
- 3 Jahre Entwicklungszeit
- Läuft seit Sept 2012
- Demonstrator für ESA-Satellitenmission
- Messoptionen von Plot zu Region

# Regionale Phänotypisierung – Flugzeuggestützter Sensor Hyplant



# Neue Wurzelmerkmale Bessere Wasser- und Nährstoffnutzung unter dynamischen und heterogenen Bedingungen

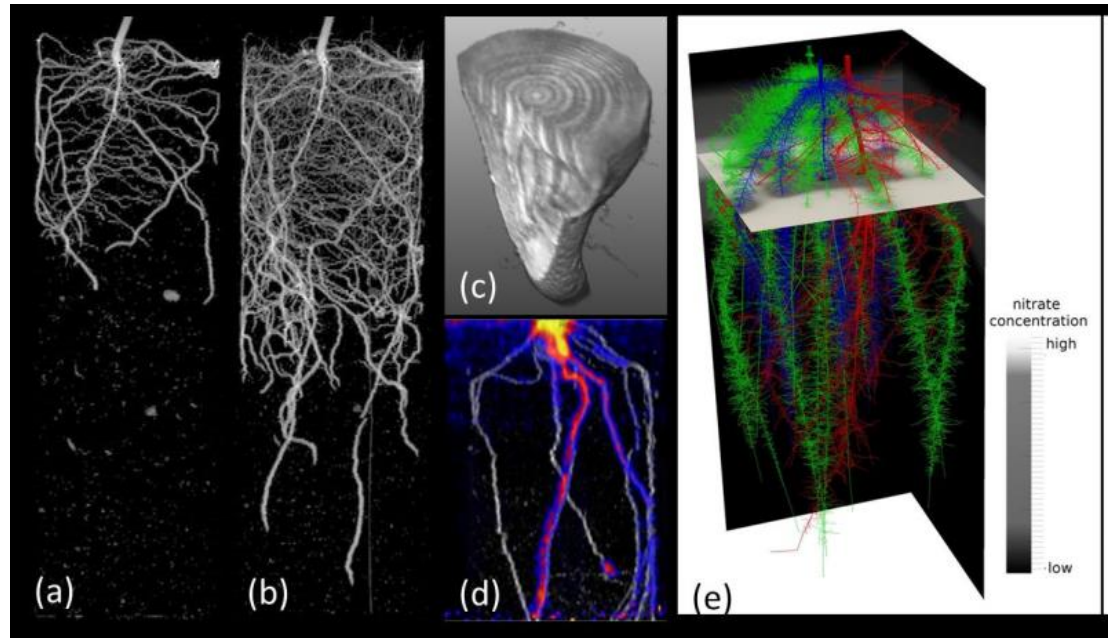
Neue Merkmale Identifizieren

## Ansatz:

Verständnis über  
Schlüsselprozesse für  
Wurzelarchitektur und  
Funktion



Wissenbasis für neue  
Merkmale



Weltweit einmaliges  
MRI-PET center

# Phenotypisierung von Wurzeln .... eine ganz spezielle Herausforderung

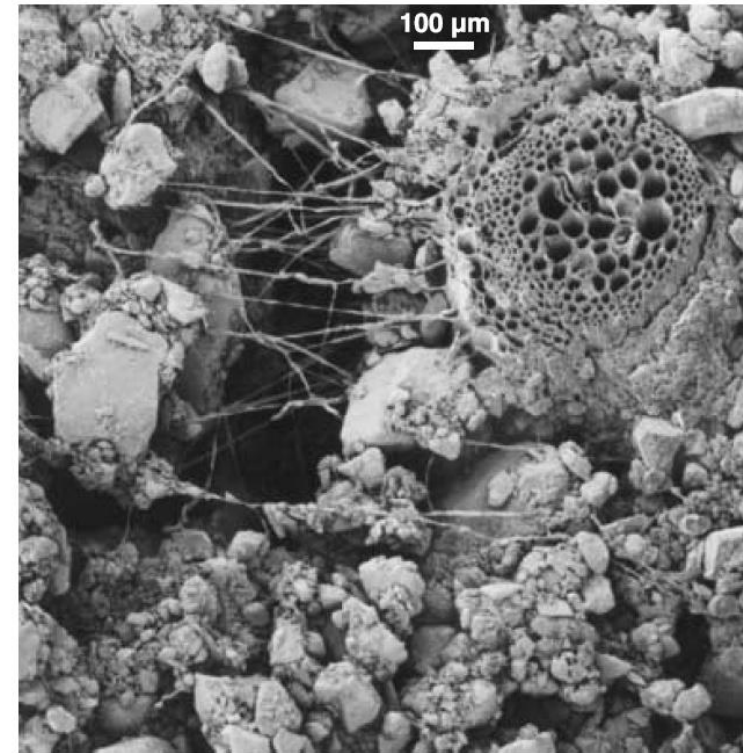
Wurzeln leben in einer ganz anderen „Welt“

- Räumliche Muster
- Zeitliche Muster
- Chemische Umwelt
- Mechanische Eigenschaften

**Hohe Relevanz der  
Umweltbedingungen**

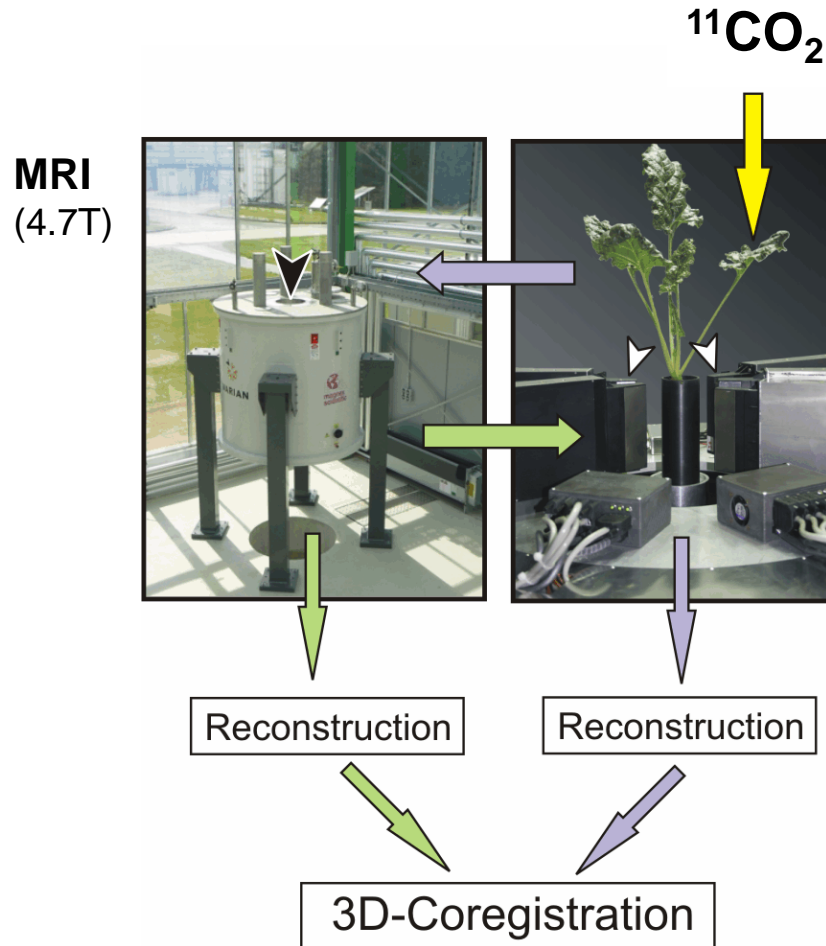


## Umwelt Boden

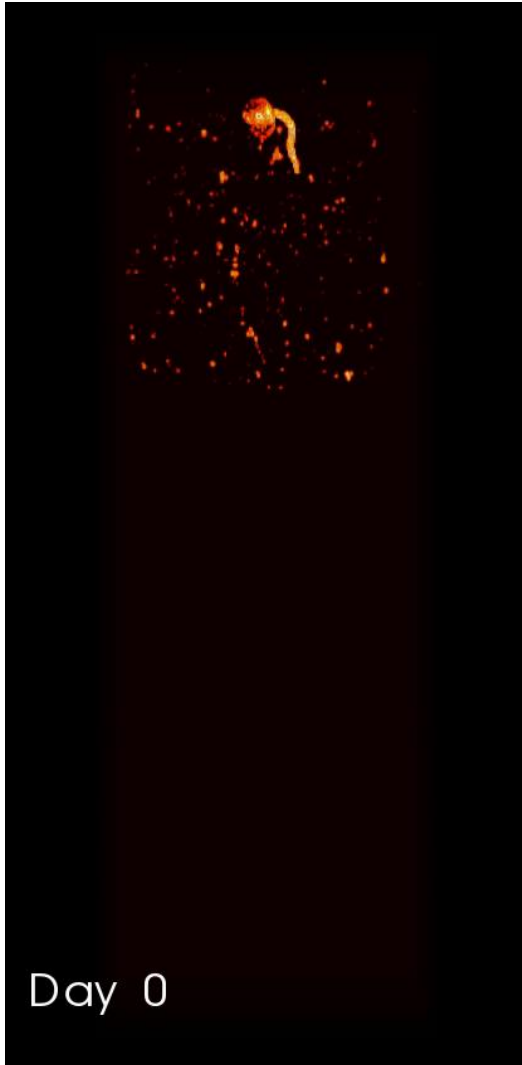


**Fig. 2** Micrograph obtained by cryoscanning electron microscopy observation of the rhizosphere of buckwheat (*Fagopyron esculentum*) sampled *in situ* in field-grown plants. Development of long root hairs extending in a large macropore is clearly visible. (Reproduced by kind permission of Margaret E. McCully.)

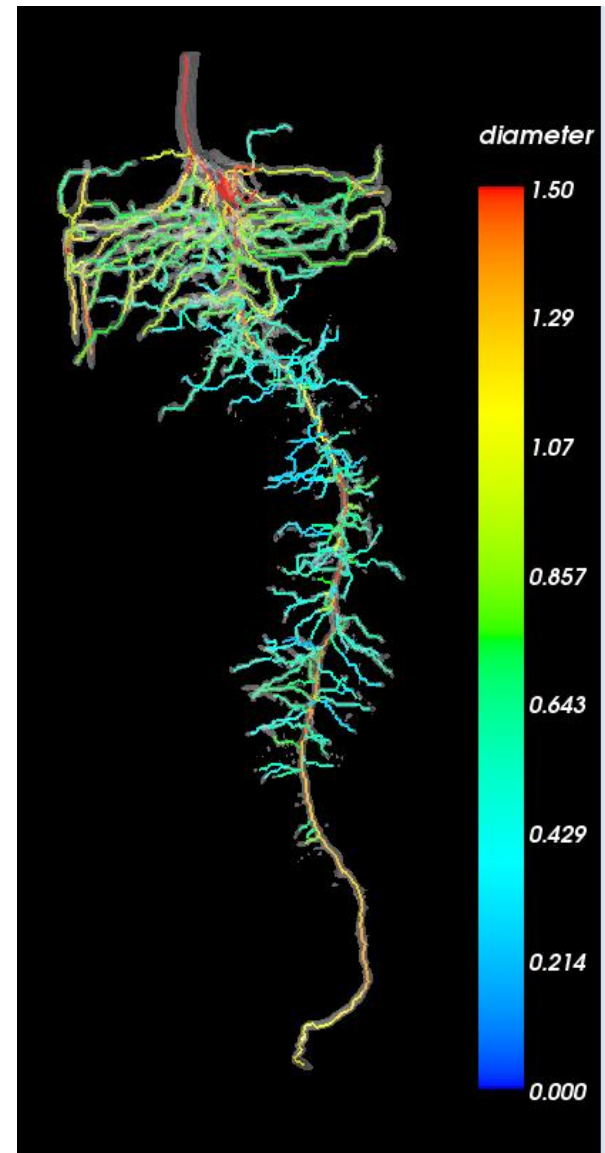
# Nicht-Invasive Methoden – Dynamik Live Imaging



**MRI** = Magnetic Resonance Imaging  
**PET** = Positron Emission Tomography  
**PlanTIS** = Plant Tomographic Imaging System  
 (a PET system dedicated to plants)

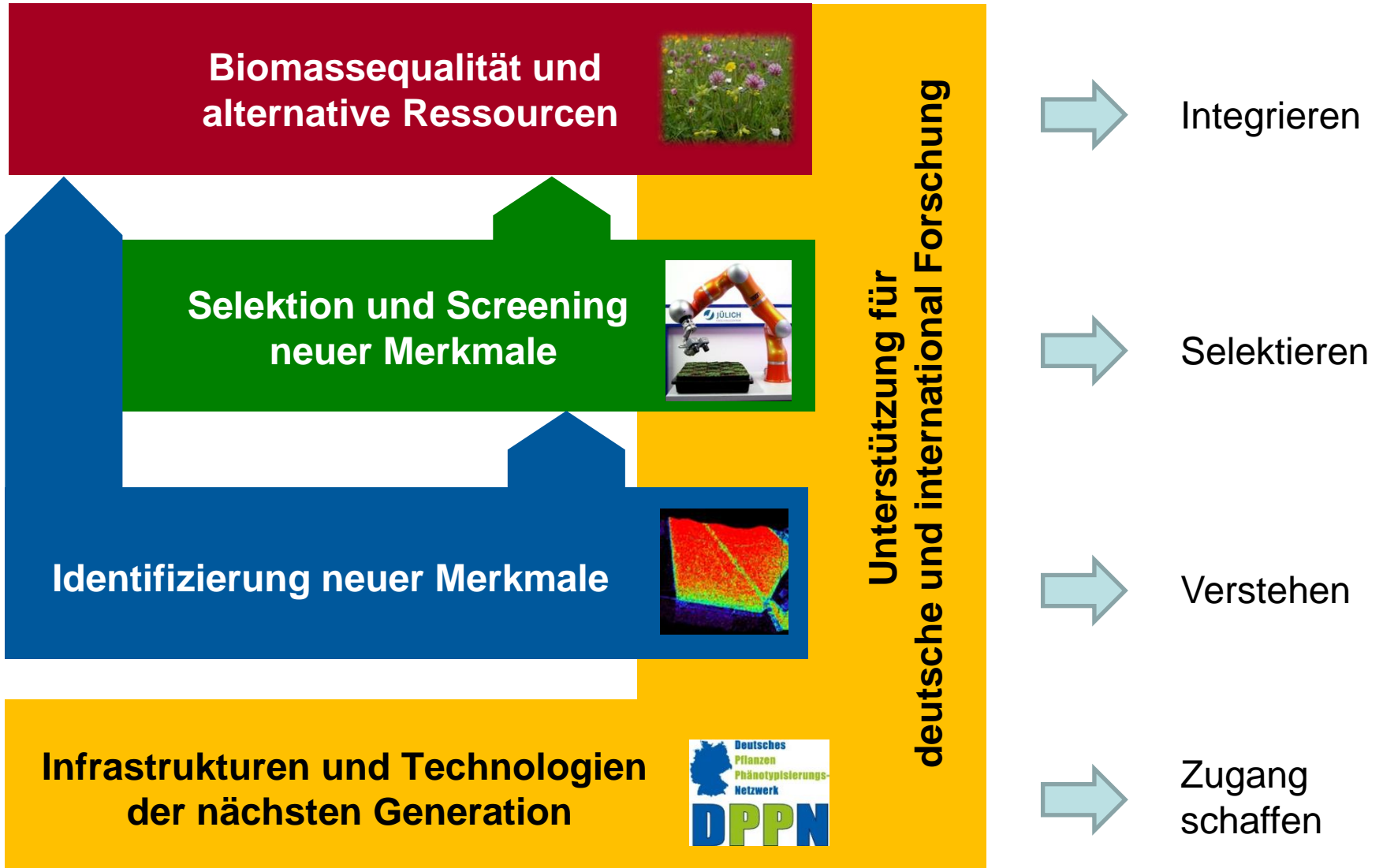


*Zea mays*  
(Mais):  
Wurzel-  
wachstum  
über 23 Tage



*Zea mays* (Mais)

# IBG-2 Jülich: Pflanzenwissenschaften für verbesserte Ressourceneffizienz und optimierte Biomasse





## Screening von Sprossmerkmalen Produktivität, Stressresistenz und Ressourcennutzung

Screening

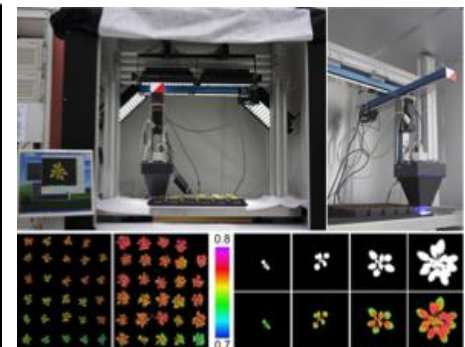
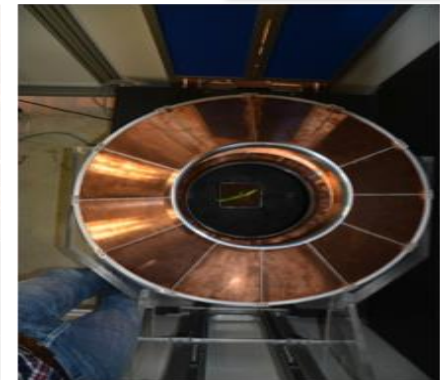
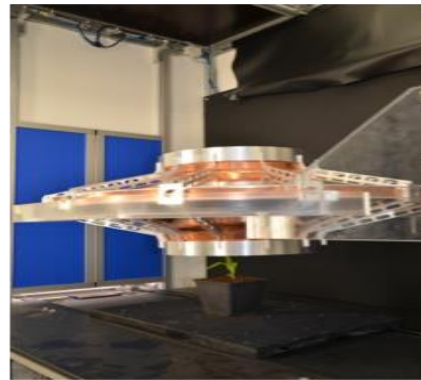
### Ansatz:

Entwicklung und Anwendung  
nicht-invasiver Methoden

Infrastrukturen für (hoch-)  
Durchsatz-Screening



Screening für optimierte  
Struktur und Funktion



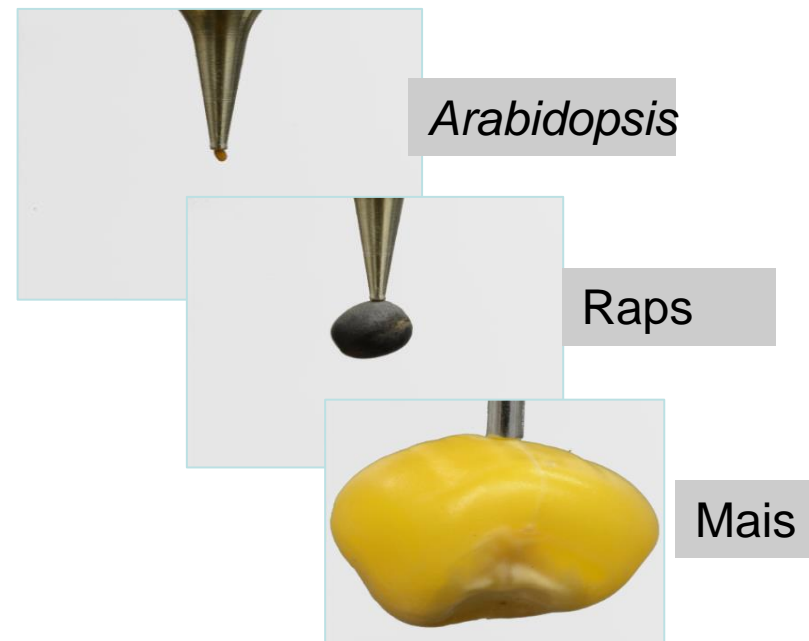
Integration von Sensor-  
Entwicklung, Automatisierung und  
Pflanzenwissenschaften

# Samenphänotypisierung – Charakterisierung genetischer Ressourcen

## PhenoSeeder

Robotersystem zur  
**Phänotypisierung von  
Einzelsamen**

- Große Spannbreite von Samen
- Quantitative Merkmale von Einzelsamen (Größe, Form, Gewicht, ...)
- Charakterisierung von Samen z.B. aus Seed Banks und zur Untersuchung des Einflusses der Mutterpflanze

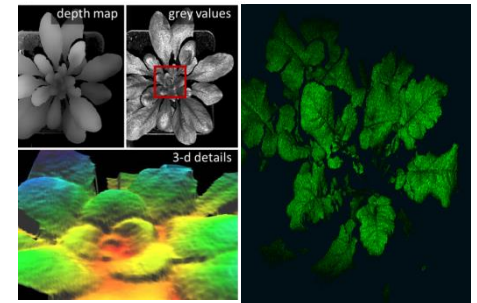


# Phenotypisierung von Spross Strukturen und Funktionen

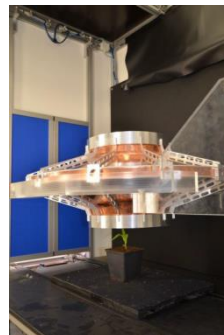
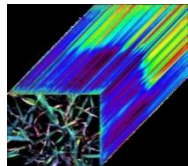
**Photosynthese**  
(Gaswechsel, Fluoreszenz-Methoden)



**Wachstum, Biomasse und Sprossarchitektur**



**Waterhaushalt**  
(thermographie, Mikrowellen)

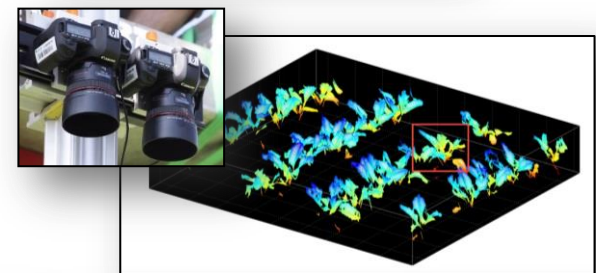
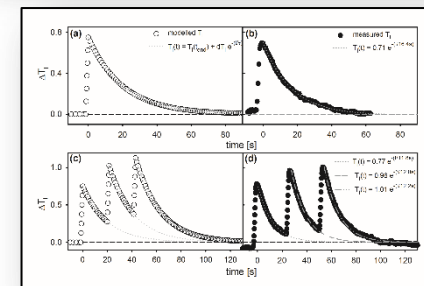
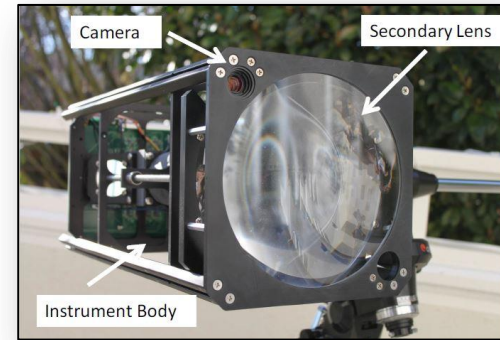


**Integrierte Konzepte**



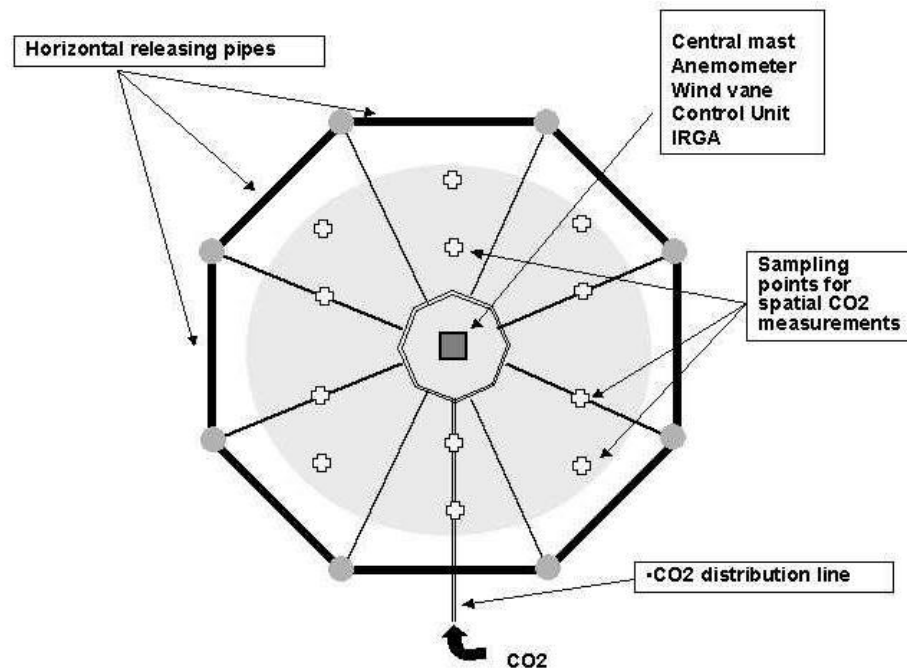
# Feld-Screening Methodenportfolio

- Bestandesphotosynthese
  - Laser-induced fluorescence systems (LIFT)
  - Passive, Sonnen-induzierte Fluoreszenz
- Bestandes-Wasserhaushalt
  - passive Thermographie
  - Aktive Thermographie
- Bestandes-Struktur
  - stereo Kameras
  - LIDAR
  - Strukturiertes Licht



# Breed-FACE: Screening unter zukünftigen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen

- Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment (FACE) zur die Pflanzenzüchtung
- System in Italien (Fiorenzuola d'Arda) bereits getestet
- Aufbau am Campus Kleinaltdorf (Sommer 2016)



## Screening von Sprossmerkmalen Produktivität, Stressresistenz und Ressourcennutzung

Screening

### **Ansatz:**

Entwicklung und Anwendung von  
(hoch-)Durchsatz-Methoden zur  
Erfassung von Wurzelmerkmalen



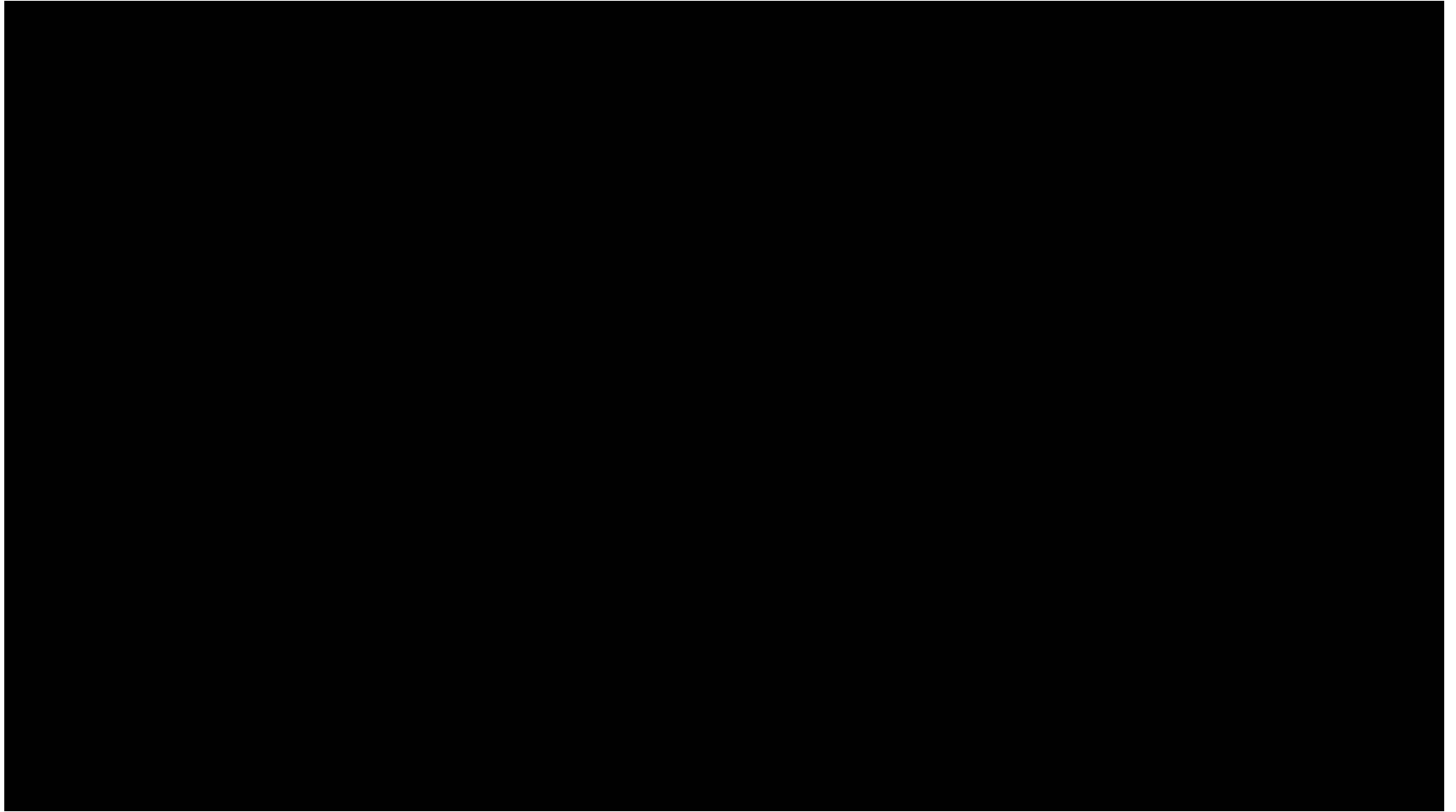
**Screening für optimierte  
Wurzel-Struktur und -  
Funktion**

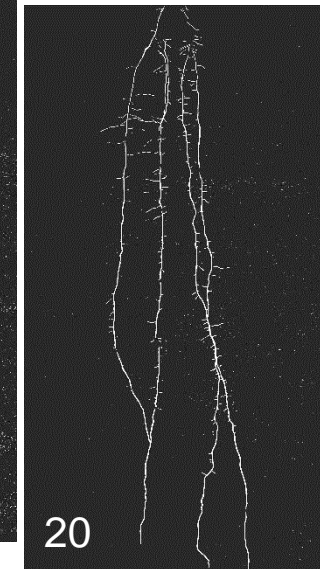
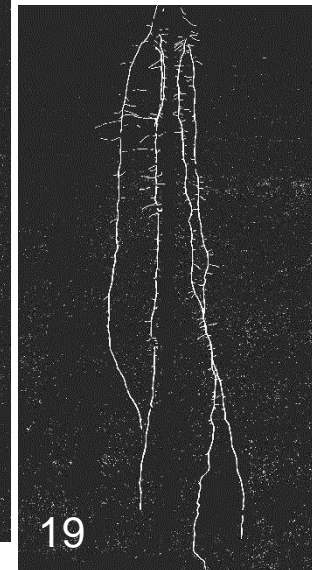
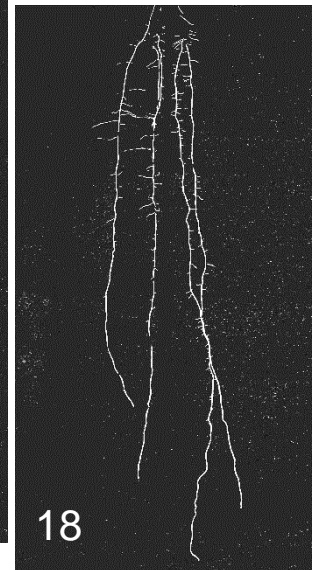
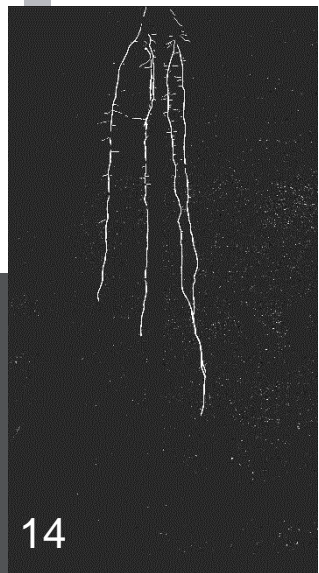
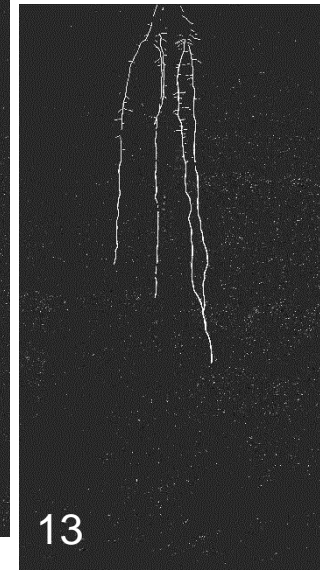
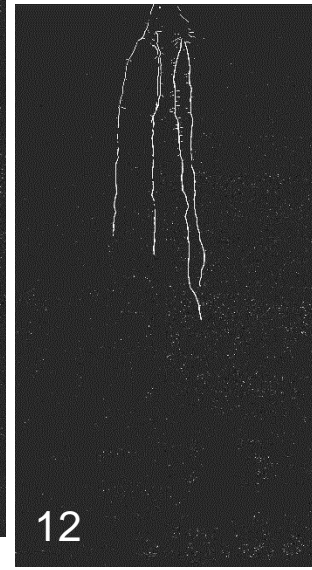
**Verbesserung der Wasser-  
und Nährstoffnutzung**



**Integration von Sensor-  
Entwicklung, Automatisierung und  
Pflanzenwissenschaften**

# Screening Systeme – Rhizotrone mit Boden





Tage nach Aussaat




# Simultane Bestimmung von Wurzel- und Spross-Eigenschaften

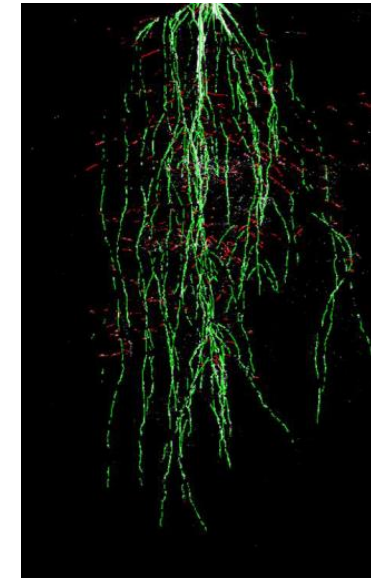
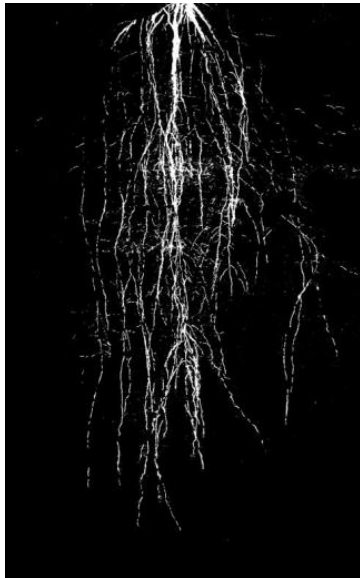
## Spross-Merkmale

- 
- Blatt-Fläche
  - Blatt-Anzahl
  - Spross-Geometrie
  - .....



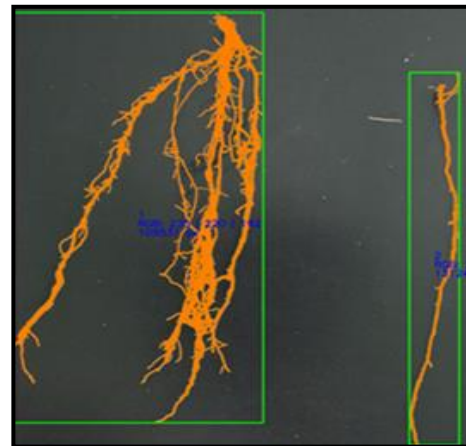
## Wurzel-Merkmale

- 
- Wurzel-Länge
  - Wurzel-Anzahl
  - Wurzel-Durchmesser
  - Wurzel-Geometrien
  - .....

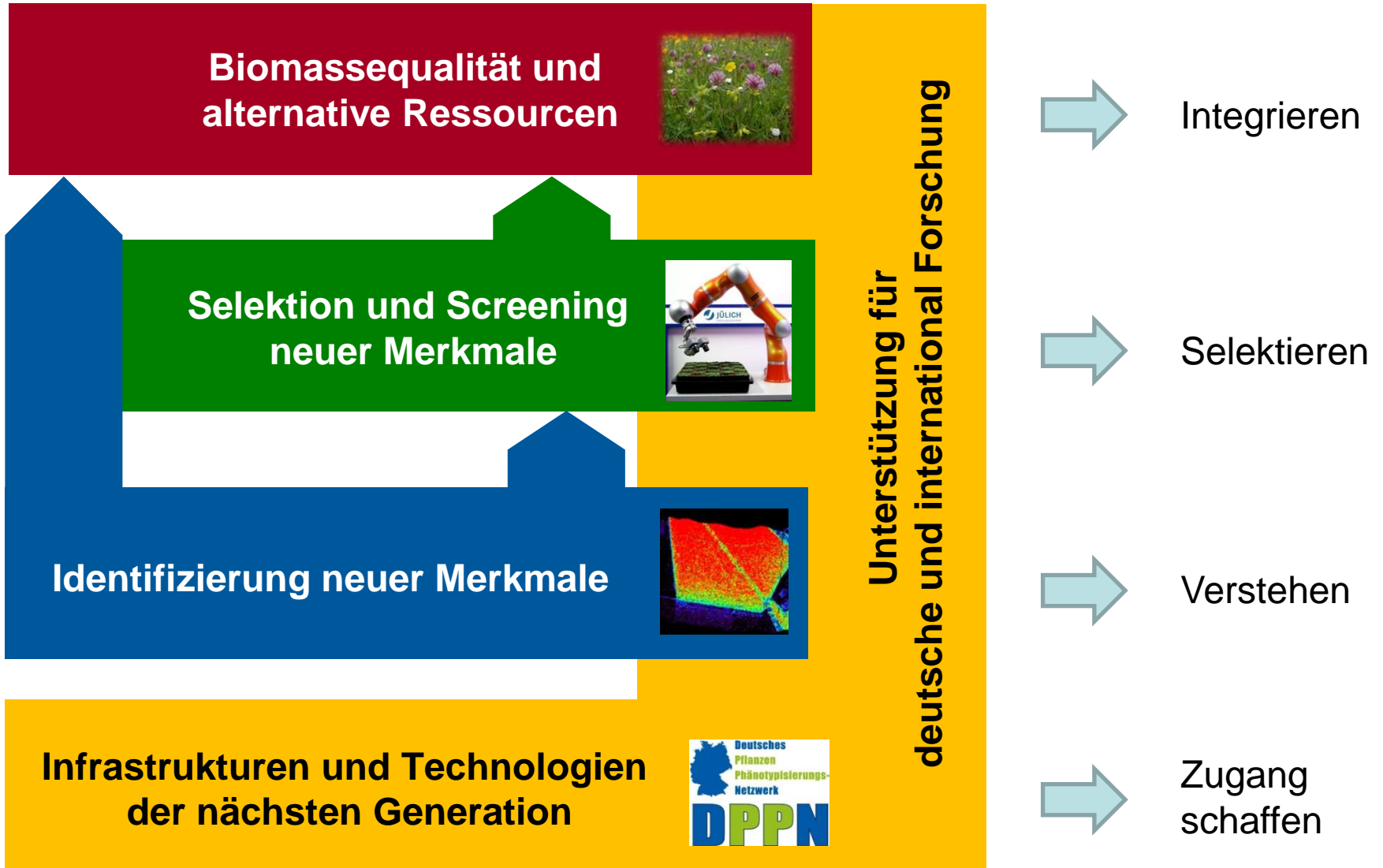


# Wurzel-Phänotypisierung im Feld – shovelomics und Soil Coreing

- Translation von Labor in Feld
- Neuartige Phänotypisierungsansätze in natürlicher Umgebung



# IBG-2 Jülich: Pflanzenwissenschaften für verbesserte Ressourceneffizienz und optimierte Biomasse



# Deutsches Pflanzen Phänotypisierungs-Netzwerk (DPPN)



- Hochdurchsatz-Phänotypisierungs-Plattform
  - Integriert Wurzel/ Sproß
  - Spezielle Pathologie-Plattform
  - Samenphänotypisierung
  - Link zu –omics (Technologie und Informatik)
- Feld-Phänotypisierung
  - Canopy Phenotyping
  - Unterirdische Parameter
  - BREED-FACE screening
- Stand-alone Technologie
  - Seed phenotyping Roboter
  - Etc.

Koordiniert durch FZ Jülich

34 Mio€

18 Mio€ Forschungszentrum Jülich

# DPPN – Plattformen

## Modul 1: DPPN-Infrastrukturen

### Wurzel

Architektur

Physiologie



Integrierte Wurzel-Spross-PF

Erweiterte Lemnatec-PF (IPK)

### Sproß

Architektur

Physiologie



Integrierte Wurzel-Spross-PF

Erweiterte Lemnatec-PF (IPK)

### Feld

Bestandes -Architektur

Bestandes-Physiologie



Feld PF

BREED-FACE

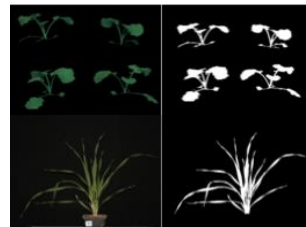
### Pathologie

Biotische Effektoren  
Zellen und Gewebe

Volatile Emissionen



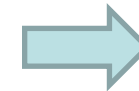
Konfokal PF  
Mikroskop PF  
VOC-PF



# Phenotyping – über DPPN hinaus



# EMPHASIS

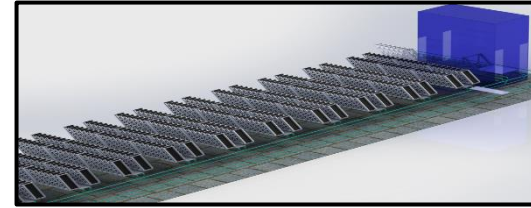


Nutzpflanzen-spezifische Netzwerke



# European Plant Phenotyping Infrastructure (EMPHASIS)

*Phenotyping platforms for high resolution, high throughput phenomics*



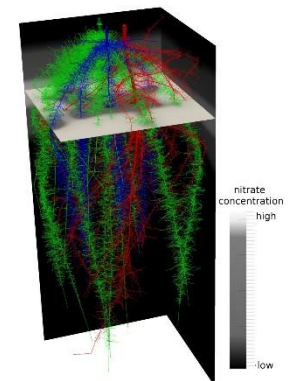
*Semi-controlled field systems for high throughput phenomics*



*Network of practical field experiments for lean-phenotyping*



*Modelling for improving phenotypic processes and for testing existing or virtual combinations of alleles in a variety of climatic scenarios and management practices*



# Phänotypisierung mit nicht invasiven Methoden: neue Fenster für Wissenschaft und Praxis

