

Künstliche Intelligenz und Stickstoffform im Freilandgemüsebau der Zukunft

Samantha Rubo,
Lilian Schmidt
und Jana Zinkernagel

27. April
2022

Hintergrund

Gemüsekulturen: hoher Bedarf an Wasser und Stickstoff

- schon geringster Wassermangel kann die Vermarktbarkeit gefährden
- Ernte von Gemüsekulturen im Prozess vegetativer Entwicklung
→ Hohe Stickstoffreste im Boden
pflanzenbaulich erforderlich



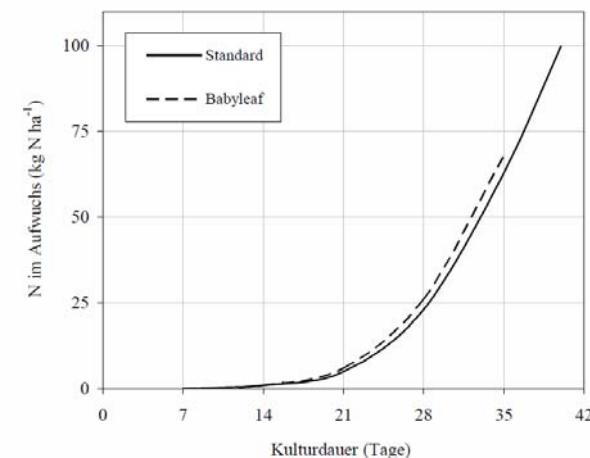
Rote Gebiete

→ Steigerung der Ressourceneffizienz



Blattrandschäden an Kopfsalat

<https://pflanzenenschutzdienst.rp-giessen.de/pflanzenchutzinfothek/gemuese/kopf-und-schnittsalat/randen/>



Stickstoffaufnahme von Spinat

https://www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

Prof. Dr. Jana Zinkernagel, Samantha Rubo

Georeferenziertes Sensor-gestütztes Daten-Management-System zur teilflächenspezifischen Bewässerung und Düngung von Freilandgemüse (GeoSenSys)

Hochschule
Geisenheim
University
Institut für Gemüsebau

Echtzeitanalysen durch
spektrale Sensoren



Umweltforschungs-
zentrum

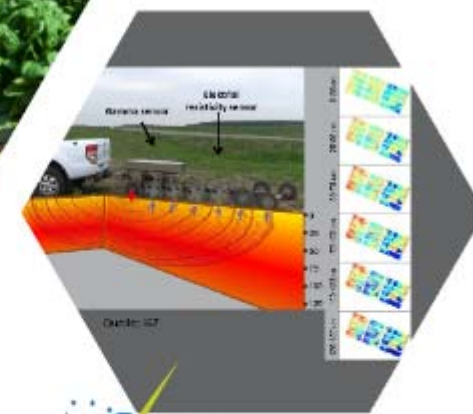


Gekoppelte
Empfehlung für
Stickstoff- und
Wassergabe



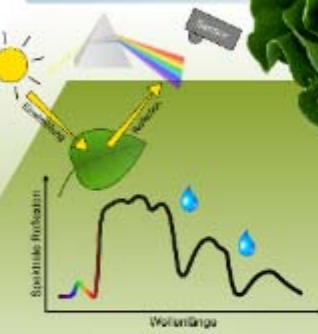
Rheinland-Pfalz
DEUTSCHLANDS LÄNDLICHE BAUERN

GID
Geoinformationssysteme



IGZ

Bodenparameter



www.hs-geisenheim.de

Logo of Hochschule Geisenheim University and Institut für Gemüsebau.

ANNI - Artificial Neural Network for Irrigation - Herausforderung für Digitalisierung



Kopplung von Decision Support Systemen für **Bewässerung** und **Düngung**
zur Effizienzsteigerung des Ressourceneinsatzes

Bereits bestehende Systeme nicht oder zu wenig genutzt:

- Infos über **schlagspezifischen Handlungsbedarf** fehlen
- Systeme nicht ausreichend **benutzerfreundlich**
- Benutzerfreundlichkeit im Widerspruch zur **Komplexität von Modellen** und Vielzahl der Inputfaktoren,
wenn Bewässerungs- und N-Düngungsmanagement integriert werden soll

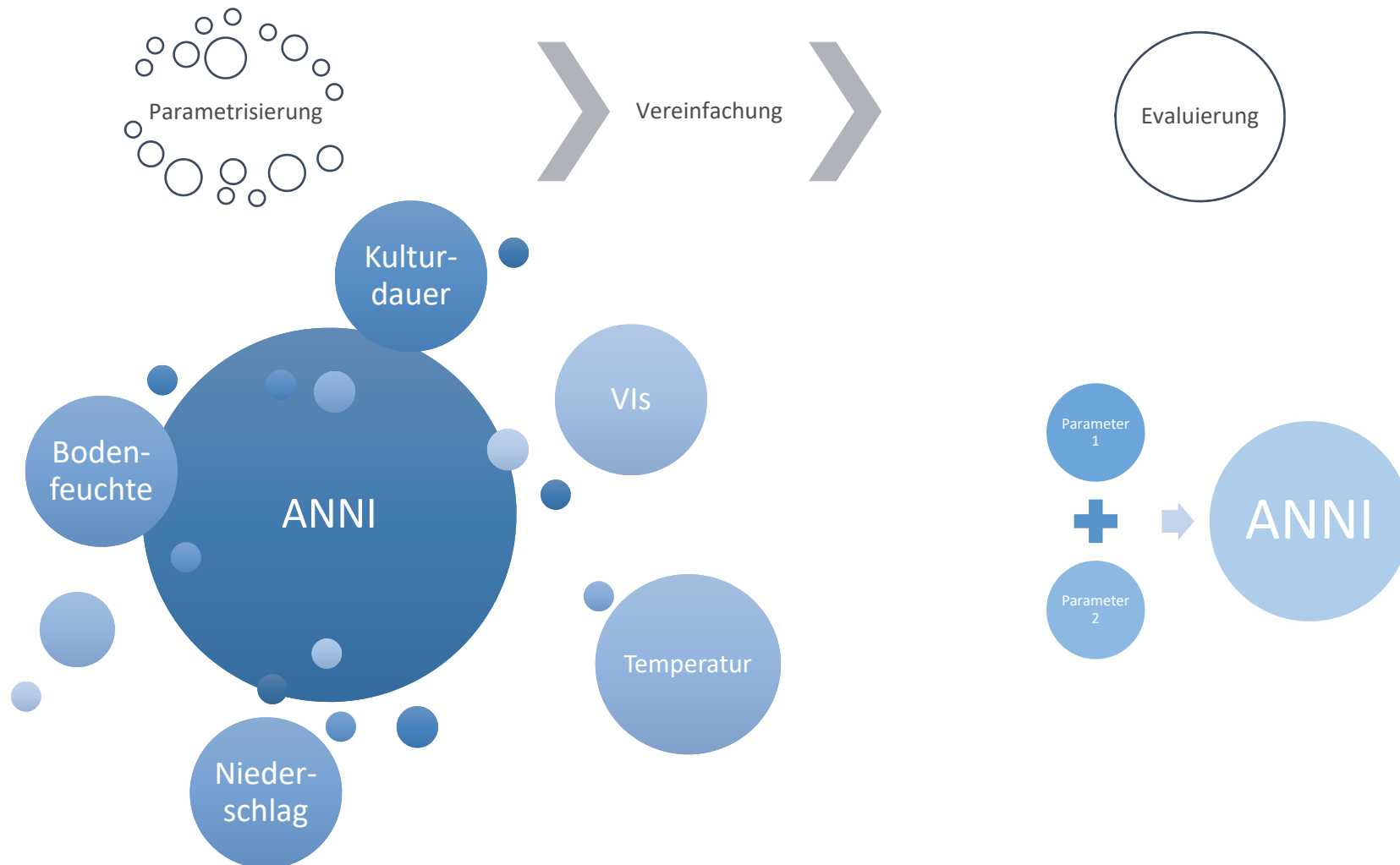
Definition: Neuronales Netzwerk

Wichtigste Eigenschaften von Neuronalen Netzen (KI):

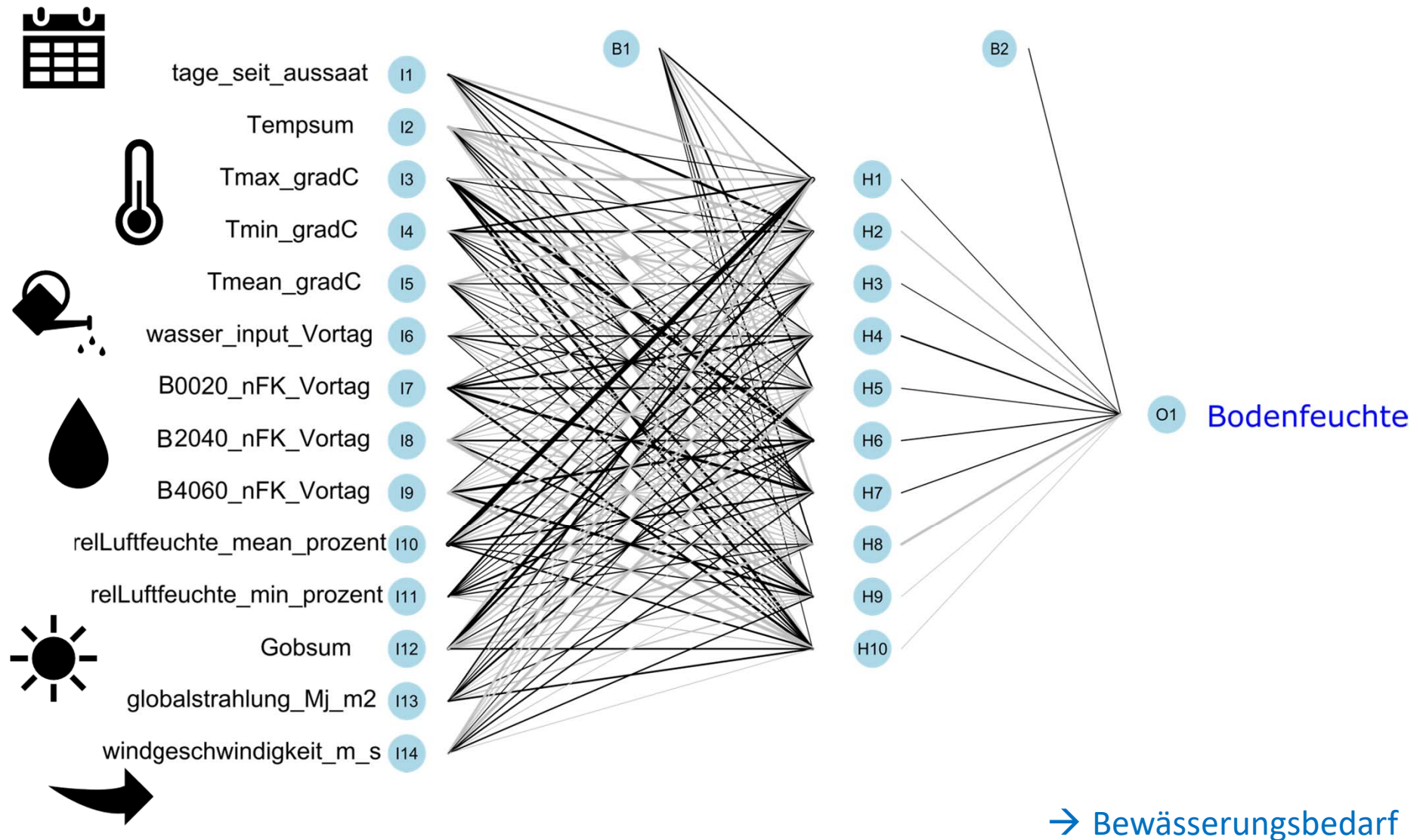
- **Robustheit und Fehlertoleranz**
- **Lernfähigkeit** und Adaptionfähigkeit: Neuronale Netze können durch Training (ohne Programmieraufwand) an neue Umweltbedingungen angepasst werden.
- Unscharfes Schließen: Erkennung und **Verarbeitung** unscharfer, verrauschter und **inkonsistenter Informationen**.

Alex, Björn. *Künstliche neuronale Netze in Management-Informationssystemen: Grundlagen und Einsatzmöglichkeiten*. Springer-Verlag, 2013, S.78.

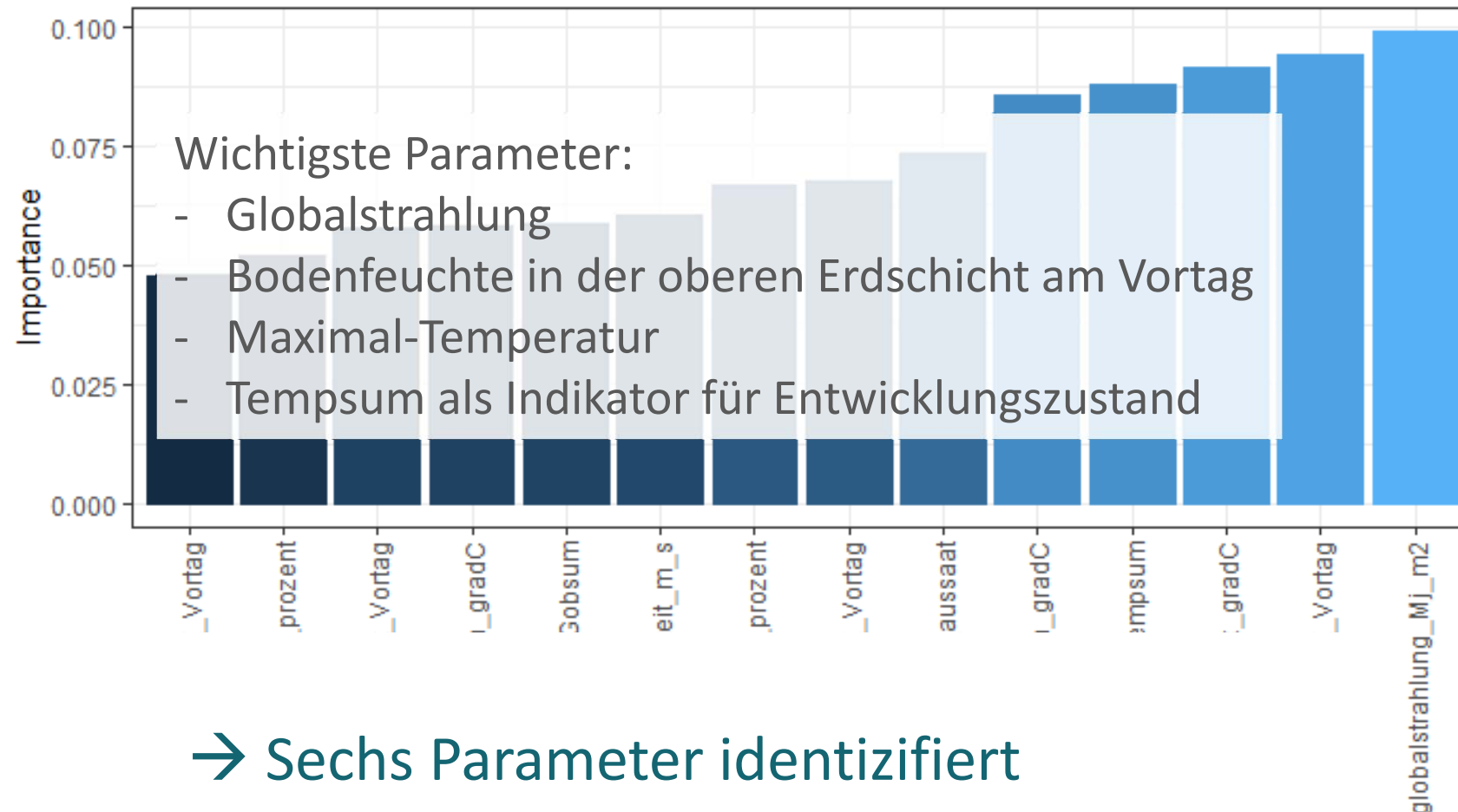
Bewässerungsmodell ANNI



ANNI – Trainieren der KI: Eingangsfaktoren

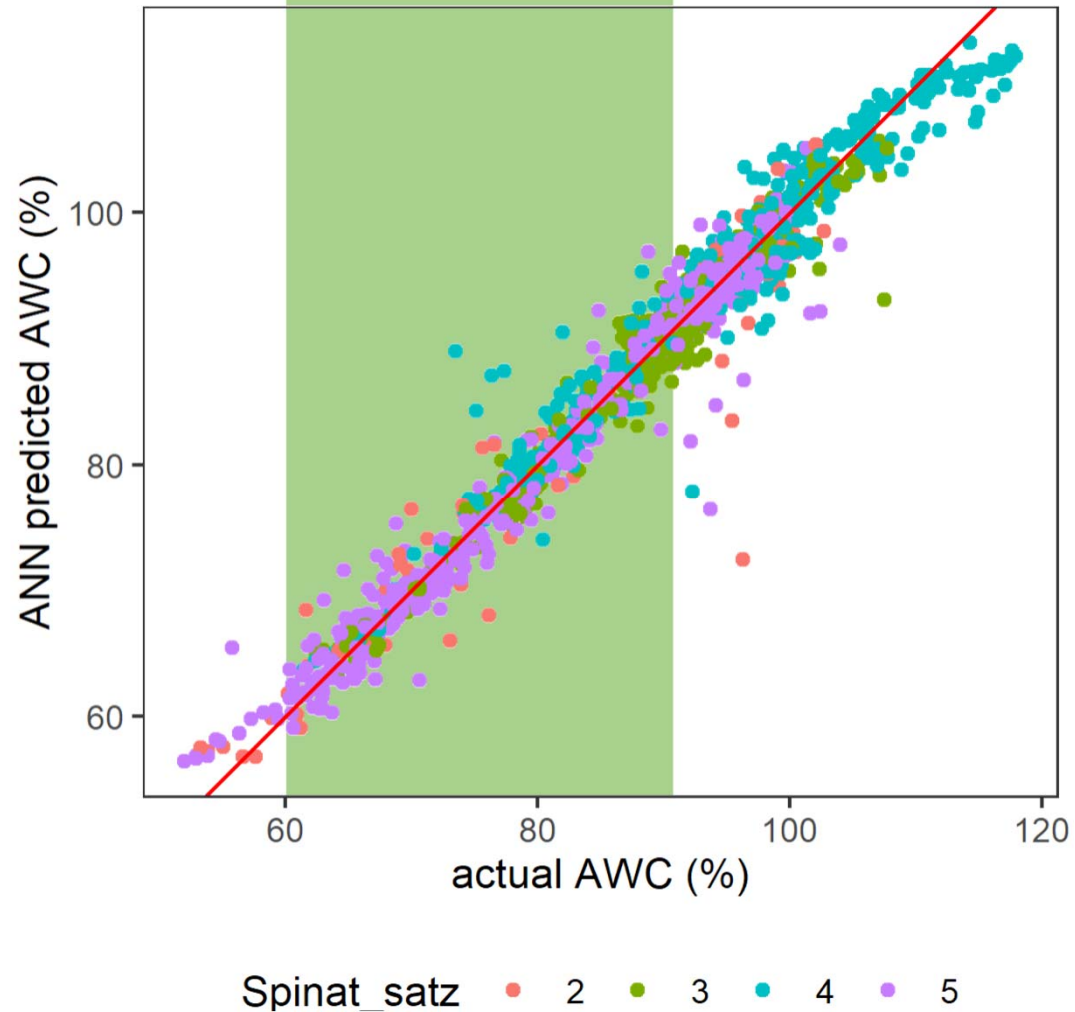


ANNI – Bewertung der Variablen-Gewichtung



→ Sechs Parameter identifiziert

ANNI – Modell-Güte



Modellierte zu gemessener nutzbare Feldkapazität (AWC) in 0-60 cm Tiefe.
Grün: empfohlener Wertebereich der nFK zur Bewässerungssteuerung.

Proof of concept durch Konsortium & Praxisbetriebe

Prüfung und Validierung der
praktischen Funktionalität von
GeoSenSys im Erwerbsanbau
von Spinat



GeoSenSys- State of the Art und Ausblick



- *Parametrisierung von ANNI zeigt wichtigste Einflussfaktoren, auf die das Modell reduziert werden kann*
- *N-Versorgung und H₂O-Versorgung mittels Spektraldaten erfassbar:*

Research Paper

Exploring hyperspectral reflectance indices for the estimation of water and nitrogen status of spinach

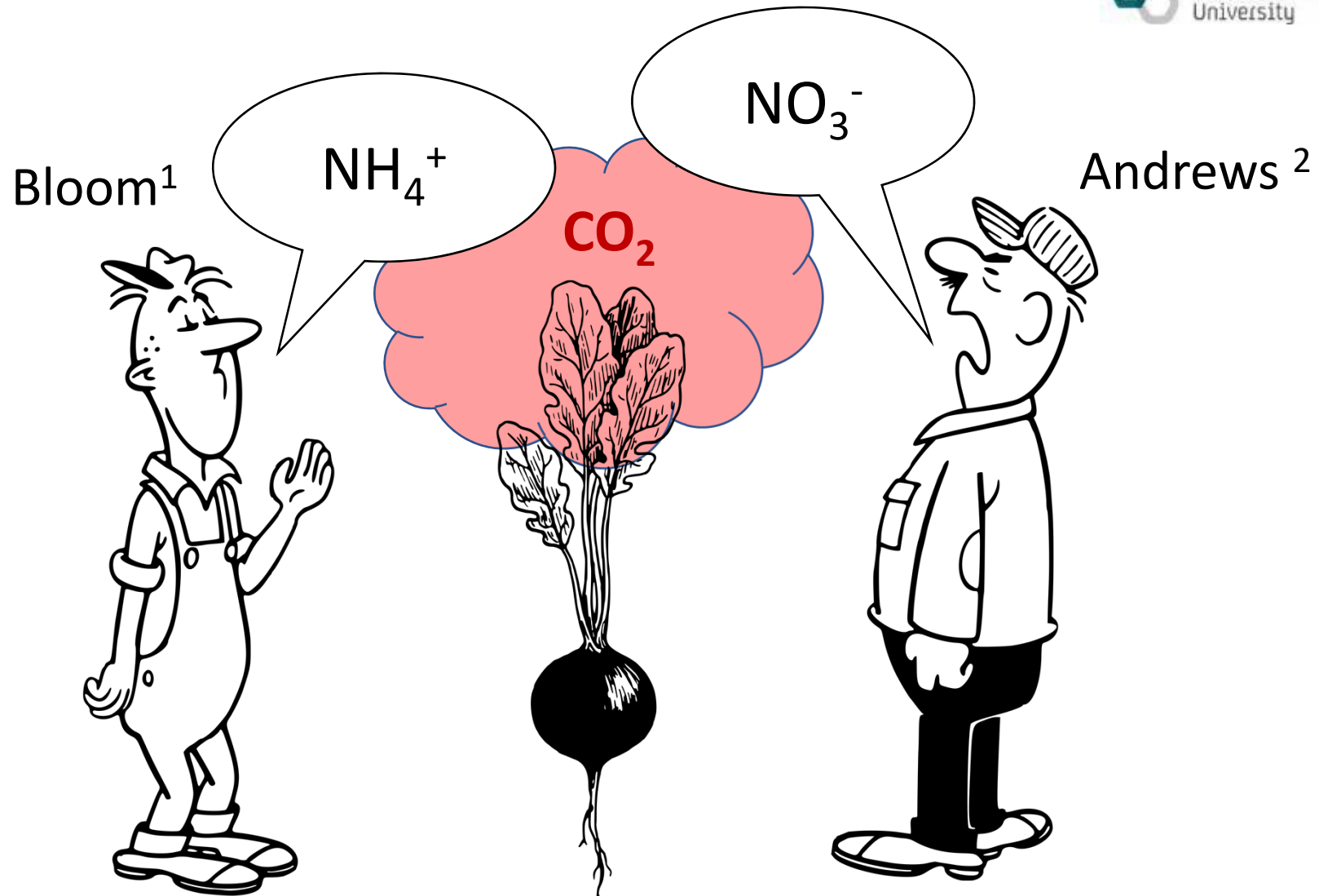
Samantha Rubo^{*}, Jana Zinkernagel

Department of Vegetable Crops, Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366, Geisenheim, Germany

*Gemeinsame Input-Parameter für
Düngungs- und Bewässerungsmodelle*

Rubo, S., & Zinkernagel, J. (2022). *Biosystems Engineering*, 214, 58–71.

Welche N-Form ist zukünftig zielführend?

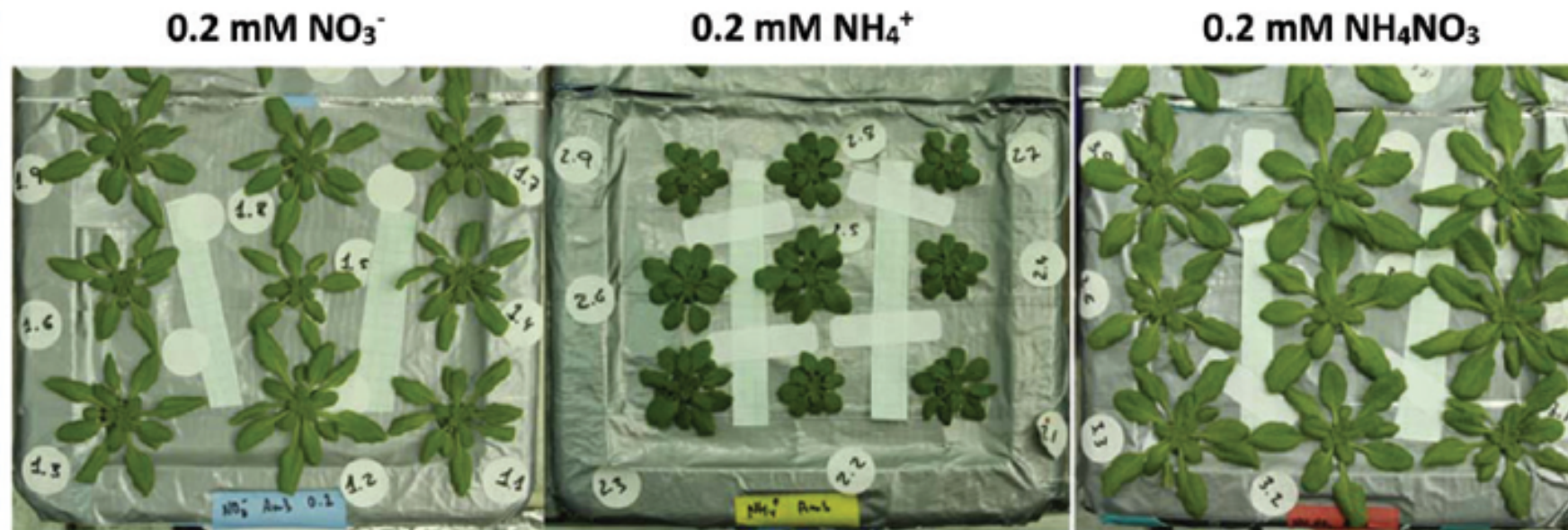


Bildquelle: freesvg.org/

¹ Prof. Arnold J. Bloom, UC Davis

² Prof. Mitchell Andrews, Lincoln University

Wirkung der N-Form auf die Stickstoff-Assimilation unter erhöhter $[\text{CO}_2]$



Effekt der N-Form auf Entwicklung von Arabidopsis unter Umgebungs- $[\text{CO}_2]$
(Rubio-Asenio und Bloom, 2017)

Nitratdüngung zukünftig ungeeignet?

CO₂ Konzentration

N-Form

NO₃⁻-N : NH₄⁺-N

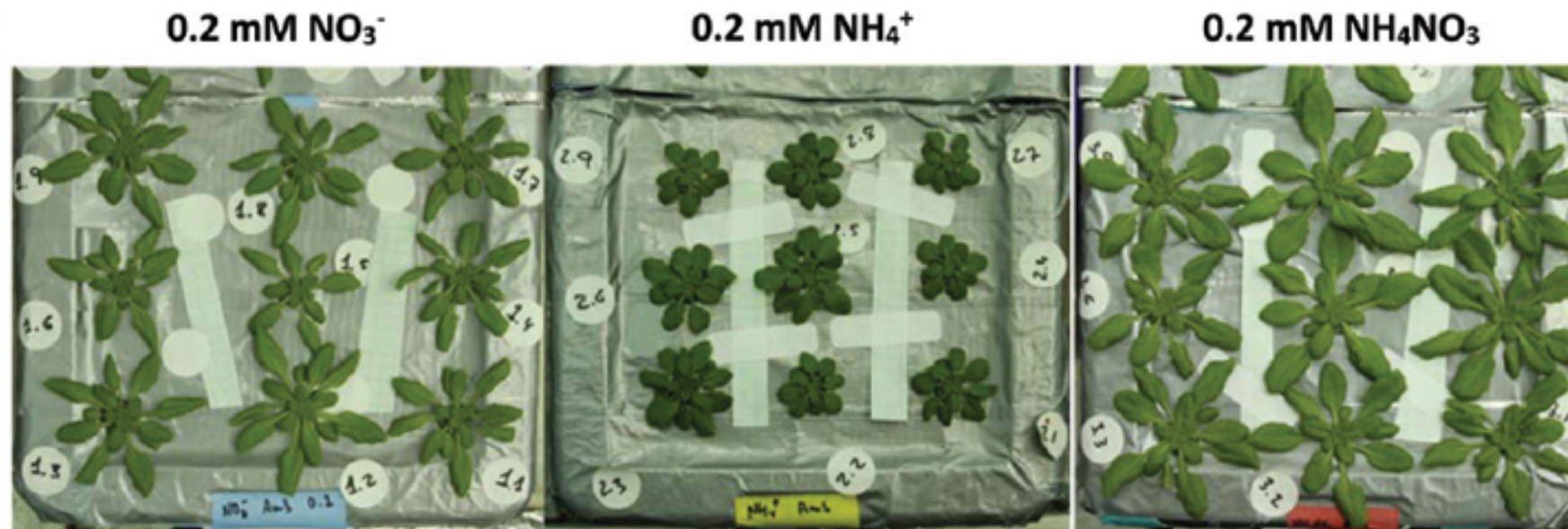
a: 400 ppm CO ₂		e: 1000 ppm CO ₂	
			
aNH ₄	aNO ₃	eNH ₄	eNO ₃
25:75	100:0	25:75	100:0

Versuchsdaten:

- *Rapahanus sativus* L. ssp. *sativus* `Celesta`
- 1 Pflanze je 10 cm Topf mit Nullsubstrat
- N-Angebot: 42 mg/ Pflanze
- Stichprobenumfang: $n = 22$



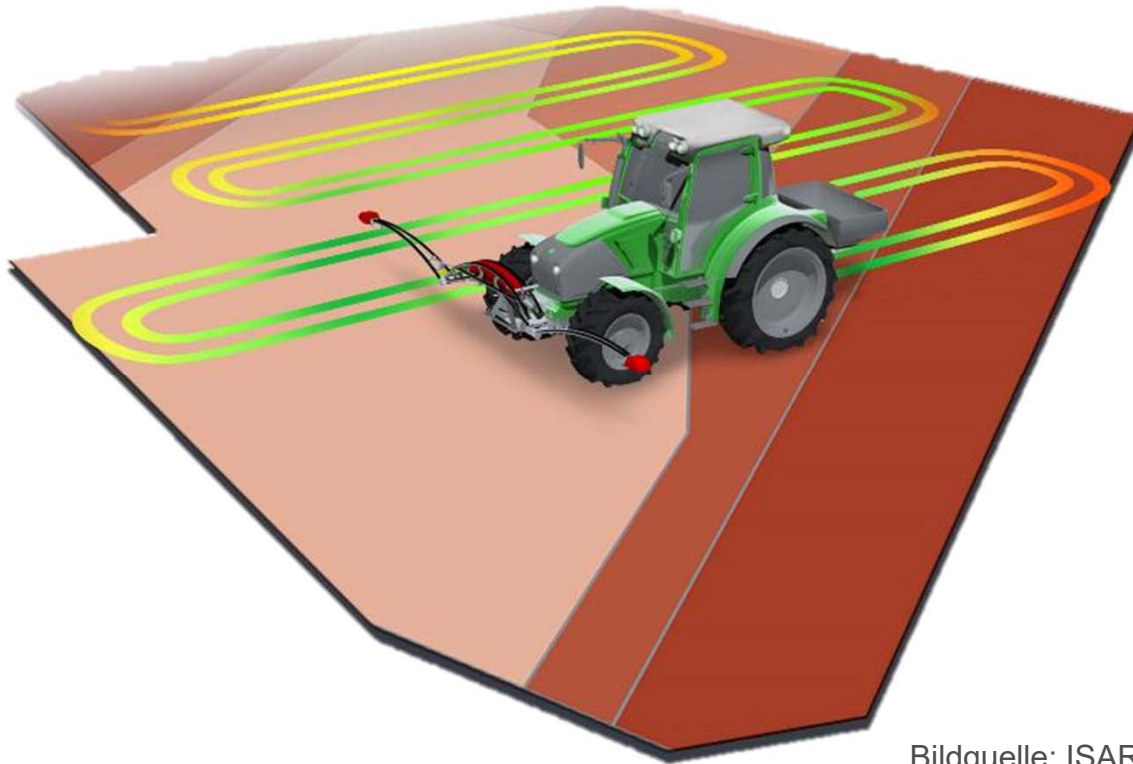
Nitratdüngung zukünftig ungeeignet? Nein.



Keine Einschränkung der NO₃⁻-Assimilation → typische Effekte der N-Form bei eCO₂

Allerdings: **Organ-spezifische Wirkung der N-Form** → Senkenstärke wird unter eCO₂ durch Ammonium gefördert: Steuermöglichkeit der **Produktqualität**?

Zukünftige N-Düngung und Bewässerung im Freilandgemüsebau



Ihre Fragen?

Bildquelle: ISARIA

Prof. Dr. Jana Zinkernagel
Institut für Gemüsebau
Hochschule Geisenheim University
Jana.Zinkernagel@hs-gm.de

Samantha Rubo
Institut für Gemüsebau
Hochschule Geisenheim University
Samantha.Rubo@hs-gm.de