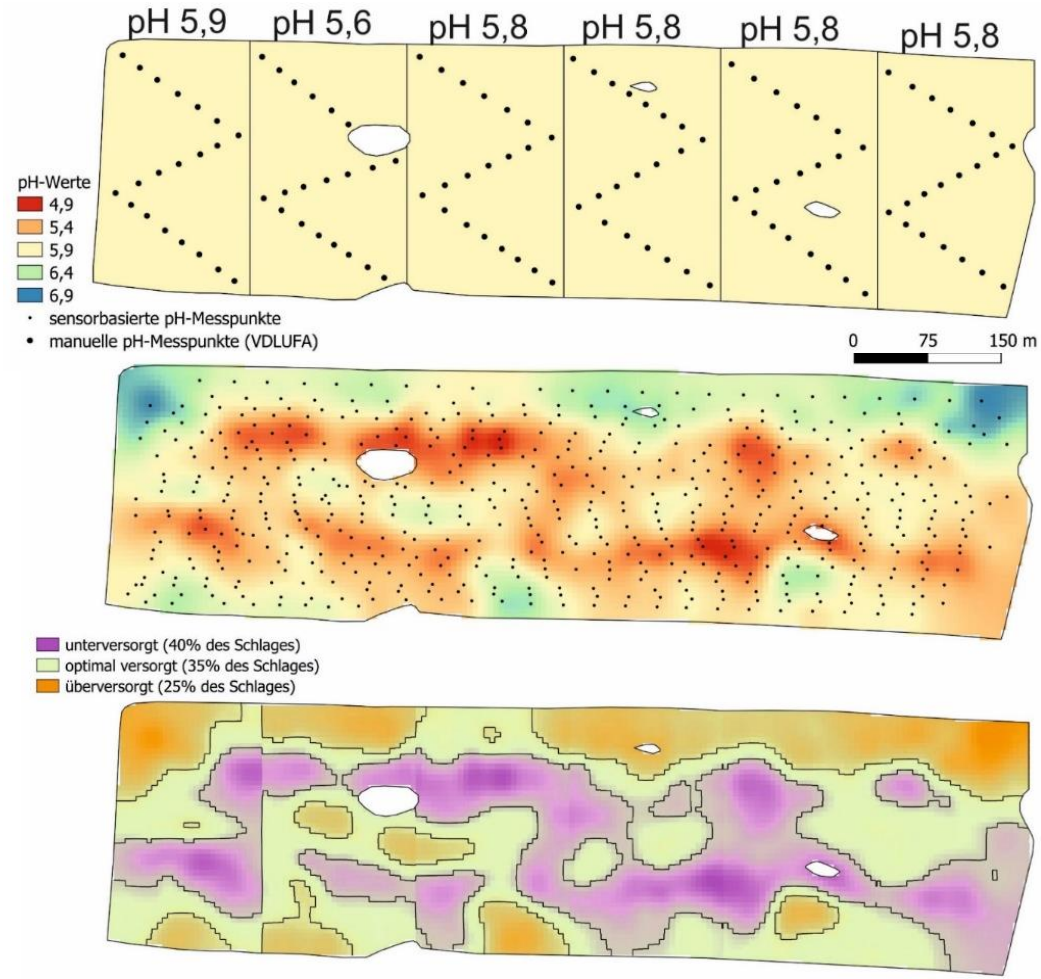
Sensorbasierte Bodenkartierung für die präzise Landwirtschaft

Sebastian Vogel, Robin Gebbers

Problemstellung

Flächeneinheitliche Bewirtschaftung berücksichtigt nicht die schlaginterne Bodenvariabilität (Bsp. pH-Wert)



Beprobung nach VDLUFA:
Mischproben aus 20 Einzelproben von 3-4 ha Teilflächen
⇒Unterschiede max. **0,3** pH-Einheiten
⇒Einstufung in **GK C**,

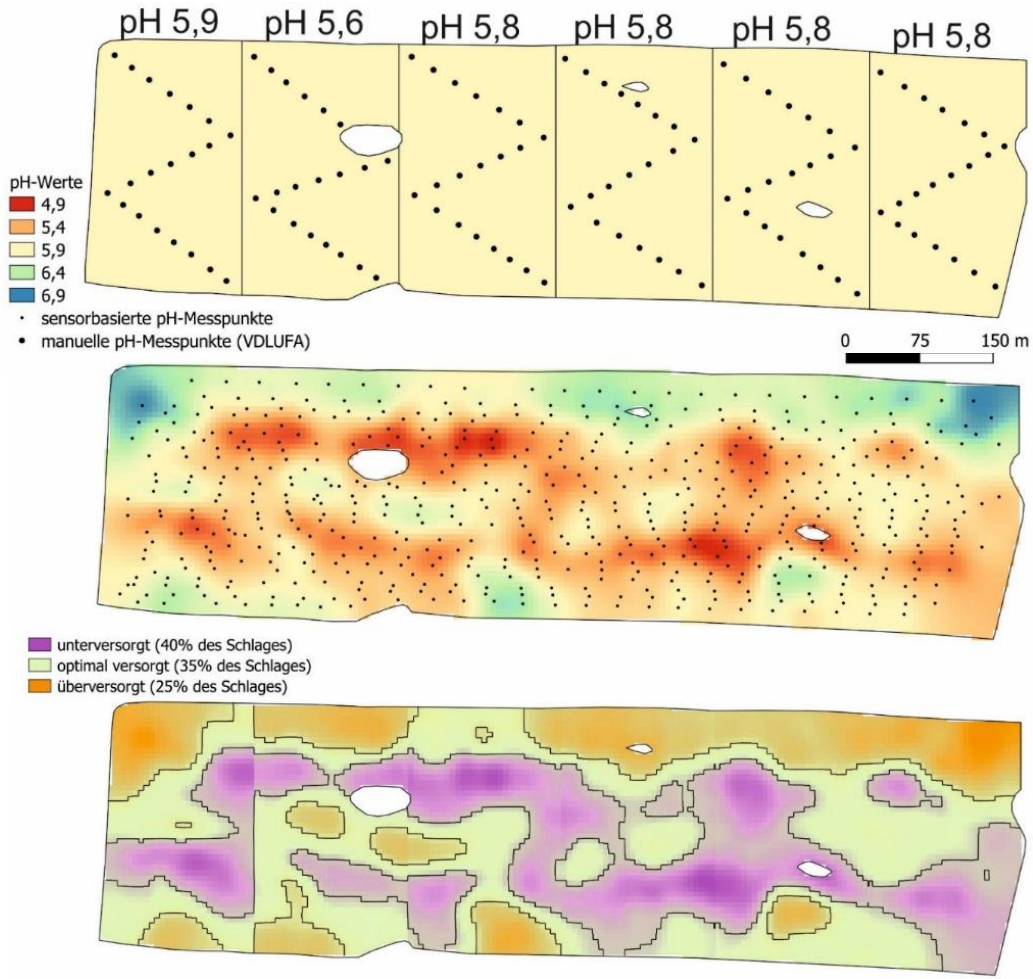
Kartierung mit pH-Sensor:
570 Einzelmessungen (ca. 30 Messungen pro Hektar)
⇒pH-Werte von 4,9 bis 6,9 (**2** pH-Einheiten)
⇒Einstufung von **GK A bis E**,

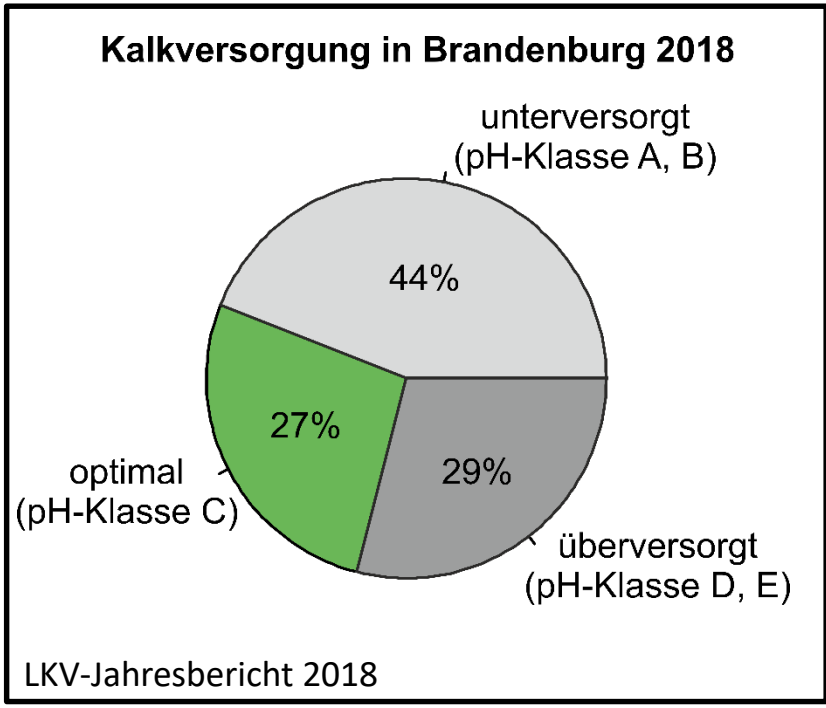
Kalkversorgung der Fläche:
- 40 % unterversorgt (lila)
- 35 % optimal versorgt (hellgrün)
- 25 % überversorgt (orange)

http://ph-bb.com/

Problemstellung

Flächeneinheitliche Bewirtschaftung berücksichtigt nicht die schlaginterne Bodenvariabilität (Bsp. pH-Wert)



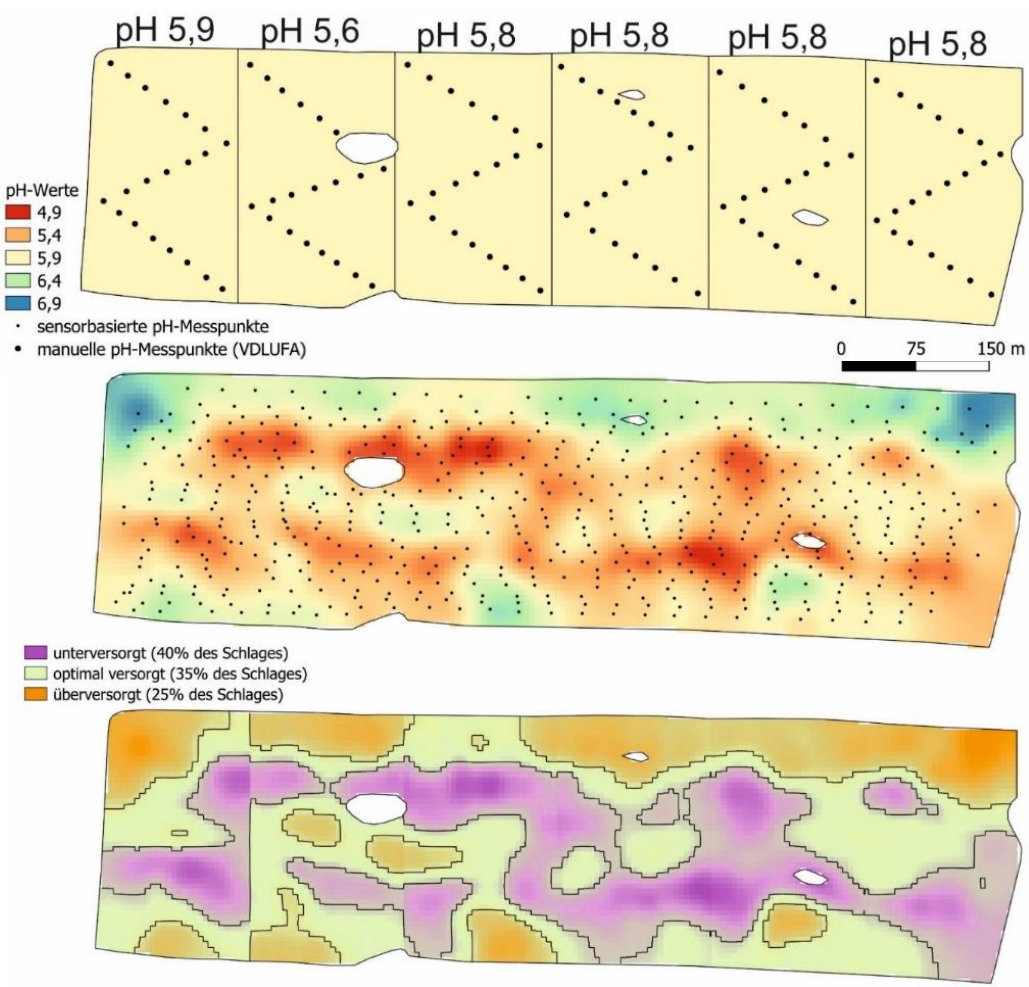


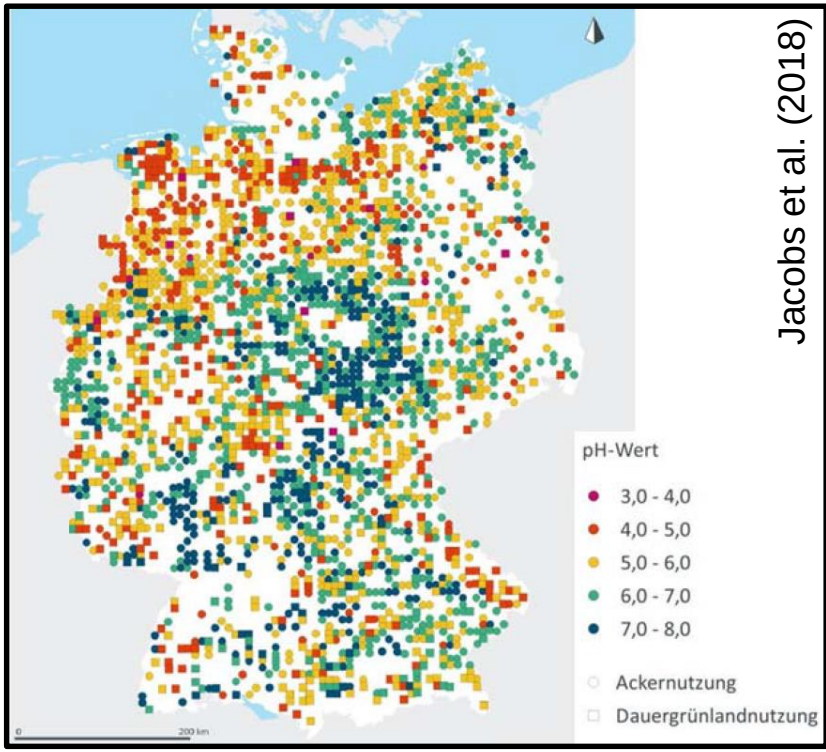
Kalkversorgung der Fläche:

- 40 % unterversorgt (lila)
- 35 % optimal versorgt (hellgrün)
- 25 % überversorgt (orange)

Problemstellung

Flächeneinheitliche Bewirtschaftung berücksichtigt nicht die schlaginterne Bodenvariabilität (Bsp. pH-Wert)





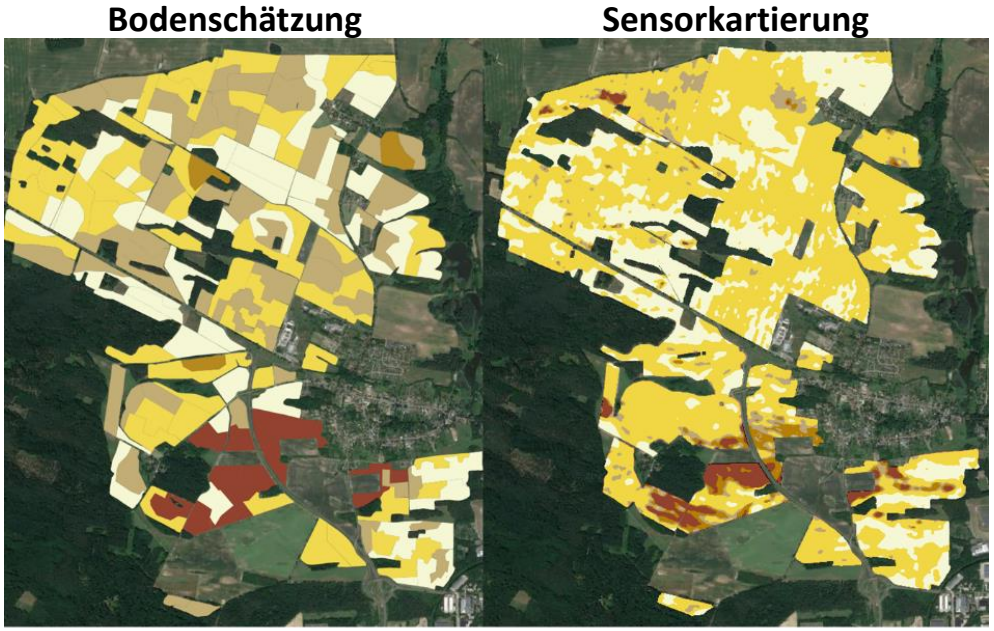
Jacobs et al. (2018)

Kalkversorgung der Fläche:

- 40 % unterversorgt (lila)
- 35 % optimal versorgt (hellgrün)
- 25 % überversorgt (orange)

Problemstellung

Fehleinschätzung der Textur : ökonomische Auswirkungen bei der Kalkung auf Betriebsebene



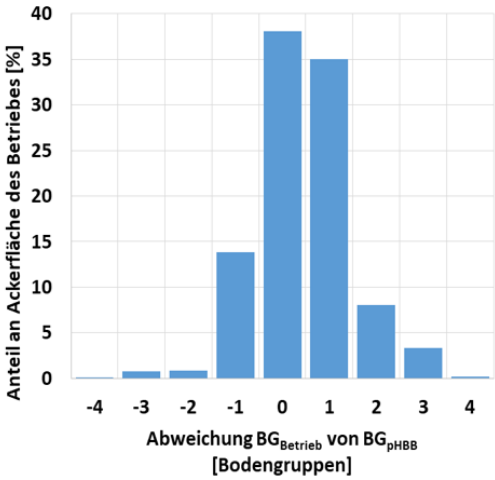
VDLUFA-Bodengruppe

1 2 3 4 5

Texturbestimmung im Vergleich

Bodenschätzung vs. Sensor

Betrieb	Kartierte Fläche [ha]	Einordnung der Flächen [%]		
		richtig	über-bewertet	unter-bewertet
PP Booßen	930	38	45	17
Komturei Lietzen	1470	27	67	6
Gut Wilmersdorf	220	56	40	4
Mittelwert		40	50	10



Betrieb PP Booßen

(ca. 930 ha)

Pro Kalkungszyklus:

- zu viel gedüngt:

  970 dt CaO

- entgangener Kornertrag: 2.800 dt*

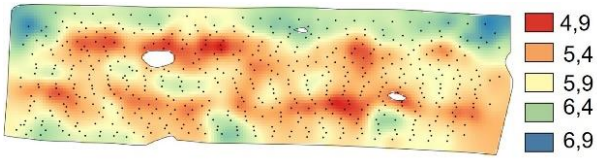
* Nach Kerschberger et al. (2014) [unter der Voraussetzung, dass der pH-Wert ertragslimitierend wirkt]

http://ph-bb.com/

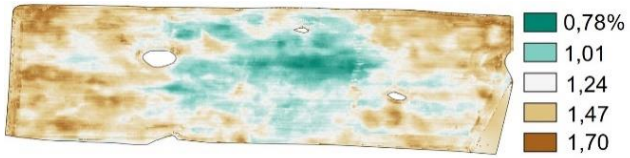
Lösungsansatz

Kartierung mit Sensoren liefert hochauflösende Bodendaten für eine standortspezifische und bedarfsgerechte Bewirtschaftung (Bsp. Kalkung)

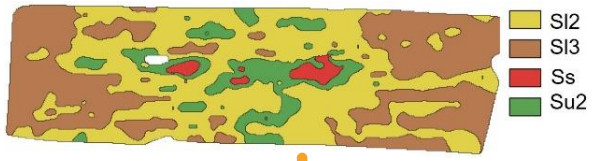
pH-Wert



Humusgehalt



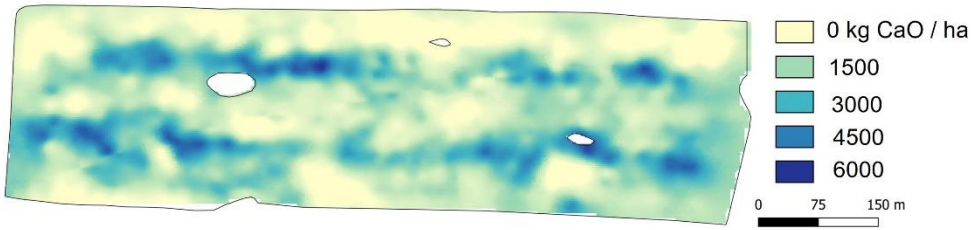
Textur



pH-Klasse	Humusgehalt							
	≤ 4,0 %		4,1 bis 8,0 %		8,1 bis 15,0 %		15,1 bis 30 %	
	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO	pH	CaO
	BG 1							
A	≤ 4,0	45	≤ 3,7	50	≤ 3,4	50	≤ 3,1	21
	4,1	42	3,8	46	3,5	47	3,2	19
	4,2	39	3,9	43	3,6	43	3,3	18
	4,3	36	4,0	39	3,7	39	3,4	16
	4,4	33	4,1	35	3,8	35	3,5	15
	4,5	30	4,2	32	3,9	31	3,6	13
B	4,6	27	4,3	28	4,0	28	3,7	12
	4,7	24	4,4	24	4,1	24	3,8	10
	4,8	22	4,5	21	4,2	20	3,9	9
	4,9	19	4,6	17	4,3	16	4,0	7
	5,0	16	4,7	13	4,4	13	4,1	6
	5,1	13	4,8	10	4,5	9	4,2	4
	5,2	10	4,9	6	4,6	5		
	5,3	7						
C	5,4 - 5,8	6	5,0 - 5,4	5	4,7 - 5,1	4	4,3 -4,7	3
D	5,9 - 6,2	-	5,5 - 5,8	-	5,2 - 5,4	-	4,8 - 5,1	-
E	≥ 6,3	-	≥ 5,9	-	≥ 5,5	-	≥ 5,2	-

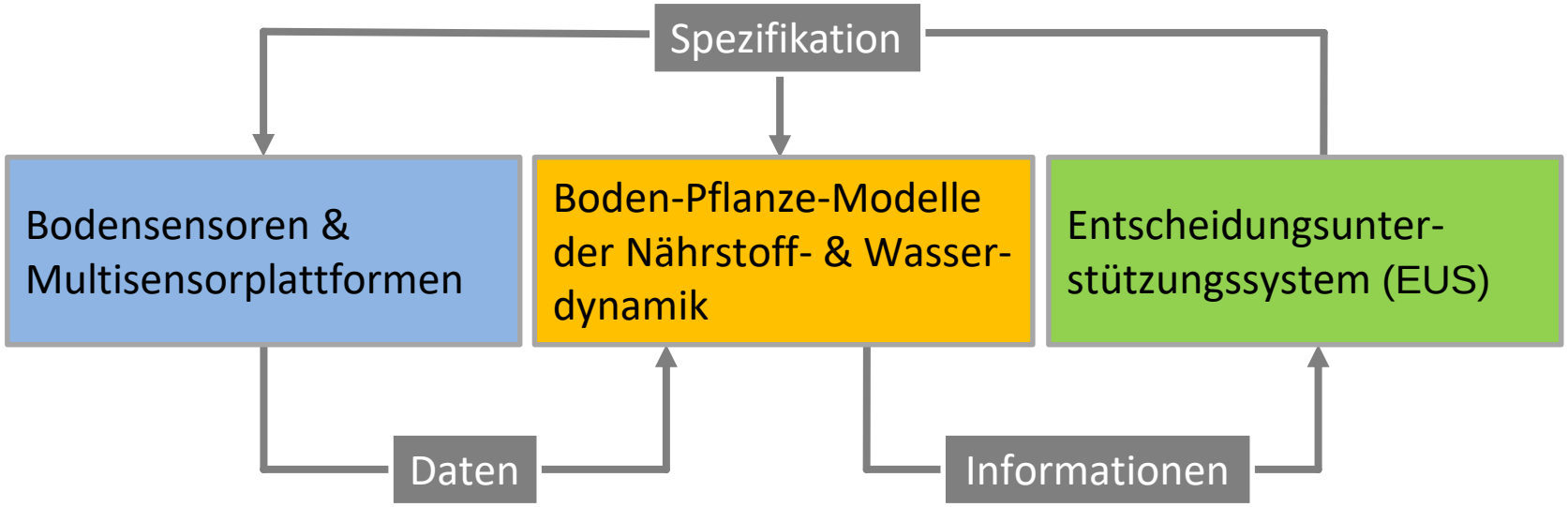
von Wulffen et al., 2008

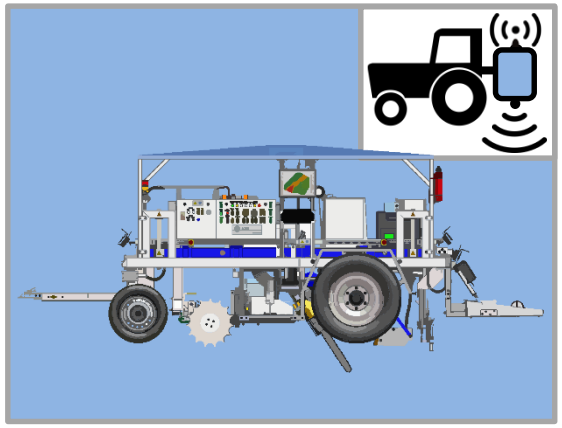
Kalkbedarf



http://ph-bb.com/

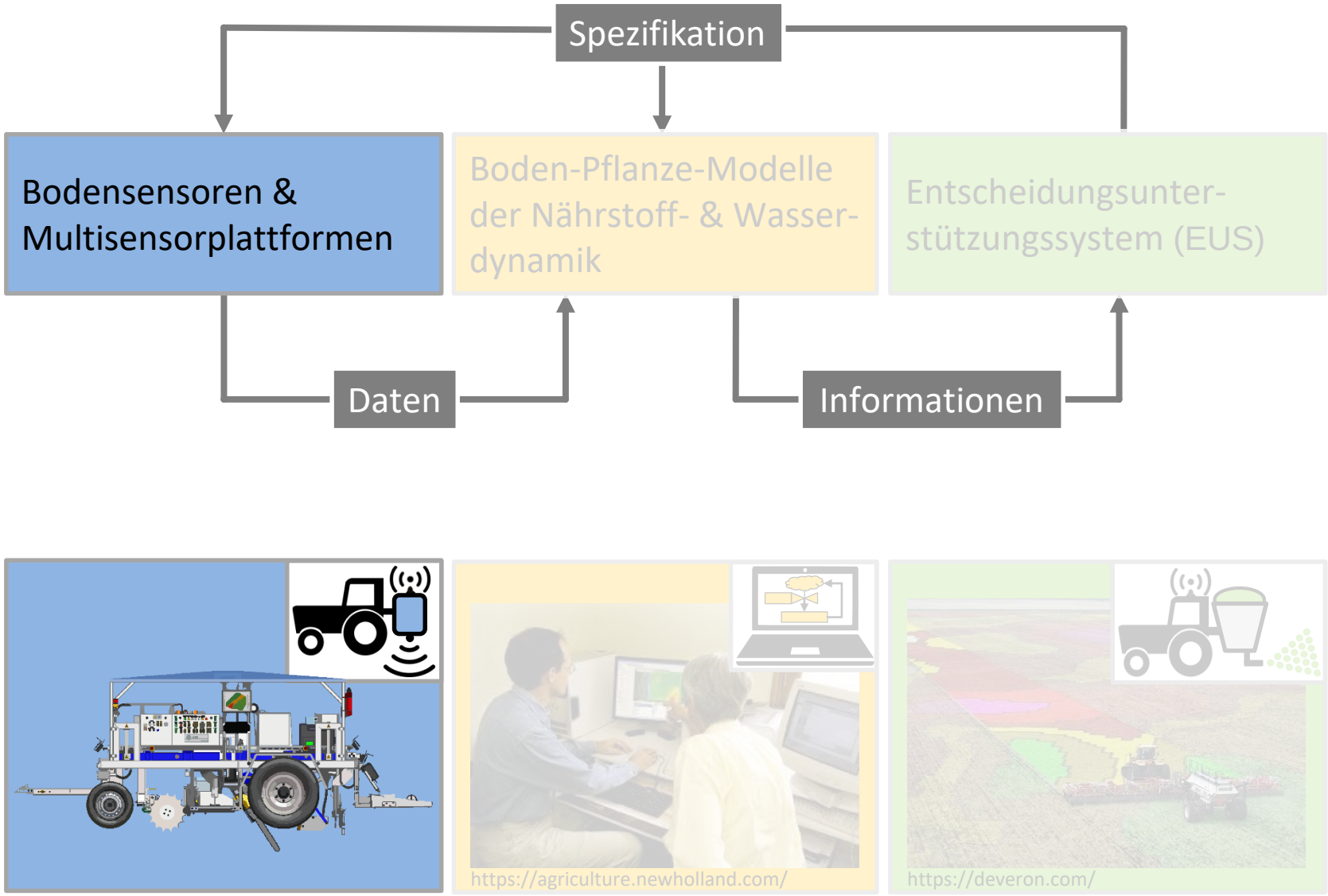
I4S – Intelligence for Soil: Forschungsansatz



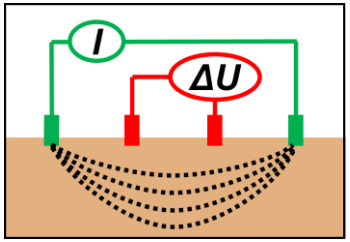
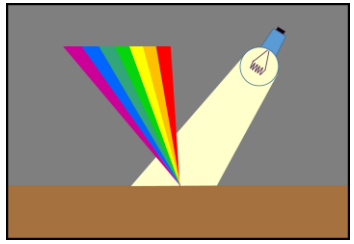
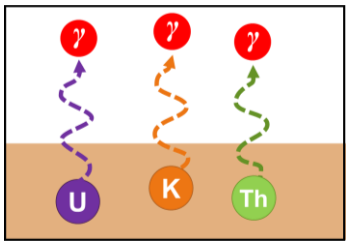
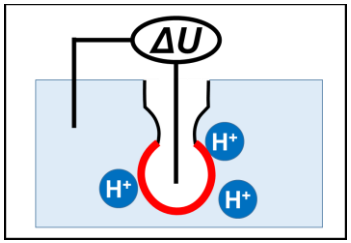


https://agriculture.newholland.com/

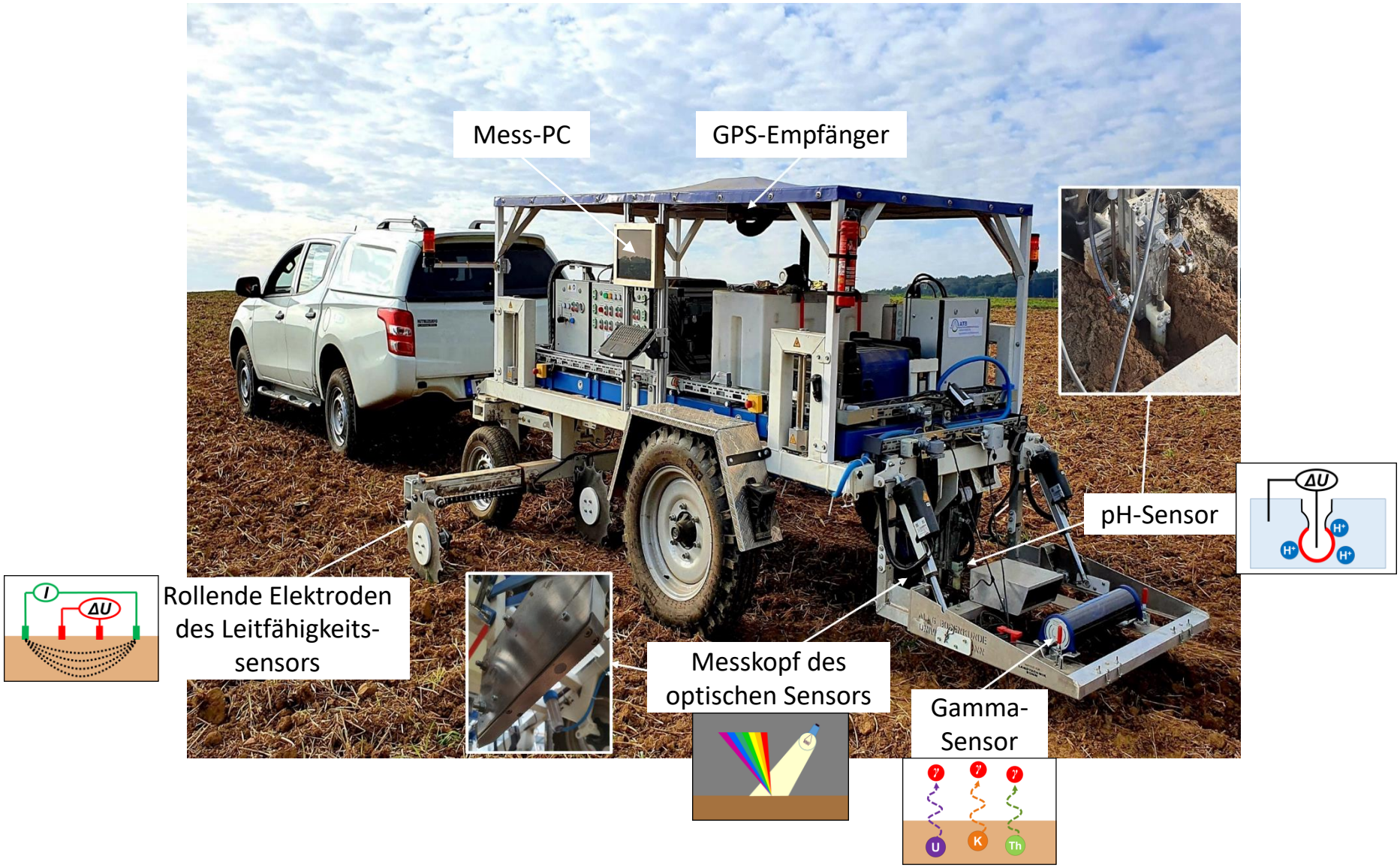
https://deveron.com/


Spezifikation
Bodensensoren & Multisensorplattformen
Boden-Pflanze-Modelle der Nährstoff- & Wasser-dynamik
Entscheidungsunter-stützungssystem (EUS)
Daten
Informationen
https://agriculture.newholland.com/
https://deveron.com/

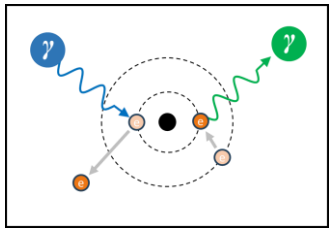
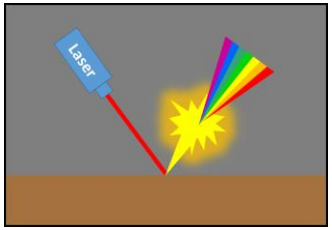
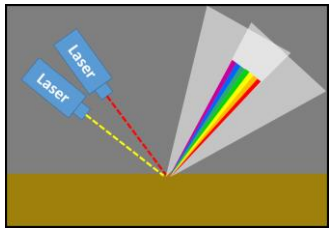
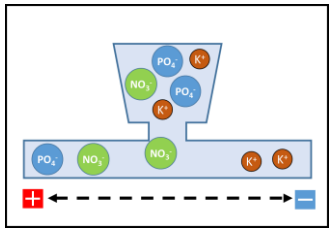
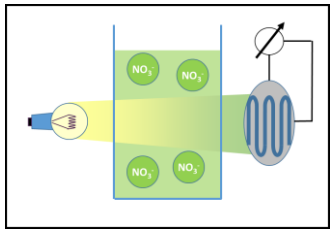
Etablierte Sensoren zur Bodenkartierung

Sensortechnik	Zieleigenschaften
 Geoelektrik	Bodentextur, Wassergehalt, Salzgehalt, (Kationenaustauschkapazität, Humus-gehalt, pH)
 Vis-NIR Spektrometrie	Humusgehalt, Wassergehalt, Phosphor, Kalium, Magnesium, Mikronährstoffe, (Textur, pH)
 Gamma-Spektrometrie	Kalium, Textur
 pH-Potentiometrie	pH-Wert

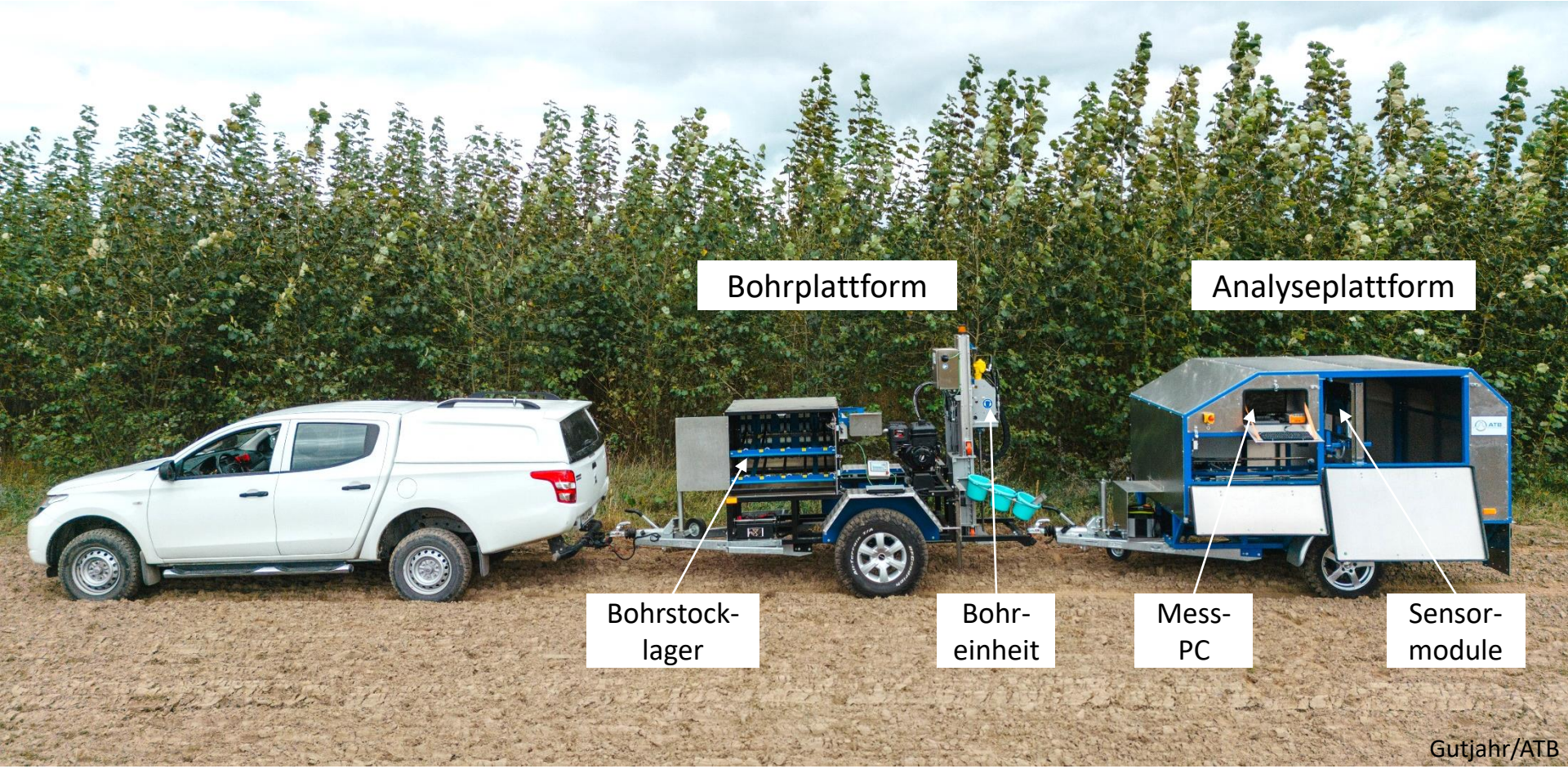
RapidMapper: Sensorplattform zur Oberbodenkartierung

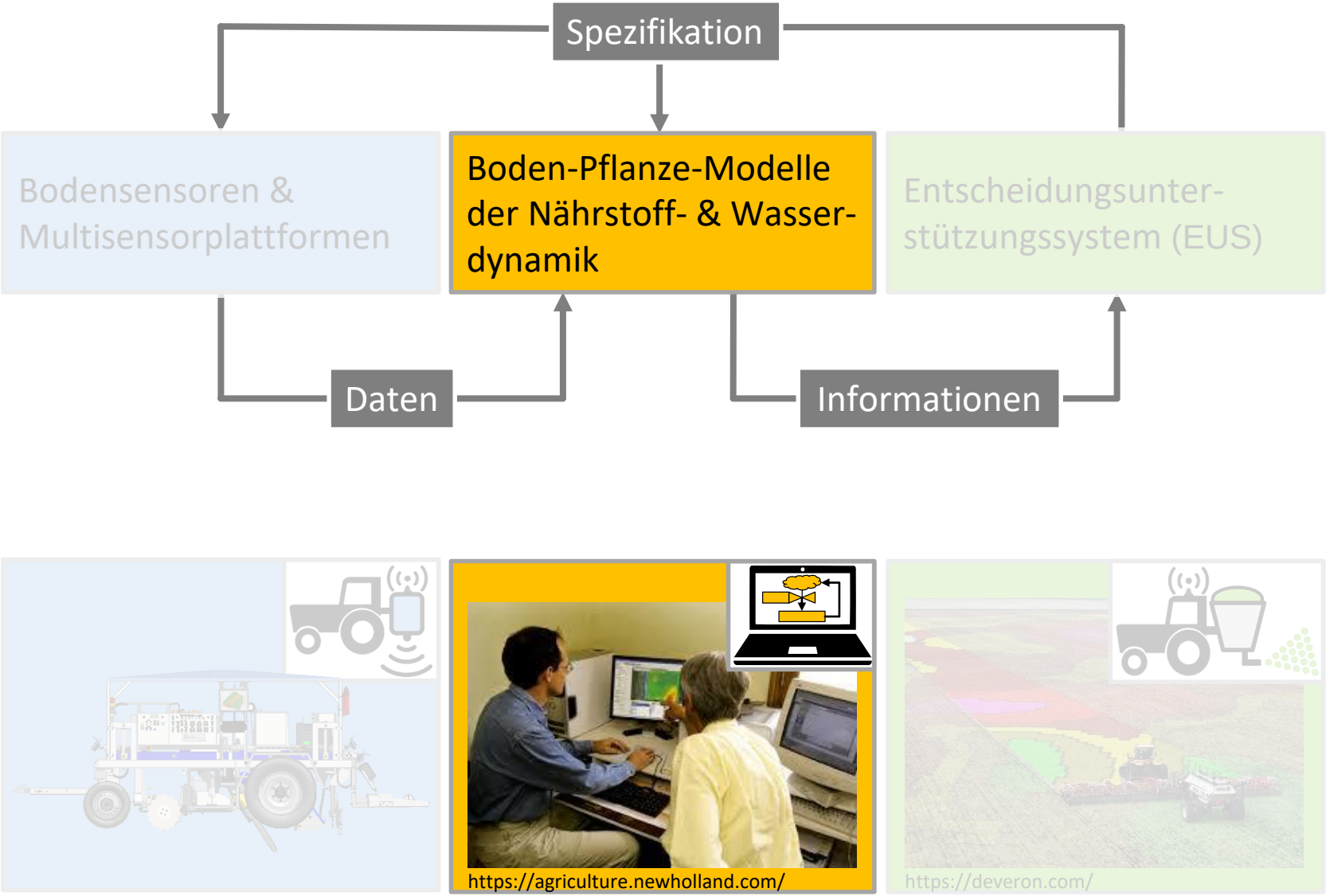


Neuartige Sensoren zur Bodenkartierung

Sensortechnik		Zieleigenschaften
	Röntgen-fluoreszenz	Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Schwefel, Mikronährstoffe, Schwermetalle, (Textur, Humusgehalt)
	Laser-induzierte Plasma-Spektrometrie	Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Schwefel, Mikronährstoffe, Schwermetalle,
	Raman-Spektrometrie	Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Schwefel, Mikronährstoffe
	Kapillar-elektrophorese	Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Schwefel
	Kolorimetrie	Stickstoff, Phosphor, Magnesium

RapidProfiler: Sensorplattform zur Bodenprofilkartierung

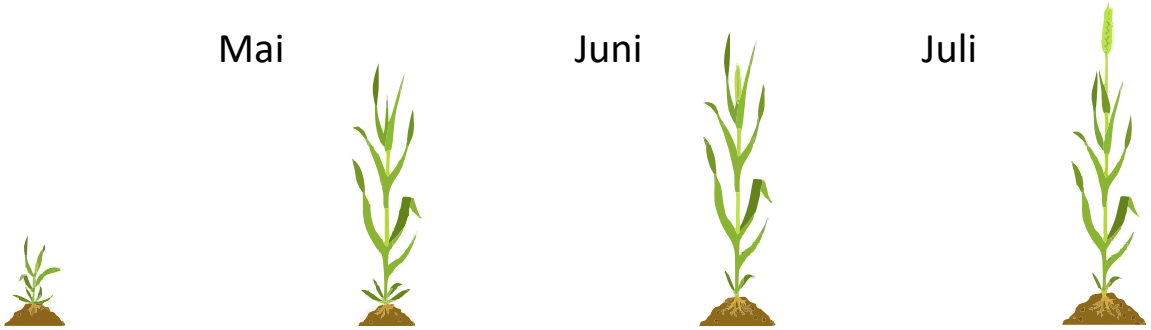



Spezifikation
Bodensensoren & Multisensorplattformen
Boden-Pflanze-Modelle der Nährstoff- & Wasser-dynamik
Entscheidungsunter-stützungssystem (EUS)
Daten
Informationen
https://agriculture.newholland.com/
https://deveron.com/

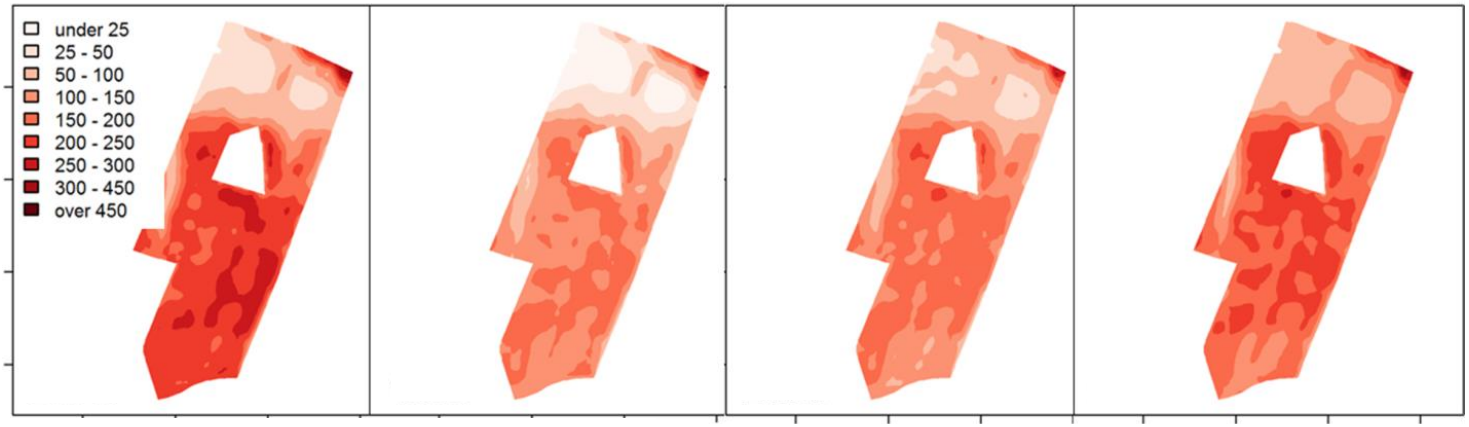
Boden-Pflanze-Modelle der Nährstoff- & Wasserdynamik

April | Mai | Juni | Juli

Wachstums-stadium

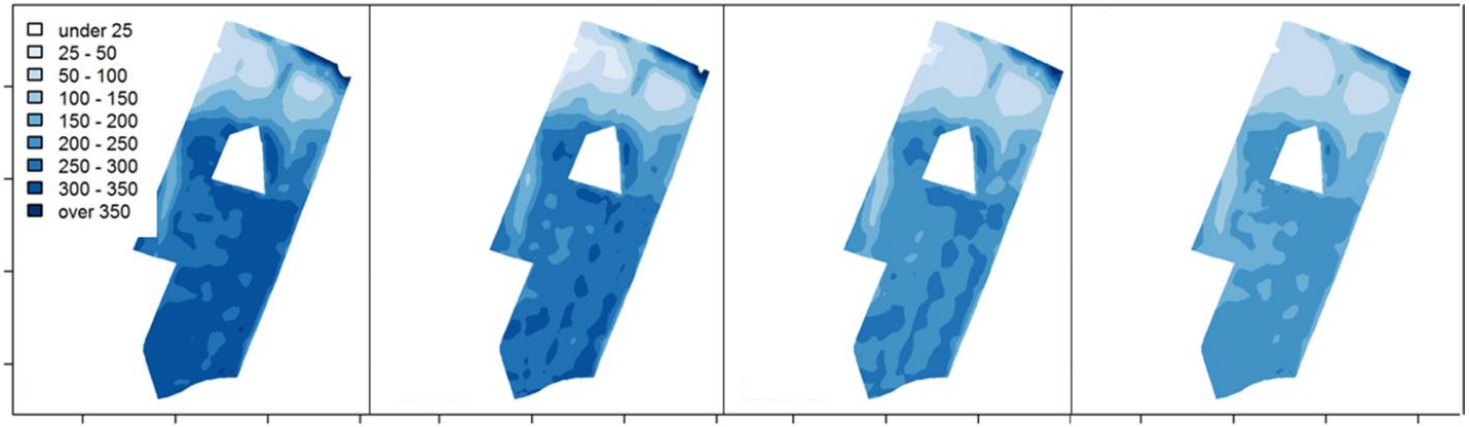


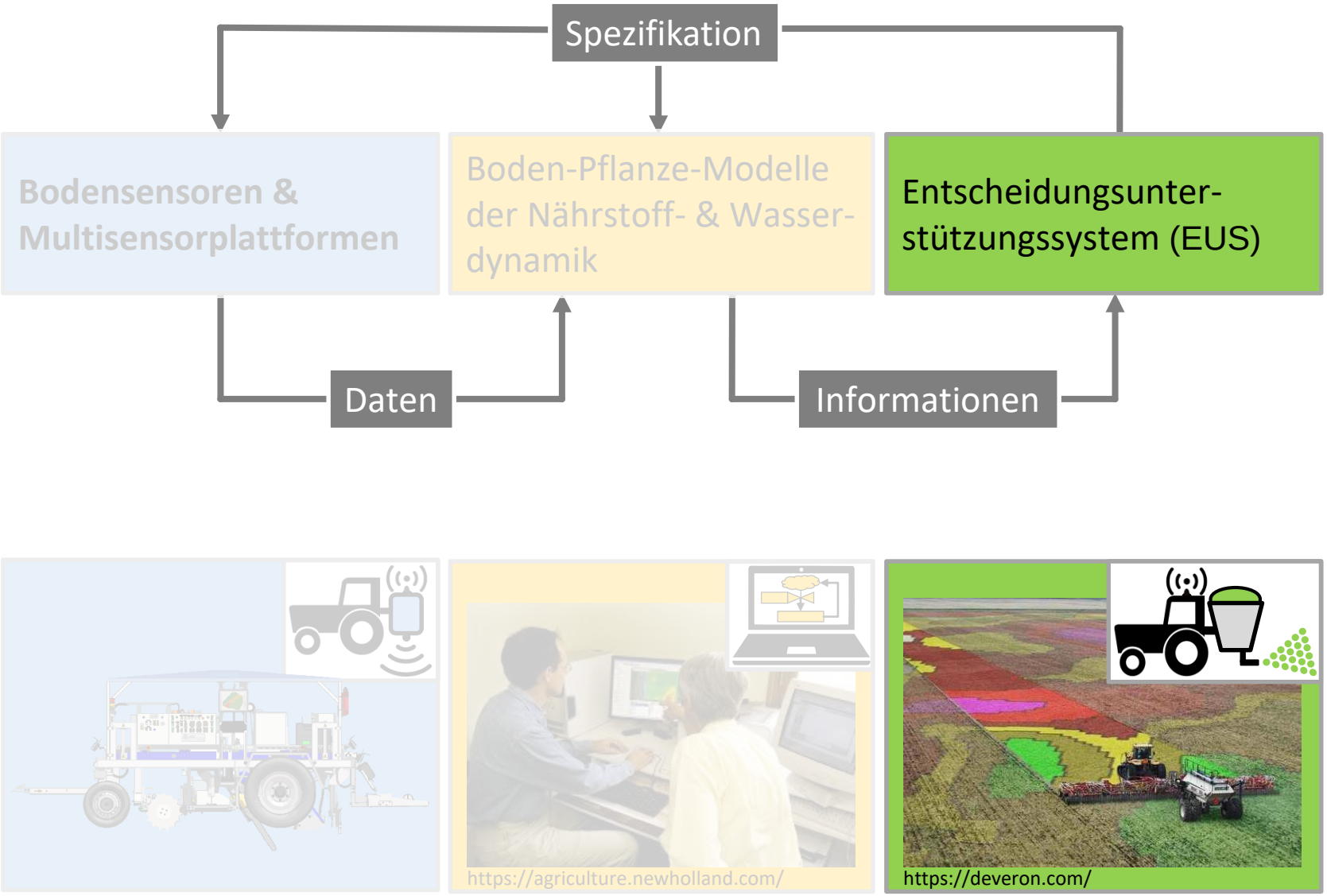
Nmin-Gehalt im Boden



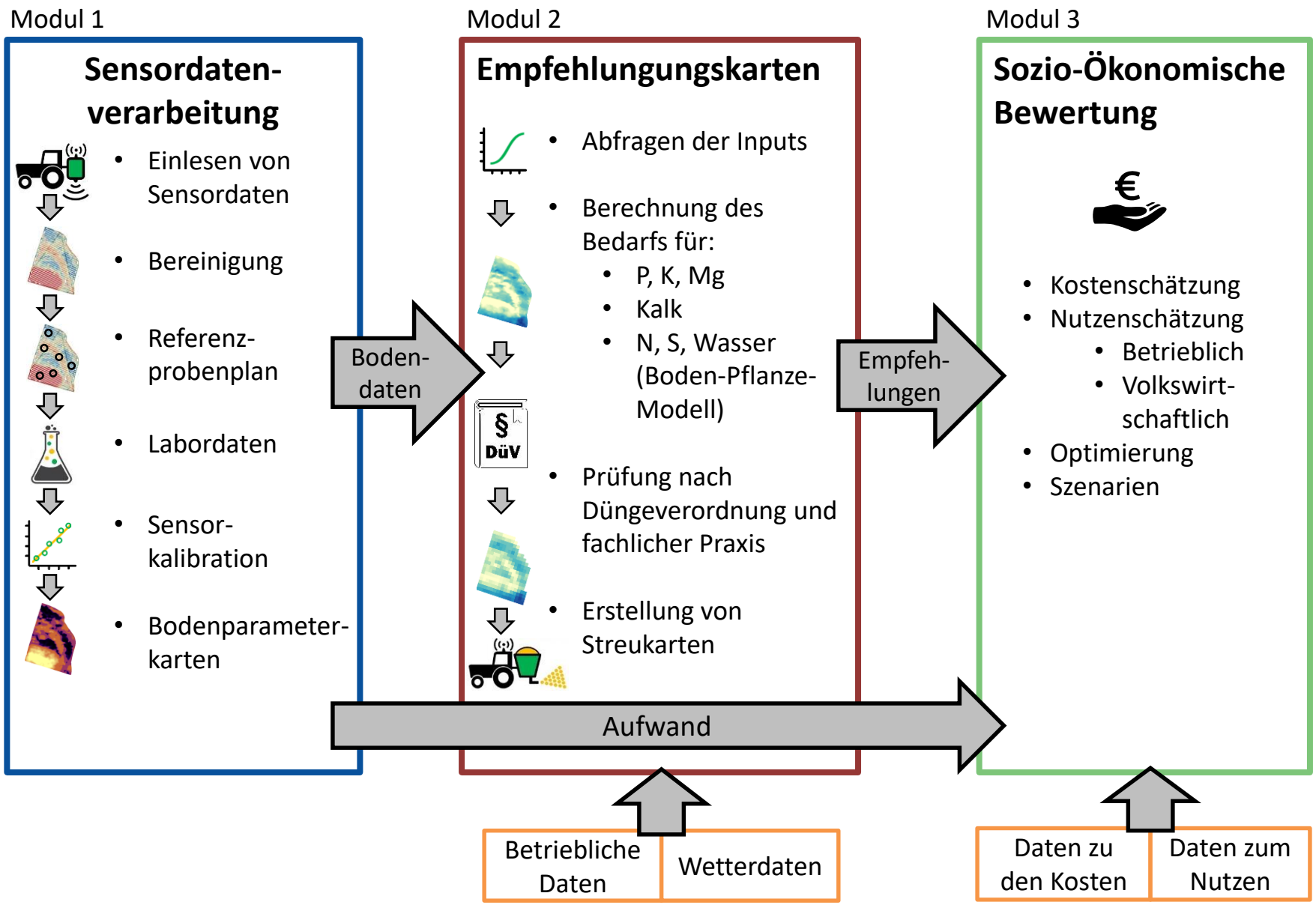
Wallor et al., 2017

Wassergehalt




Spezifikation
Bodensensoren & Multisensorplattformen
Boden-Pflanze-Modelle der Nährstoff- & Wasser-dynamik
Entscheidungsunter-stützungssystem (EUS)
Daten
Informationen
https://agriculture.newholland.com/
https://deveron.com/

Module des EUS & Implementierung als Web-App



Zusammenfassung

- **hochauflösende Bodeninformationen:** Bodensensoren und Algorithmen,
- **Technisch anspruchsvoll**: Integration neuer Sensoren auf Multisensorplattformen für Oberboden (RapidMapper) und Bodenprofil (RapidProfiler),
- **Vorhersage hochdynamischer Bodeneigenschaften** (z.B. N, H_2O): Kombination von Sensordaten und Boden-Pflanze-Modellen,
- **benutzerfreundliche Software**: Arbeitsschritte von der Sensorkartierung bis zur Bewirtschaftungsempfehlung

I4S

ATB · FBH Leibniz Ferdinand Braun Institut · Hahn Schickard · TUM · Universität Bonn · Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg · Universität Potsdam · zalf