

EIP Agri-Projekt „Deep Farming“:

Innovative Werkzeuge der Präzisionslandwirtschaft im On-Farm-Versuch

STICKSTOFFDÜNGUNG IM WINTERWEIZEN: ERPROBUNG AKTUELLER TECHNOLOGIEN

ANDREAS DÖRR, BETRIEBSLEITER (DÖRR-AGRAR PFLANZENBAU GMBH)

MANUELA BILZ, WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITERIN (JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIEßEN)



AGENDA

Projektvorstellung

beteiligte Partner und Ziele, Technologien im Einsatz und deren Herausforderungen

Ergebnisse

Methodik und Ergebnisse, Betrieb Dörr 2023/2024

Praktiker Bericht

Dipl. agr. Ing. Andreas Dörr, Dörr-Agrar Pflanzenbau GmbH

Diskussion



19.11.2024

ÜBERBLICK ÜBER DAS EIP PROJEKT „DEEP FARMING“



- **Justus-Liebig-Universität Gießen, Professur für Landw. Produktionsökonomik**
Prof. Dr. Joachim Aurbacher und Dipl.-Ing. agr Manuela Bilz
- **Zweilindenhof Reim, Holzhausen über Aar** - Torsten Reim
- **Hofgut Kaden, Kaden** - B.Sc. Konrad Schäfer und Jörg Heep
- **Dörr Agrar Pflanzenbau, Oepfershausen** - Dipl.-Ing. agr Andreas Dörr
- **Dauernheimer Hof** - Felix Hauler und Karl-Heinz Hauler
- **Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)** – Lena Gedig



MITGLIEDER

HINTERGRUND UND HERAUSFORDERUNGEN

- Die **zunehmenden Anforderungen** an die Flächenbewirtschaftung erfordern eine optimierte Düngung, um **Ressourcen effizient zu nutzen**.
- Eine **bodenspezifische Anpassung** der gesamten Kulturführung, von der Aussaat bis zur Ernte, ist **erforderlich**, um das **volle Potenzial des Bodens auszuschöpfen**.
- Die **Präzisionslandwirtschaft (PL)** bietet geeignete **Werkzeuge**, um diese **Herausforderungen zu meistern**, *(aber...)*
- Eine **umfassende Einführung von PL-Technologien** in der landwirtschaftlichen Praxis ist **bisher** aufgrund verschiedener Hürden nur **unzureichend** gelungen.



PROJEKTZIELE

- Laufzeit: 3,5 Jahre (01.12.2021 - 30.06.2025)
- Nutzung von **neuester marktverfügbaren (PL) Technik** und **Planungstools** zur **Stickstoffdüngung in Weizen**
 - Erprobung im Praxisversuch auf Großparzellen
 - Untersuchung von **Kosten und Nutzen**
 - Erprobung auf **Praxistauglichkeit**



TECHNOLOGIEN IM EINSATZ UND DEREN HERAUSFORDERUNG



Europäische Landwirtschaftsforschung
in Verbindung mit anderen Programmen
des Europäischen Rates in der Landwirtschaft



BMEL
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft



EPLR
2014 - 2020



HESSEN

19.11.2024

NEUSTE TECHNOLOGIEN IM PROJEKT

- **Bodenscanner und Wetterstation** (SoilOptix® & LLH)
Zonenbasierte Bodendaten und regionale Wetterinformationen
- **Dienstleistung für Düngeservice „Offline-Verfahren“** (VISTA & XARVIO)
Düngungsempfehlungen auf Basis von Boden-, Wetter und Pflanzendaten
- **ISOBUS und präzise Ausbringtechnik** (Section Control, Variable Rate Control)
Automatisierte Steuerung von Ausbringmengen
- **Ertragskartierung und Qualitätsbestimmung** (John Deere, CLAAS, AgraGPS, Dinamica Generale)
Einsatz von Lenksystemen mit RTK Genauigkeit, Ertrags- Feuchte- & NIR-Sensoren
- **FMIS, Digitale Analysetools und GIS-Anwendungen** (mehrere Verschiedene)
Integration von Daten in Entscheidungsunterstützungssysteme

Technologiekosten

Bodenscanner
30 €/ha

Applikationskarten
13 €/ha

NIR Sensor Miete
8000 €/Jahr

div. Softwaren & Lizenzen
> 1000 €/Jahr

*Farm-Management-Informationen-System

BODENSCANNER DATEN & WETTERINFORMATIONEN

■ Nutzung von Boden- und Wetterdaten

Wetterstation

- Punktgenaue Wetterdaten
- Öffentlich zugänglich

Herausforderungen:

- Weiterverarbeitung / Anwendung
- Mikroklimatische Effekte

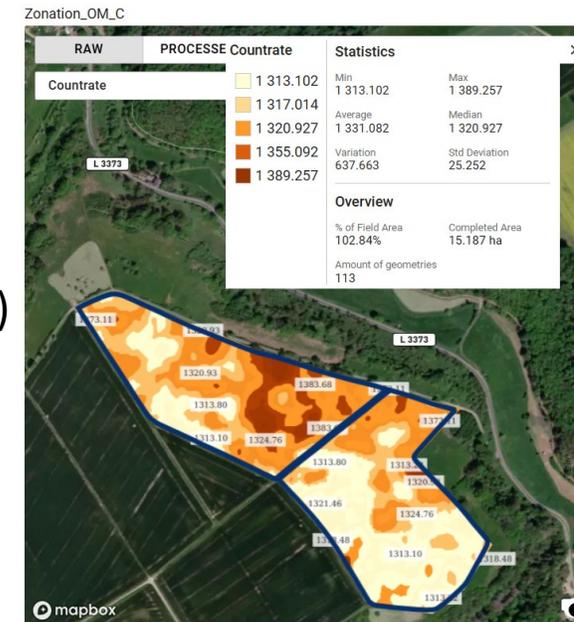


Bodenscanner

- mehrjährig nutzbare Daten
- hohe Auflösung (3,5m x 3,5m)
- **nur** 30cm Messbereich

Herausforderungen:

- Preis & Genauigkeit
- Weiterwendung



DIGITALER SERVICE ZUR DÜNGEOPTIMIERUNG

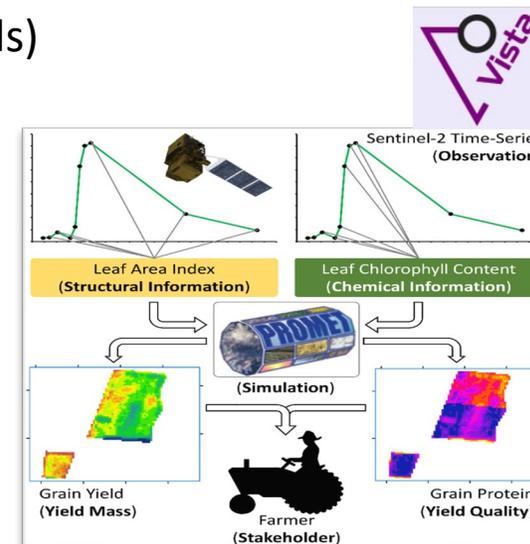
■ VISTA „Innovative“ – Expertenwissen nutzen

Standortspezifische Datengrundlage und Modellierung:

- Bodendaten, historische Wetterdaten
- Karten über relative Biomasseunterschiede (TalkingFields)
- Ertragsprognose- und Qualitätsmodellierung
- Tagesaktuelle Satellitendate, Wetterdaten,
- usw.

Herausforderungen:

- Nmin Untersuchung (selbstgezogen oder offiziell?)
- Email basierter Informationsaustausch*
- Applikationskarten sind max. 1 Woche gültig
- Bewölkung im Frühjahr -> keine Satellitendaten



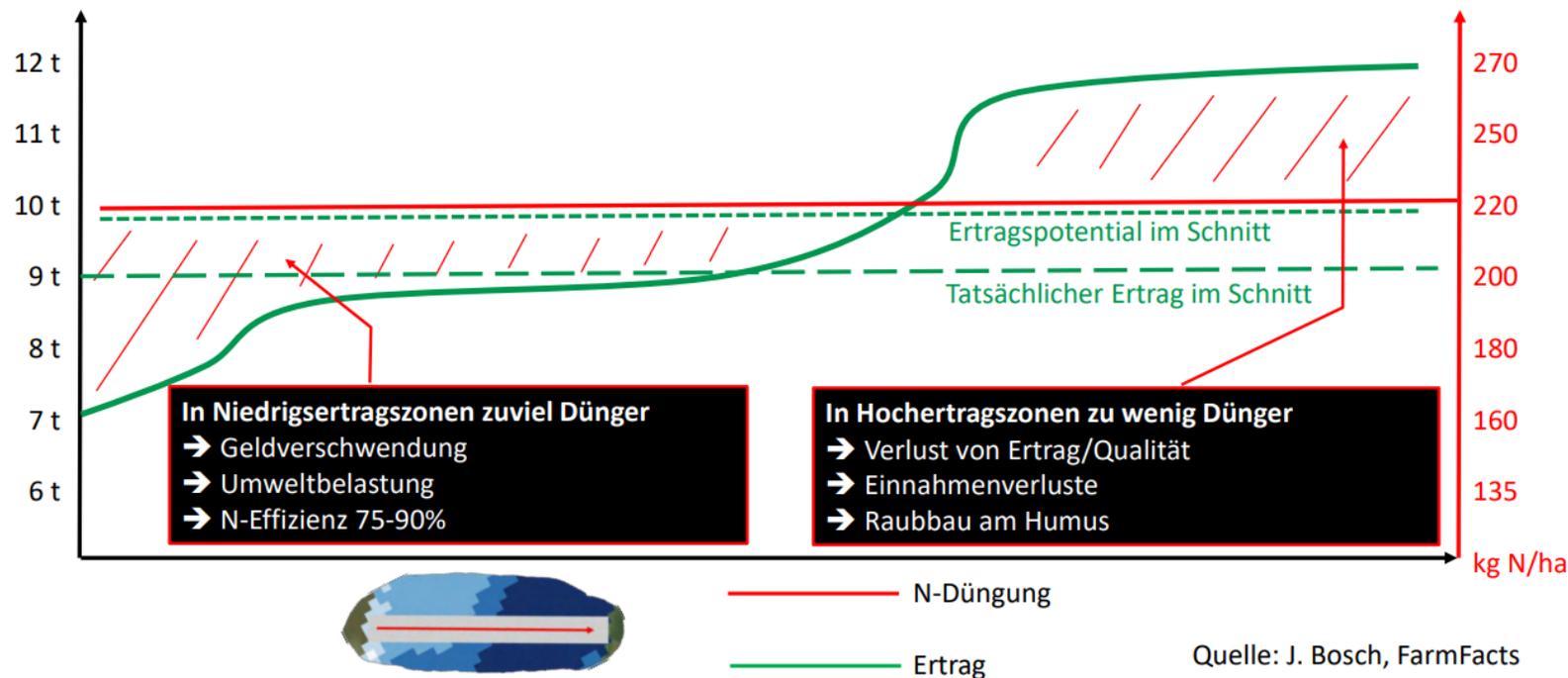
Was muss bereitgestellt werden?

Schlag Nummer: 18
Schlagname: Neuwald riesig
Hektar: 15,15 (digitale Feldgrenze!)
Vorfrucht: Raps
Kultur 2024: WW
Sorte: SU Jonte
Aussaatdatum: 11.10.2023
Aussaatmenge: 350 Kö/m²

Zielertrag: 80 dt/ha
Zielprotein: 13,5%
DüV: 175 kgN
(N für Projekt: 155 kgN)
1. Gabe: 75 kgN
Zeitpunkt: 06.03.2024
BBCH: 25
2. Gabe: 50 kgN
Zeitpunkt: 18.04.2024
BBCH: 31
3. Gabe: 30 kgN
Zeitpunkt: 17.05.2024
BBCH: 39

* Informationen wären in div. FMIS Anwendungen verfügbar. Anbindung aktuell „nur“ bei NextFarming möglich.

SCHLAGBEZOGEN VS. ZONENBEZOGENE DÜNGUNG

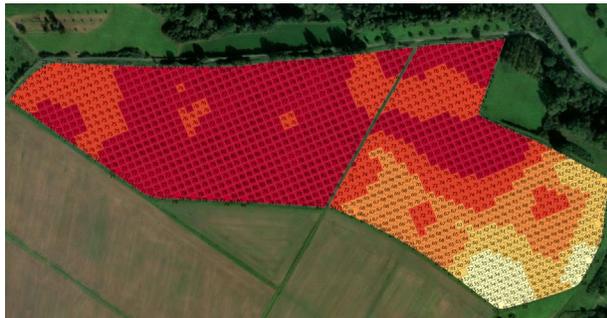


Quelle:
https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2019/05/Bach_Satelliten_modelldgest%C3%BCtzte_Stickstoffd%C3%BCngung.pdf

Quelle: J. Bosch, FarmFacts

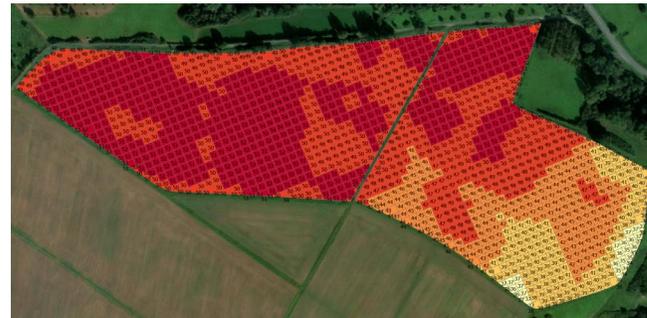
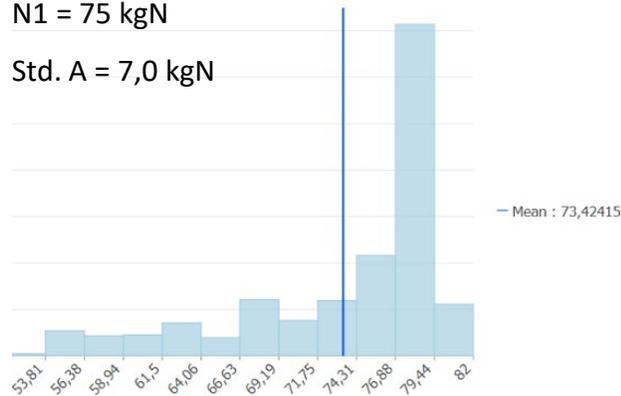
DIGITALER SERVICE ZUR DÜNGEOPTIMIERUNG

- Bereitstellung von Applikationskarten zu allen 3. Gaben



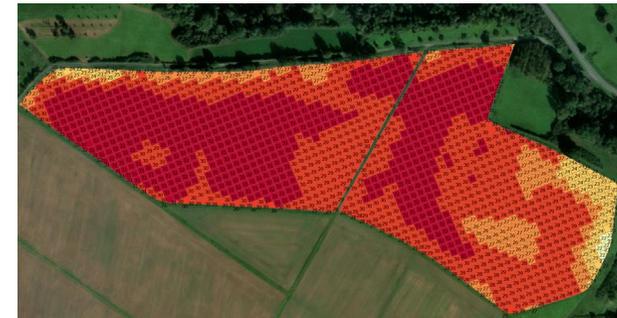
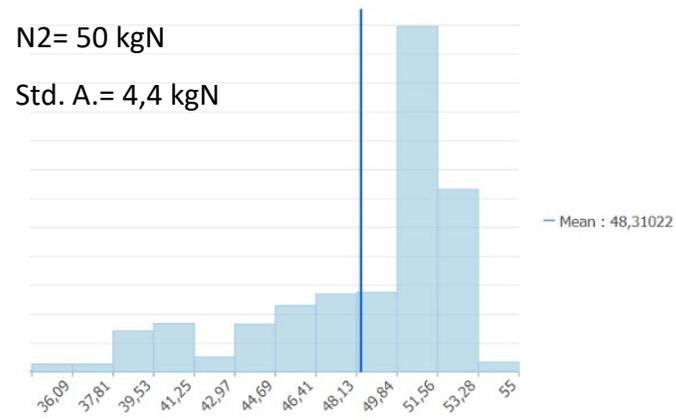
N1 = 75 kgN

Std. A = 7,0 kgN



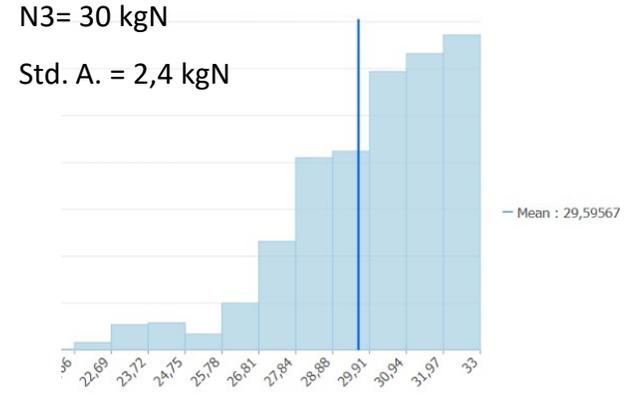
N2= 50 kgN

Std. A.= 4,4 kgN



N3= 30 kgN

Std. A. = 2,4 kgN



EIGENE BODENDATEN VS. VOM DIENSTLEISTER GENUTZTE

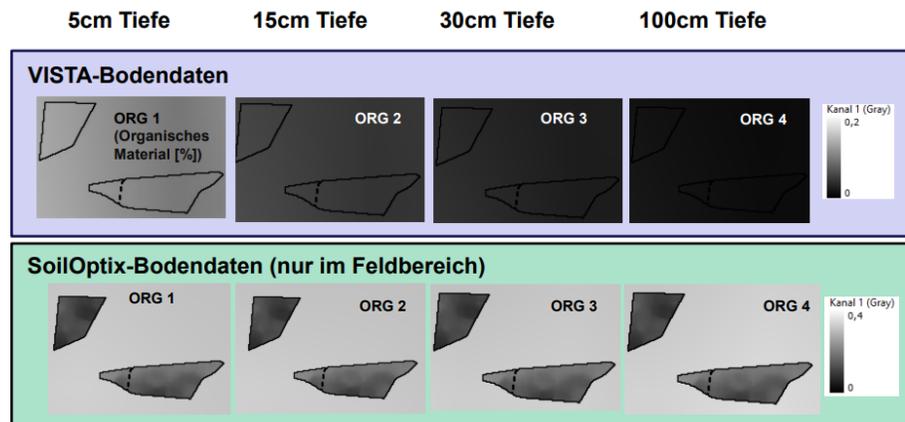
- Ursprüngliche Idee war es Bodenscanner Daten zur Düngeoptimierung hinzuziehen. Das machen wir nicht, weil:
 - Unterschiede in Verteilung zu gering sind
 - Vista tiefere Bodenschichten berücksichtigt!

Unterschiede der Bodendaten über die Tiefe



VISTA-Bodendaten zeigen besser die Variabilität über die Tiefe bis zu 1m.

SoilOptix-Bodendaten: Messung nur in einer Tiefe, auf alle Schichten übertragen.



Reim	[kg N/ha]	Mittelwert	Sigma	Min	Max
VISTA-Bodendaten	1.Düngung	129.5	7.2	94.0	143.0
	2.Düngung	55.9	8.7	27.0	79.0
SoilOptix-Bodendaten	1.Düngung	121.4	7.0	91.0	137.5
	2.Düngung	52.3	7.8	26.0	72.7

Hofgut Kaden	Mittelwert	Sigma	Min	Max	
VISTA-Bodendaten	1.Düngung	129.4	6.3	99.0	149.0
	2.Düngung	52.4	5.4	40.0	75.0
SoilOptix-Bodendaten	1.Düngung	125.3	8.3	99.0	149.0
	2.Düngung	50.8	6.3	40.0	75.0

ARBEITEN MIT APPLIKATIONSKARTEN

■ Schritte für eine exakte Stickstoffverteilung

1. Düngplanung gemeinsam mit unseren Dienstleistern
2. Applikationskarte wird in Maschinenlesbarem Format geliefert
3. Karte an Maschine senden / importieren
4. Anstelle von fester Rate wird Applikationskarte ausgewählt -> Anbaugerät steuert nach Soll-Menge in Karte
5. Export der Ist-Mengenkarte in ein FMIS

Herausforderungen:

- Datentransfer via USB-Stick ist zeitaufwendig
- Falsche Koordinatensysteme oder Datenformate erfordern erheblichen Aufwand und Zeit, um sie zu korrigieren

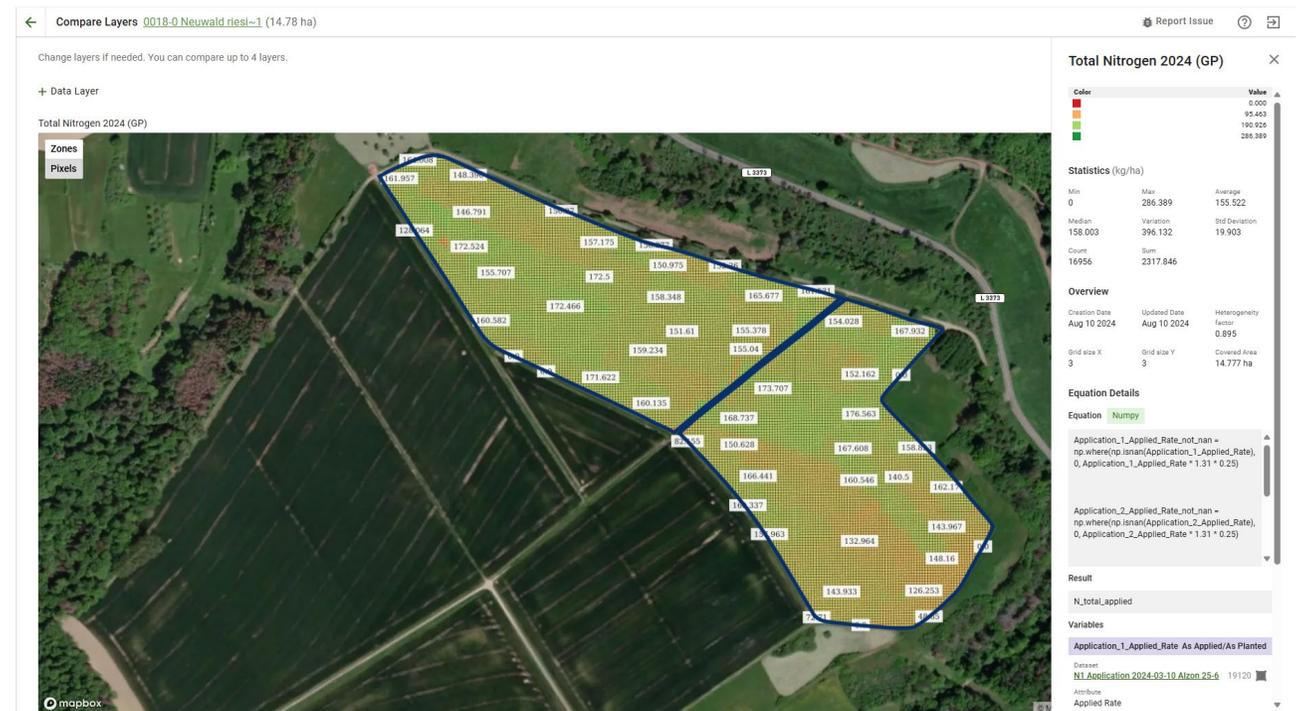


DOKUMENTATION STICKSTOFFDÜNGUNG

- Ermittlung der exakten Stickstoffverteilung

Herausforderungen:

- Die Vielfalt von Datenformaten erschwert die Weiterverarbeitung und Integration von Daten.
- Maschinenterminals liefern nur die Produktrate, eine Umrechnung in relevante Einheiten (z.B. Stickstoff) ist in manchen FMIS nicht gegeben.
- Fehlbedienung oder Inkompatibilität zwischen Systemen kann zu Datenverlusten führen



SENSORIK AM MÄHDRESCHER

- Exakte Ertrags- & Qualitätserfassung
 - John Deere Lenksystem mit RTK Genauigkeit (AgraGPS Bridge am CLAAS Mähdrescher)
 - Maschineneigene Ertrags- und Feuchtekartierung
 - Dinamica Generale NIR Sensor zur Qualitätserfassung

Herausforderungen:

- ungleiche Genauigkeiten bei der Datenerfassung (Protein- & Ertragsdatenpunkte liegen nicht am selben Ort)
- Datenaufzeichnung beim NIR Sensor über Start und Stopp
- NIR-Probenahme nicht repräsentativ (im Korntank)
- Jährlicher Service ist teuer, aufwendig und nötig, da neue Software aufgespielt und kalibriert wird.

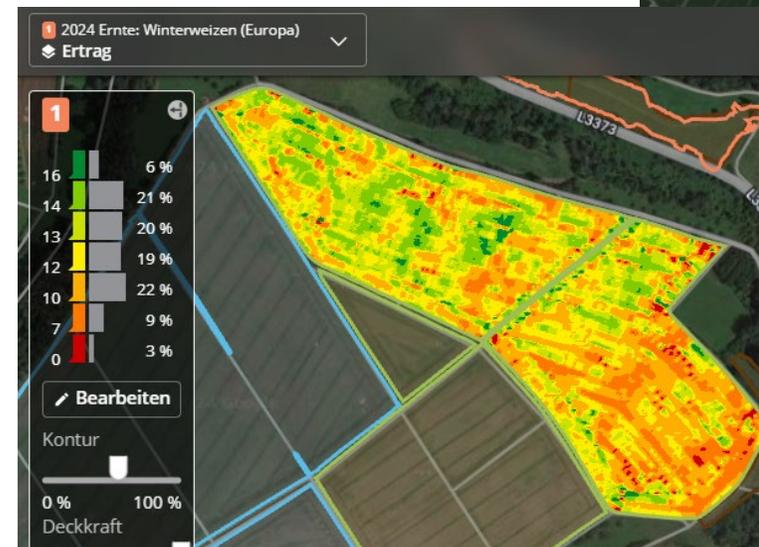


DOKUMENTATION ERNTE - ERTRAG UND QUALITÄT

■ Aufzeichnung von Ertrags- & Qualitätsinformationen

Herausforderungen:

- Bei Nachrüstlösungen gibt es fragmentierte Datensätze (mehrere Cloud Lösungen für mehrere Datensätze).
- Limitierte Analysemöglichkeiten in FMIS Systeme (Bilder statt Fakten) -> weitere Softwareanwendungen und Knowhow notwendig (z.B. Geopard.tech, GIS)



BSP. ERFOLGSANALYSE STICKSTOFFDÜNGUNG

Gesamt Stickstoff 2024



Stickstoffaufnahme 2024



Stickstoffnutzungseffizienz 2024



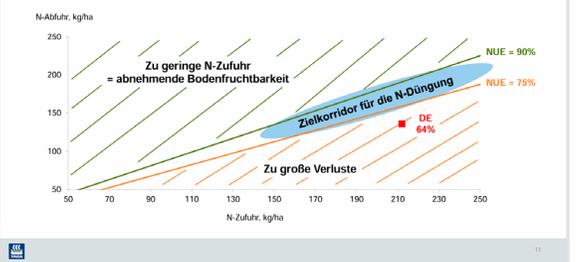
Stickstoffüberschuss 2024



Überblick:

- Ø Gesamter Stickstoff: 158 kgN/ha
- Ø Stickstoff Kornaufnahme: 145 kgN/ha
- Ø Stickstoffüberschuss: 10 kgN/ha
- > Stickstoffnutzungseffizienz (NUE): 88,5 %
- (Abweichung im Feld 40% - 150%)

Die N-Düngermenge allein ist kein Kriterium für N-Verluste, es kommt auf das Verhältnis von Ertrag und N-Zufuhr an!



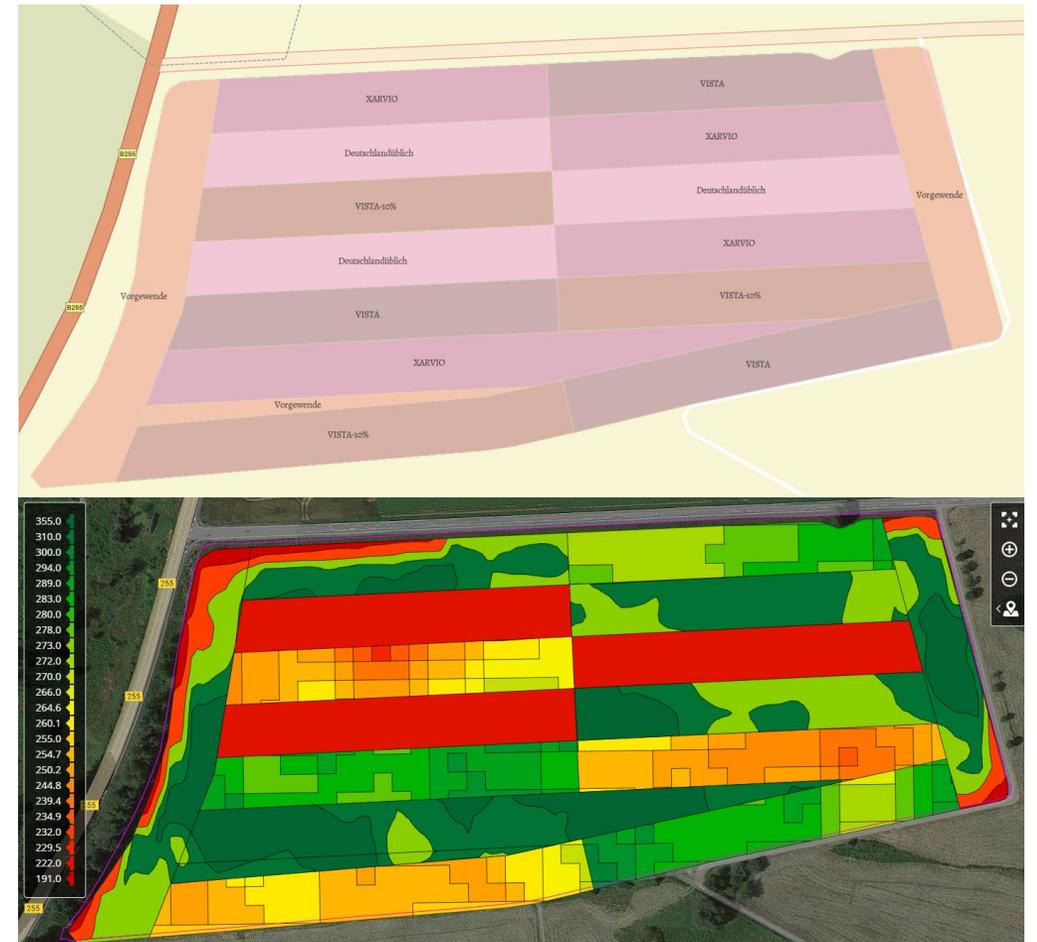
Angestrebter NUE = 75 – 90%

METHODIK & ERSTE ERGEBNISSE EIP-AGRI PROJEKT „DEEP FARMING“



VIER DÜNGEVARIANTEN AUF GROßPARZELLEN

- **Variante 1** – „Deutschlandüblich“ (80-60-60)“,
 - einheitliche Stickstoffgabe, fixe Rate
 - Bezugsquelle: Landwirt
- **Variante 2** – „Betriebsüblich“
 - variable Stickstoffgabe, mit Applikationskartenrate
 - Bezugsquelle: XARVIO seit 2023 (Ursprünglich angedacht N-Sensor)
- **Variante 3** – „VISTA - Nnnovative“
 - variable Stickstoffgabe, mit Applikationskartenrate
 - Bezugsquelle: VISTA
- **Variante 4** – „VISTA Nnnovative – 10%“ (N-Reduzierungsversuch)
 - variable Stickstoffgabe, mit Applikationskartenrate
 - Bezugsquelle: VISTA + Uni Gießen (Ursprünglich VISTA + SoilOptix)



ERSTELLEN VON GROßPARZELLEN

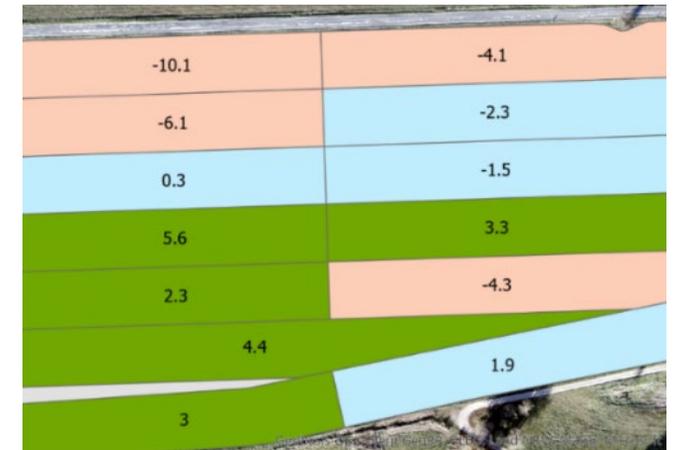
- Aussaat einheitlich und betriebsüblich, bei Arbeitsbreiten von 28 m oder 36 m
- Erhebung der Fahrspuren mit Drohne oder RTK-Aufzeichnung
- Erstellung der Parzellen anhand der Aussaat



VARIANTENZUORDNUNG ZU PARZELLEN

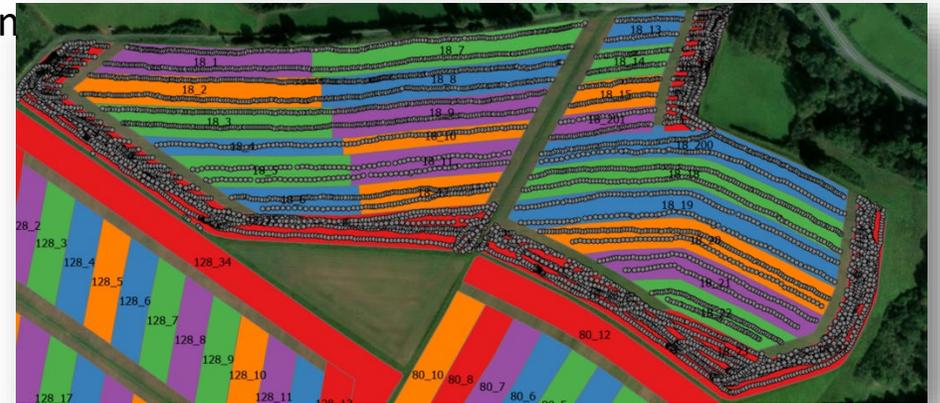
Zuordnung der Varianten in einem mehrstufigen Verfahren:

1. Einteilung der Parzellen jeden Schlages in drei Standortklassen (nach Talking-Fields-Basiskarten)
2. Berechnung aller möglichen Parzellendesigns unter der Bedingung, dass jede Variante (annähernd) gleich viele Parzellen aus jeder Standortklasse erhält und keine Nachbarparzellen mit der gleichen Variante belegt werden
3. Zufällige Auswahl einer der möglichen Anordnungen der Varianten (Randomisierung)
4. Wenn nötig und möglich wurden die Parzellen zusätzlich in der Länge geteilt



AUSWERTUNG

- Fahrgassen und Vorgewende werden aus der Auswertung herausgenommen (Löschen der Datenpunkte)
- Abschneiden von 10 m am Anfang und Ende der Parzellen
- Korrektur von ungenauen Positionen bei der Ernteerfassung
- Zusammenführung der Ergebnisse für jede einzelne Parzelle
- Umrechnung der Erträge auf einheitliche 12 % Feuchtegehalt
- Korrektur der Proteinwerte mittels Gegenproben (z.B. Granolyser)
- Aussortierung von Parzellen mit fehlerhaft abweichender Bewirtschaftung (z.B. Fehlbewirtschaftung, Datenfehler, Wildschaden, ...)
- Zusammenfassung nach Schlag und Variante und Variante (je Betrieb)



ERGEBNISSGLIEDERUNG

2022 / 2023 / 2024* (trockenes Jahr / normales Jahr mit nasser Ernte / nasses Jahr)

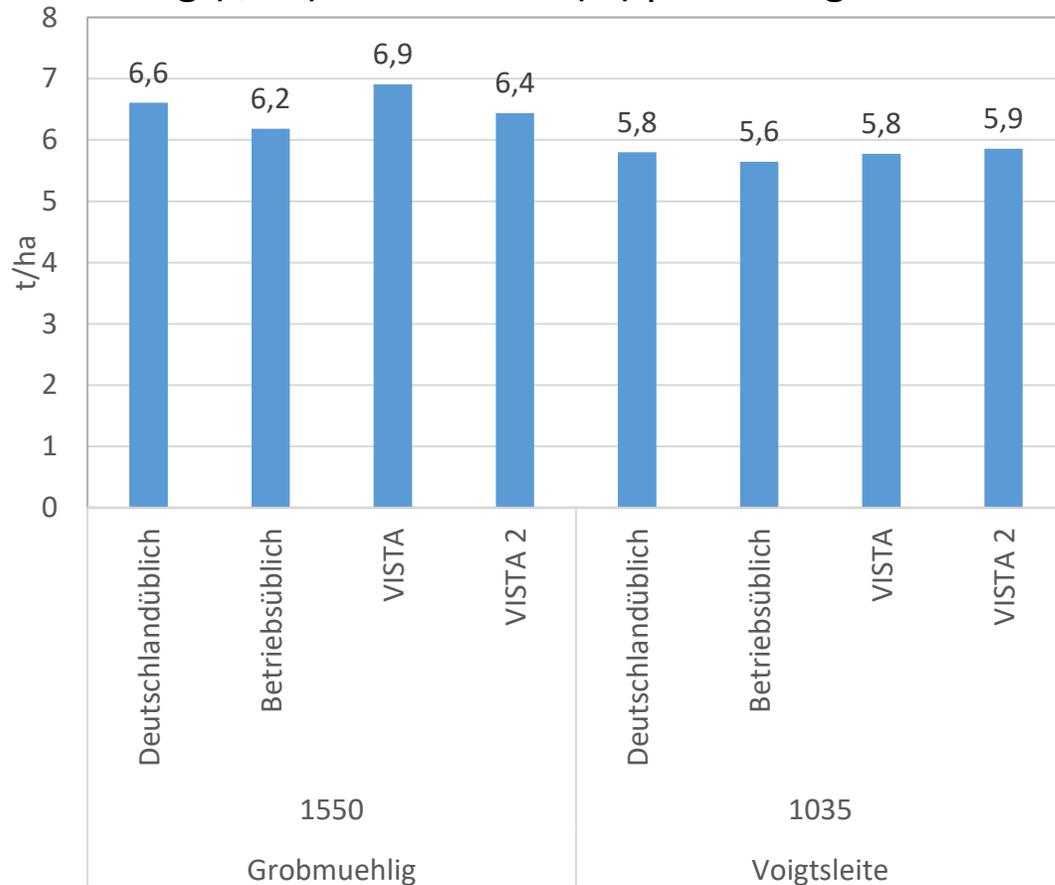
- Dörr-Agrar Pflanzenbau

* Besonderheiten:

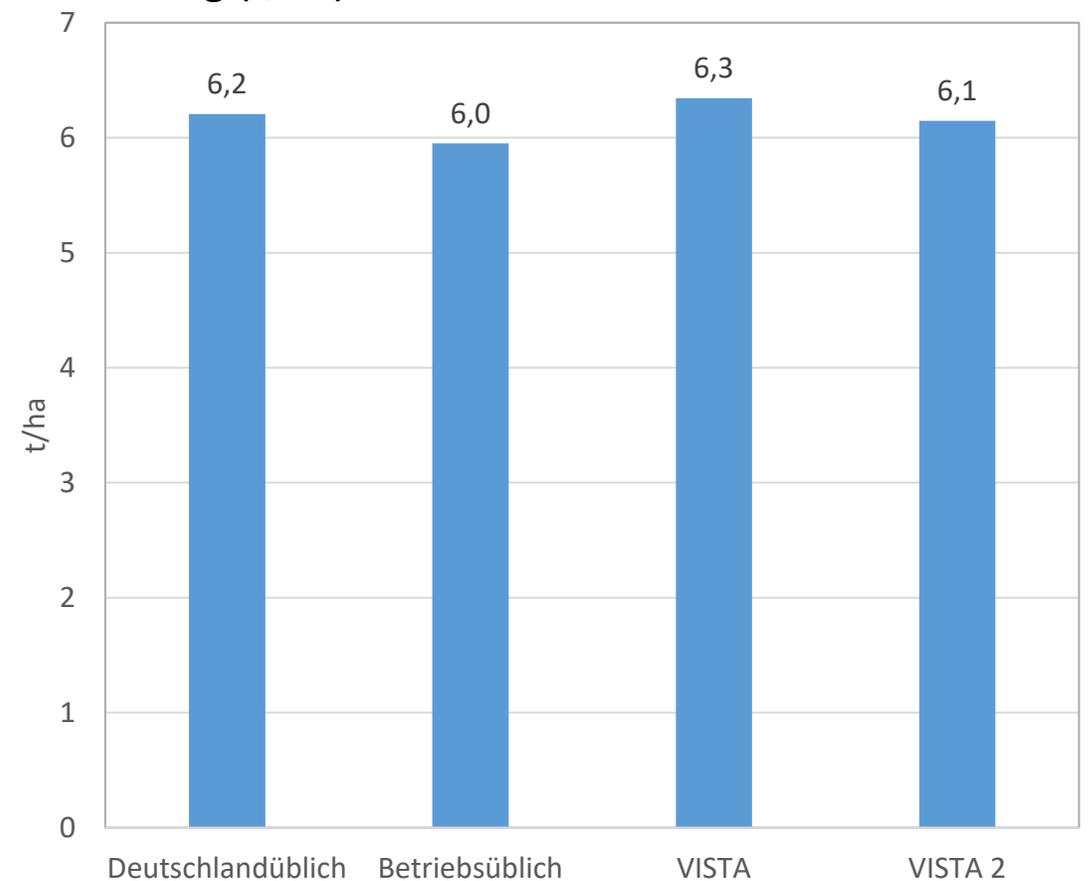
- 20 kgN/ha weniger als in Düngebedarfsermittlung

DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2022

Ertrag (t/ha) und Protein (%) pro Schlag und Variante

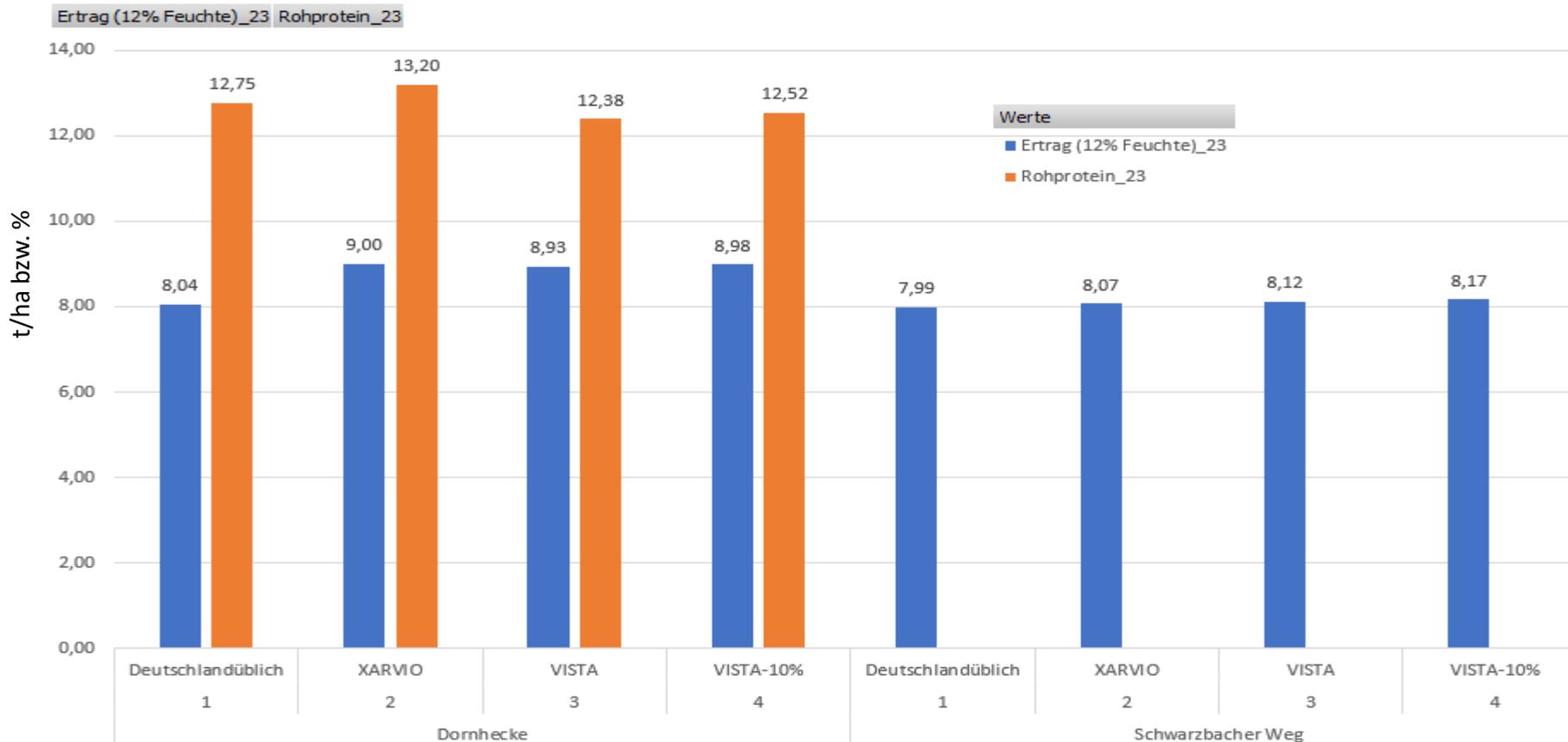


Ertrag (t/ha) Variante



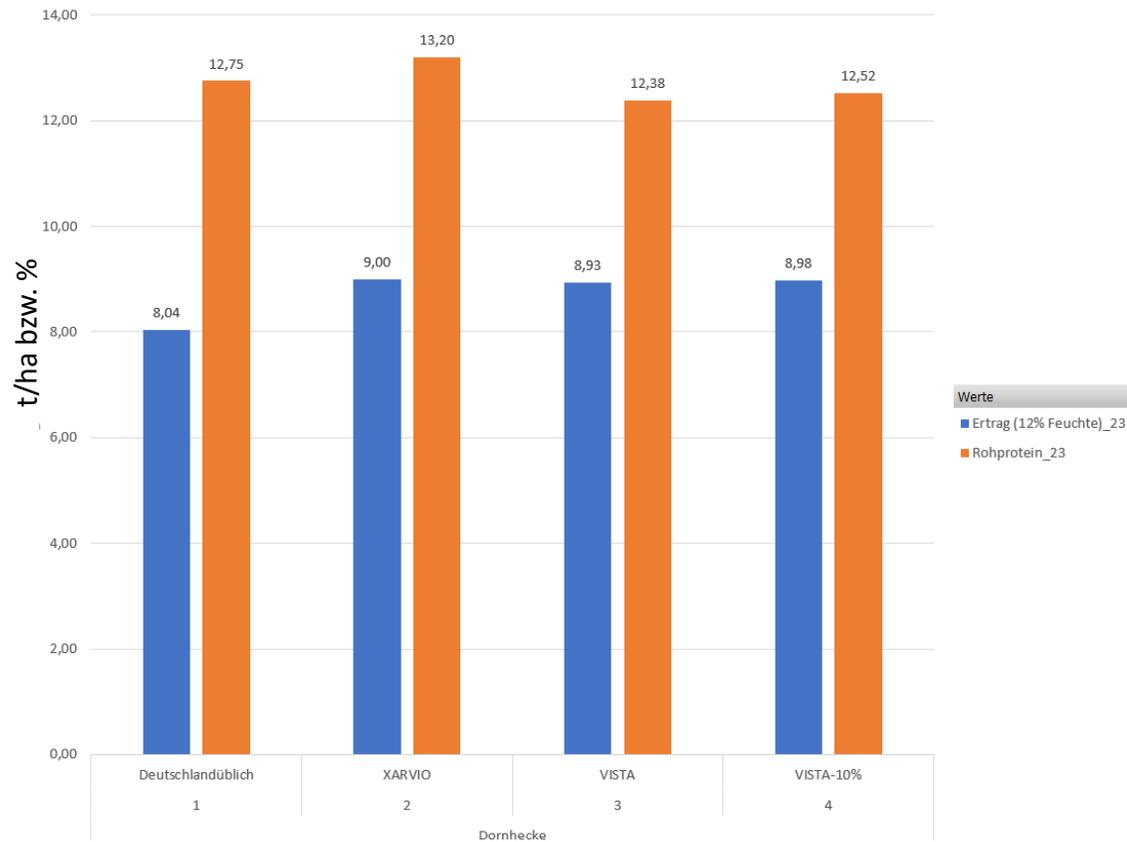
DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2023

Ertrag (t/ha) und Protein (%) pro Schlag und Variante

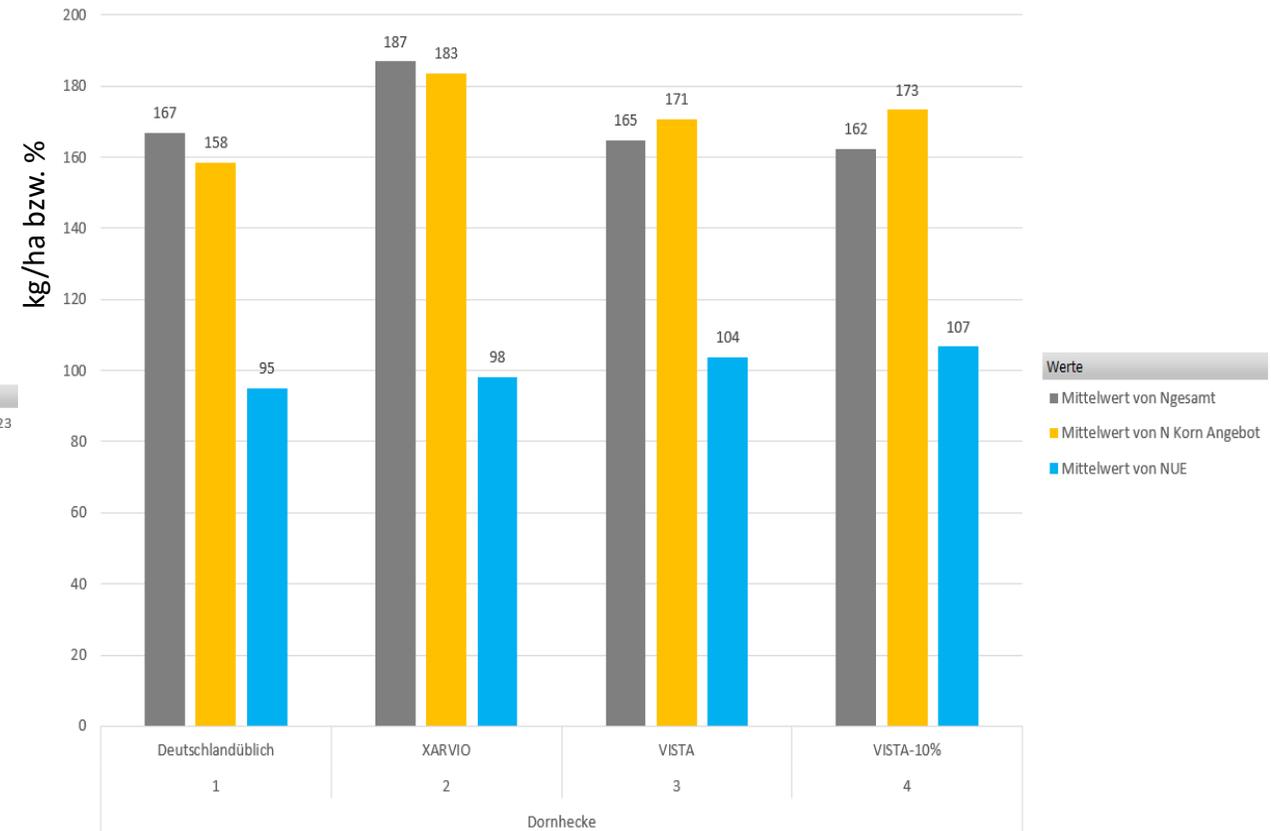


DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2023 – SCHLAG DORNHECKE

Ertrag (t/ha) und Protein (%) pro Variante



N Gesamt kg/ha / N-Korn-Aufnahme kg/ha / NUE %

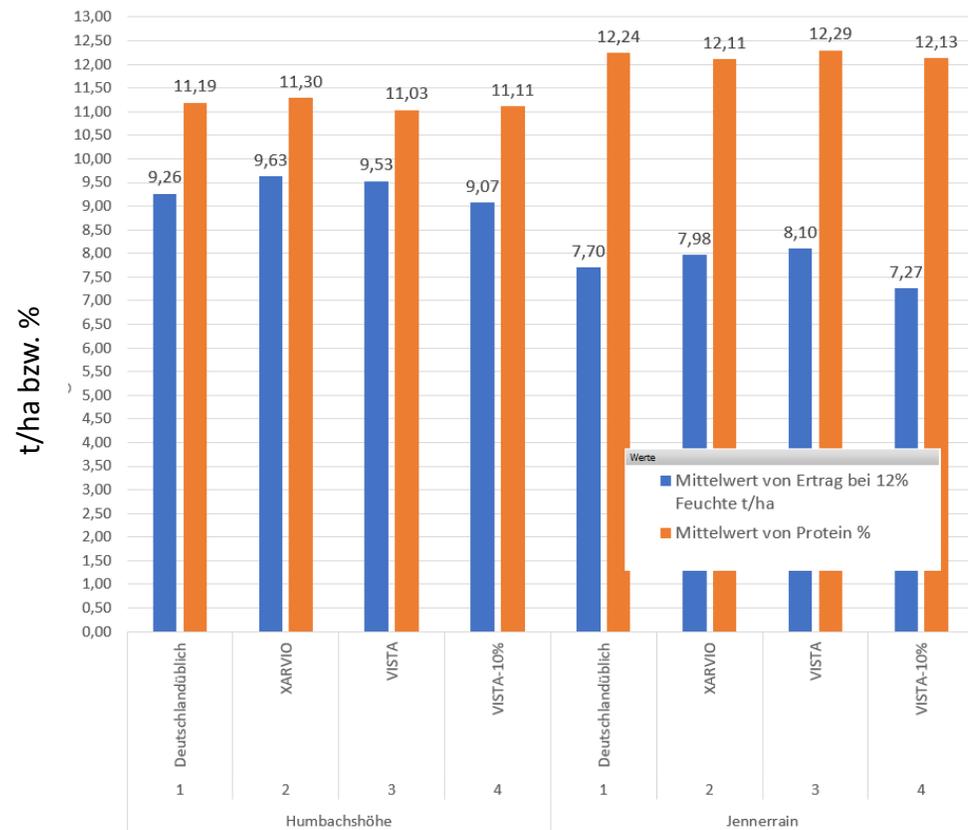


FAZIT AUS 2022 UND 2023 – ALLE BETRIEBE

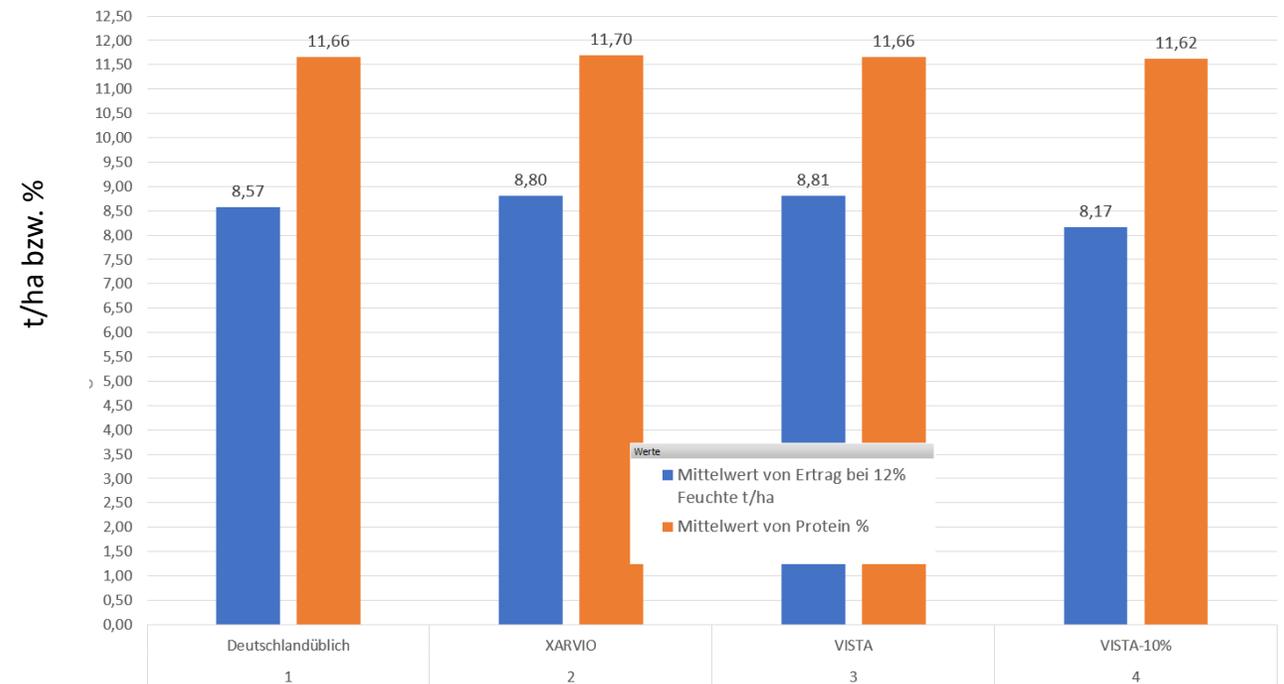
- Die Versuchsanstellung ist eine Gratwanderung: Heterogene Schläge bringen die Gefahr von Verzerrungen, homogene Schläge sind aber für Precision Farming sinnlos!
- Technische Schwierigkeiten sind nach wie vor ein Problem (weniger für die Praxis, aber für die Auswertung von Versuchen)
- Schwankungen der Erträge zwischen den Parzellen deutlich höher als zwischen den Mittelwerten der Varianten, trotz verbesserter Parzellenzuteilung in 2023
- In einzelnen Schlägen leichte Tendenz zu etwas niedrigeren Erträgen bei Deutschlandvariante und VISTA -10%, aber eher Zufallseffekt
- N-Nutzungseffizienz auf einem praxisüblichen Niveau
- Trotz neuer Variante 4 (Vista -10%) seit 2023: Erträge auf fast einem Niveau, somit auch Düngenniveau insgesamt mehr als ausreichend -> Absenkung der Düngung um 20 kgN/ha in 2024

DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2024

Ertrag (t/ha) und Protein (%) pro Schlag und Variante

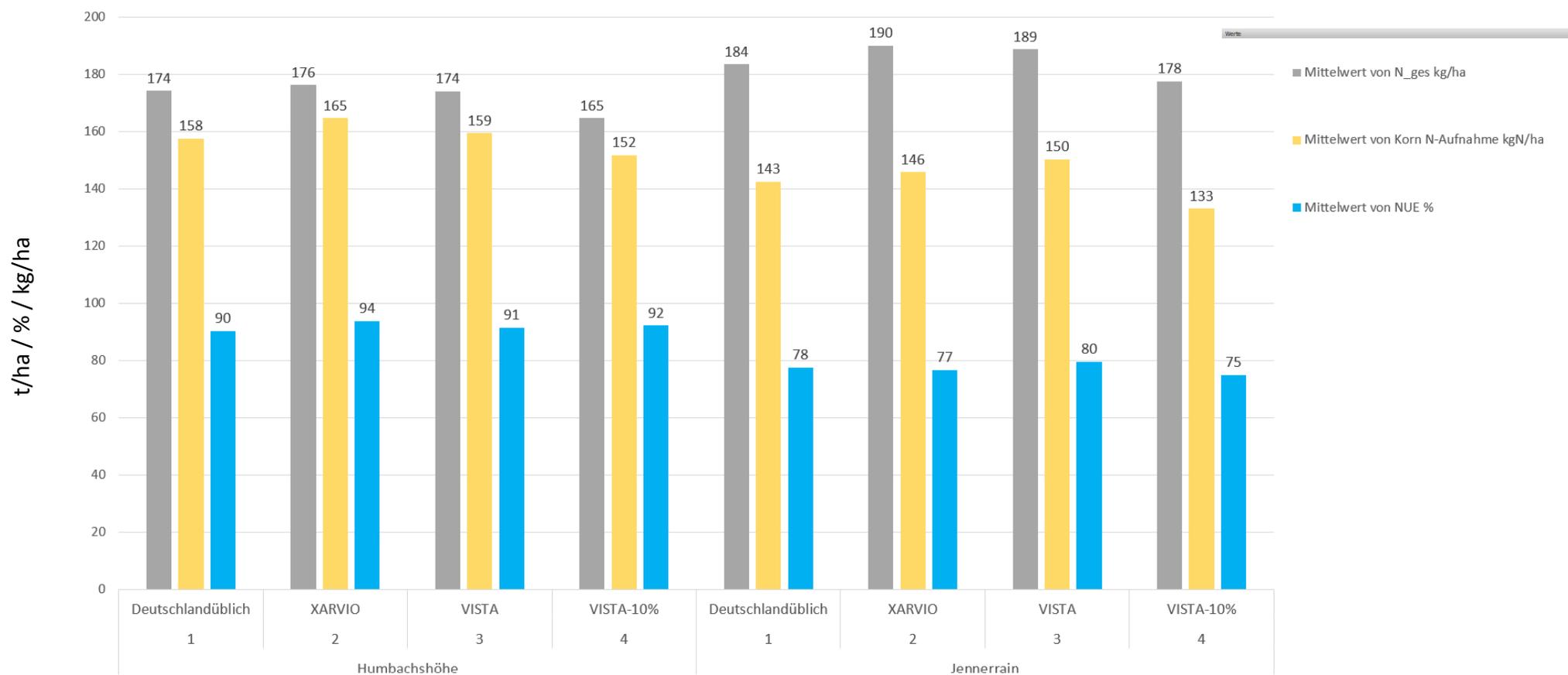


Ertrag (t/ha) und Protein (%) pro Variante



DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2024

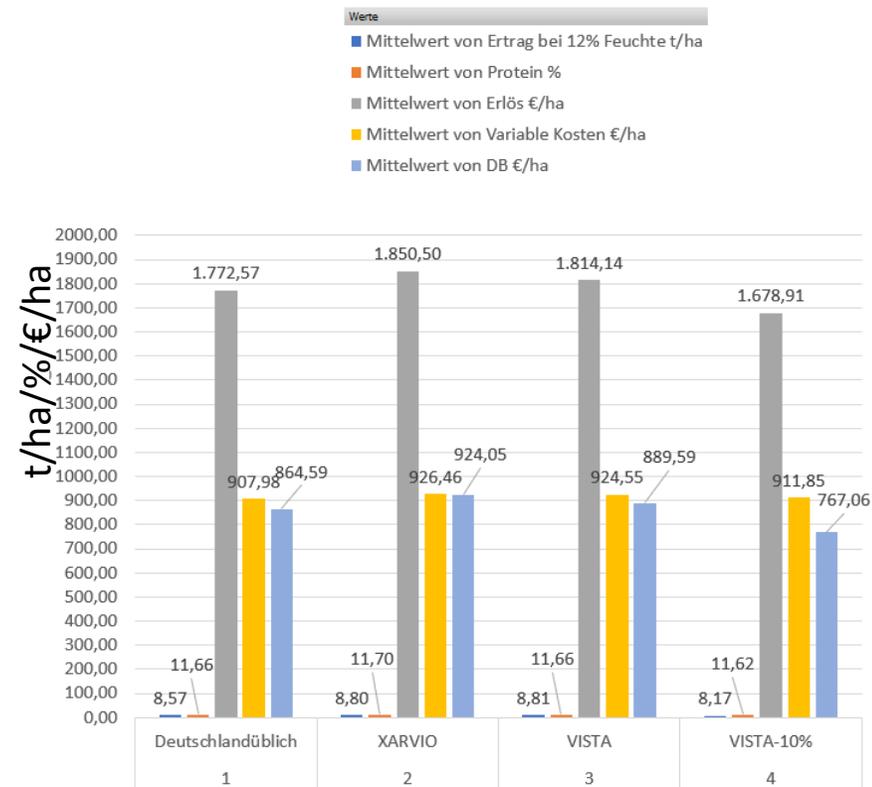
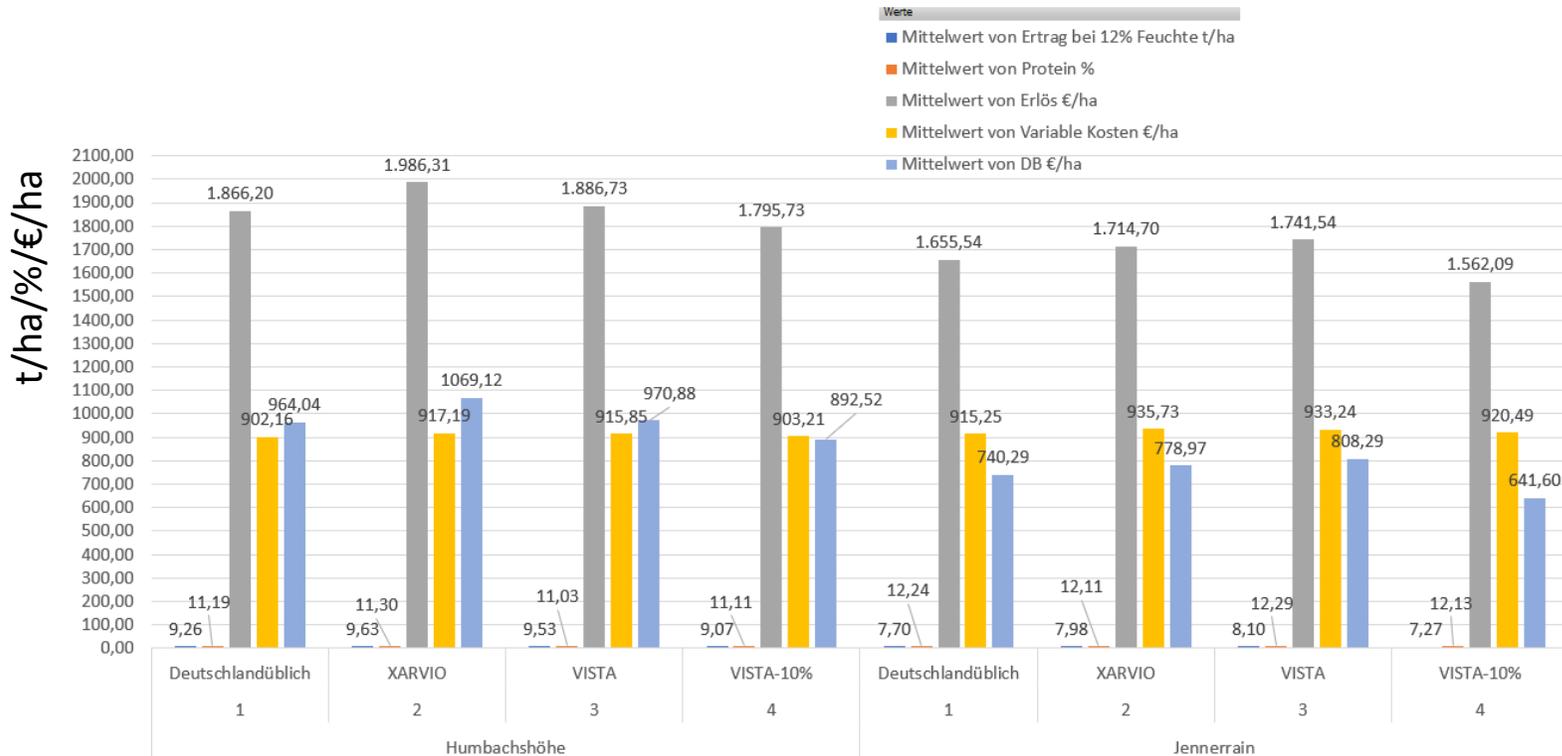
Ertrag (t/ha) / Protein (%) / N Gesamt (kg/ha) / N-Aufnahme (kg/ha) / NUE (%)



DÖRR-AGRAR – ZUSAMMENSCHAU 2024

Erlös (€/ha) / variable Kosten (€/ha) /DB pro Schlag und Variante (€/ha)

Erlös (€/ha) / variable Kosten (€/ha) / DB pro Variante (€/ha)



FAZIT AUS 2024 – DÖRR AGRAR

Teil 1

- „Minus 10 %“-Variante hat aufgezeigt, dass -20 kg N/ha gegenüber DBE optimales Düngenniveau war
- Insgesamt sind die sonstigen Varianten relativ eng beieinander
- Leicht höhere Erträge in den Varianten 2 (Xarvio) und 3 (Vista), Im Vergleich zum Ø (8,8 t/ha)
 - hat Variante 1 (Deutschland) bis zu 0,23 t/ha weniger Ertrag
 - hat Variante 4 (Vista -10%) bis zu 0,63 t/ha weniger Ertrag
- Proteingehalt unterscheidet sich lediglich auf Schlagebene, keine signifikanten Unterschiede in den Varianten
- Erstes Versuchsjahr in den die Varianten, die nach Applikationskarte gedüngt wurden, auch vorn liegen.
 - Vermutlich wegen ausreichend Stickstoff in den ersten zwei Versuchsjahren

FAZIT AUS 2024 – DÖRR AGRAR

Teil 2

- Leicht höhere Deckungsbeiträge bei Varianten 2 (Xarvio) und 3 (Vista), Im Vergleich zum DB von Xarvio (924,05 €/ha) sind ertragsbedingt
 - hat Variante 1 (Deutschland) 59,49 €/ha weniger DB, bei 18,48 €/ha geringeren variable Kosten.
 - hat Variante 4 (VISTA-10%) 156,99 €/ha weniger DB, bei 14,61 €/ha geringeren variable Kosten.
- Leicht höhere Stickstoffmenge in Varianten mit Applikationskarte gegenüber fixer Rate (~2 - 6 kg N/ha)
- Stickstoffnutzungseffizienz zeigt keine signifikanten Unterschiede trotz 20 kg/ha weniger Stickstoff
- Bei zusätzlichen 10% N weniger, zeigt Variante 4 relativ geringe NUE. Hier ist der Ertrag stärker zurückgegangen als die Düngung.
- Weniger technische Schwierigkeiten als in den Vorjahren.

DISKUSSION



26.05.2023



JLU
NEUE WEGE. SEIT 1607

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN



deep farming

VIELEN DANK!

Manuela Bilz – JLU Gießen
Manuela.Bilz@agrار.uni-giessen.de
+49 178 715 40 47

Andreas Dörr – Dörr-Agrar
Pflanzenbau GmbH
andreas@doerr-agrar.de
+49 151 193 19 931

