Hochschule
für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

Pflanzenbaulicher und ökonomischer Vergleich von teilflächenspezifischer und homogener Bewirtschaftung von Körnermais (Zea mays) anhand eines Praxisversuches

Vortrag im Rahmen des Hochschulforums

Prof. Dr. Michael Schmid, Adrian Schlenker

Nürtingen, den 15.05.2025

Gliederung

1. Einleitung und Forschungsfrage
2. Theoretische Grundlagen im aktuellen Wissensstand
3. Material und Methoden
4. Ergebnisse
5. Diskussion
6. Schlussfolgerung

1. Einleitung

- Körnermais ist weltweit wichtigstes Ernteprodukt
- Weltweite Produktion 2023: 1.242 Mio. t auf 208 Mio. ha
- Durchschnitt. Ertrag 2023: 6 t/ha
- Maisanbau in DE: 2,6 Mio. ha
- Davon Körnermais: 0,5 Mio. ha
- Durchschnitt. Ertrag in DE 2023: 9,6 t/ha

Quellen: FAO, 2025

1. Einleitung

- Dünger stellt die größte Kostenposition dar
- Saatgut und PSM können auch erhebliche Kosten verursachen
- Bei Körnermais sind Trocknungskosten entscheidend

⇒ Produktionsmittel sollten so effizient wie möglich eingesetzt werden

- Das bringt neben ökonomischen auch ökologische Vorteile
- Nitrat-Belastung im Grundwasser und Eutrophierung von Oberflächengewässern
- 2021 Saldo N-Gesamtbilanz 69 kg N/ha
- In der Rheinebene ist Körnermais eine wichtige Ackerbaukultur

Quellen: Bäck, 2017; SMEKUL, 2025; Zähle, 2022; Morari et al., 2018; Umweltbundesamt, 2024; Deutsches Maiskomitee, 2022

1. Forschungsfrage

Lässt sich durch teilflächenspezifische Düngung und Aussaat von Körnermais der Deckungsbeitrag steigern?

2. Literatur

- Precision farming-Praktiken zur Optimierung des Input und der verfügbaren Ressourcen
- Ziel: optimale Ausnutzung des Ertragspotentials
- Um N-Überschüsse zu vermeiden ist es wichtig zu wissen, welches Ertragspotential die zu bewertende Fläche hat
- **Offline-Verfahren:** Datenaufbereitung und Appliaktionskartenerstellung im Voraus
- Applikationskarten auf Basis von: Biomassekarten, Ertragskarten, Bodenproben, Reichsbodenschätzung oder Map Overlay
- **Online-Verfahren:** Bestand wird bei Überfahrt gescannt und die Düngemenge an den Bestand angepasst
- Voraussetzungen: GNSS-System auf dem Schlepper, Freischaltung SC und VRC, ISOBUS-Anbaugerät

Quellen: Hörbe et al., 2013; Reckleben, 2014; Lorenz & Münchhoff, 2015; Heier, 2022

2. Literatur

- In kleinstrukturierten Regionen fast nicht verbreitet
- Vor allem auf heterogenen Feldern sinnvoll
- Forschung in diesem Bereich liefert unterschiedliche Ergebnisse
- Zu beachten ist: Die meisten Autoren weisen auf Witterungsverhältnisse hin, die die Forschungsergebnisse beeinflusst haben
- Vor allem bei Mais sind die Sortenunterschiede entscheidender als die Bewirtschaftung
- Leitfähigkeit des Bodens als Referenz führt zu den größten Unterschieden im Ertrag

Quellen: Iticha & Takele, 2019; Limburger & Maidl, 2009; Mulla et al., 1992; Liu et al., 2006; Karatay & Gandorfer, 2018; Hagn et al., 2025; Inman et al., 2005; Miao et al., 2007; Ferguson et al., 2002; Morari et al., 2018; Hörbe et al., 2013; Da Silva et al., 2021; Licht et al., 2017

3. Material und Methoden

3.1 Betriebsbeschreibung

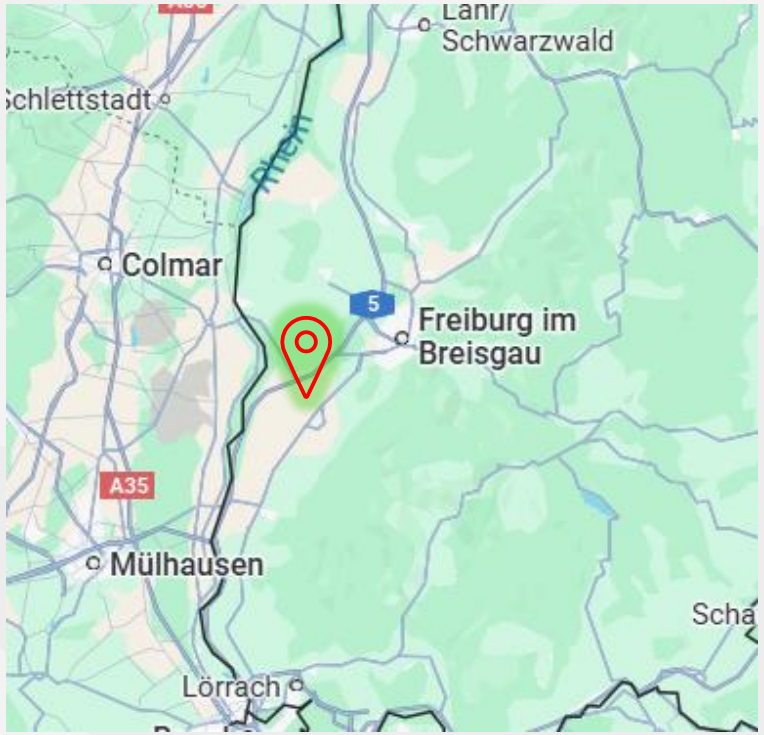


Abbildung 1: Standort des Betriebs (Stecknadel) (*Google Maps*, 2024a)

- Betriebsleiter: Alexander Spahr
- Konventioneller Marktfruchtbaubetrieb
- 195 ha Betriebsfläche
- Körnermais, Winterweizen, Saatmais, Zuckerrüben
- Körnermais hat Anteil von 40 – 60 % der Ackerfläche in der Region

Quellen: *Google Maps*, 2024a; Deutsches Maiskomitee, 2022

3. Material und Methoden

3.2 Versuchsstandort

- Jahresdurchschnittstemperatur: 11,6 °C
- Jahresniederschlag: 879 mm
- 79189 Bad Krozingen-Offnadingen
- 11,3 ha
- Schluffiger Lehm (uL) bis stark toniger Schluff (Ut4)

Quellen: WetterKontor, 2024; Regierungspräsidium Freiburg, 2024

3. Material und Methoden

3.2 Versuchsstandort

N_{min}-Gehalte

Tabelle 1: N_{min}-Gehalte

Probentiefe (cm)	N_{min}-Gehalt (kg NO_3-N/ha)
0 – 30	35
30 – 60	30
60 – 90	75
Gesamt, 0 – 90	140

3. Material und Methoden

3.2 Versuchsstandort

Grundnährstoffgehalte

Tabelle 2: Grundnährstoffgehalte

Grundnährstoff	mg/100 mg Boden	Gehaltsklasse
P_2O_5	20	C
K_2O	14	B
MgO	10	C

Der pH-Wert beträgt 7,5; Gehaltsklasse E

3. Material und Methoden

3.2 Versuchsstandort

Schlaghistorie

Tabelle 3: Schlaghistorie

Erntejahr	Kultur	Ertrag (dt/ha)
2018	Körnermais	119,0
2019	Körnermais	121,0
2020	Winterweizen/Feldsalat	102,0
2021	Körnermais	153,0
2022	Körnermais	135,0
2023	Winterweizen/Feldsalat	114,0

3. Material und Methoden

3.3 Datengrundlage

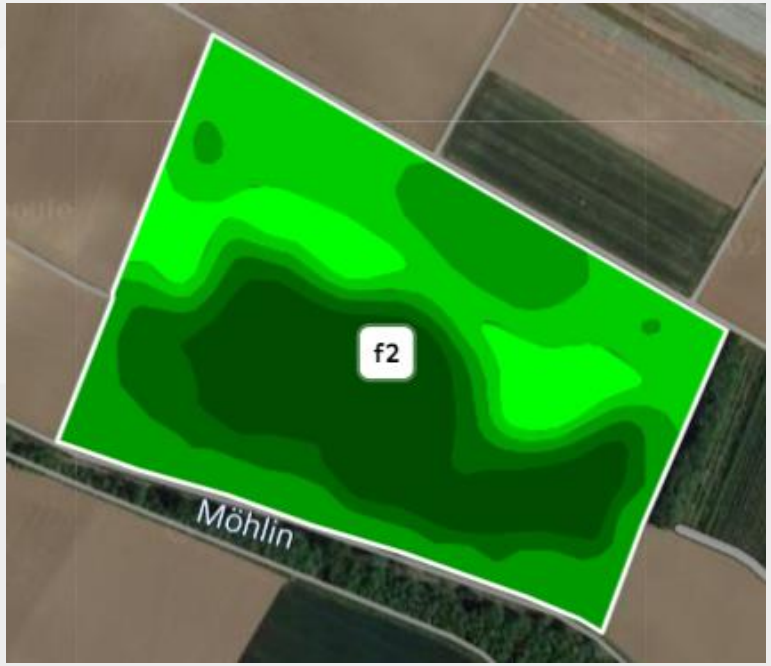


Abbildung 2: Historisches Ertragspotential des Versuchsfeldes (Xarvio, 2024)

Farbe	Ertragspotential
	Sehr hoch
	Hoch
	Mittel
	Gering
	Sehr gering

3. Material und Methoden

3.4 Versuchsaufbau/Versuchsdurchführung

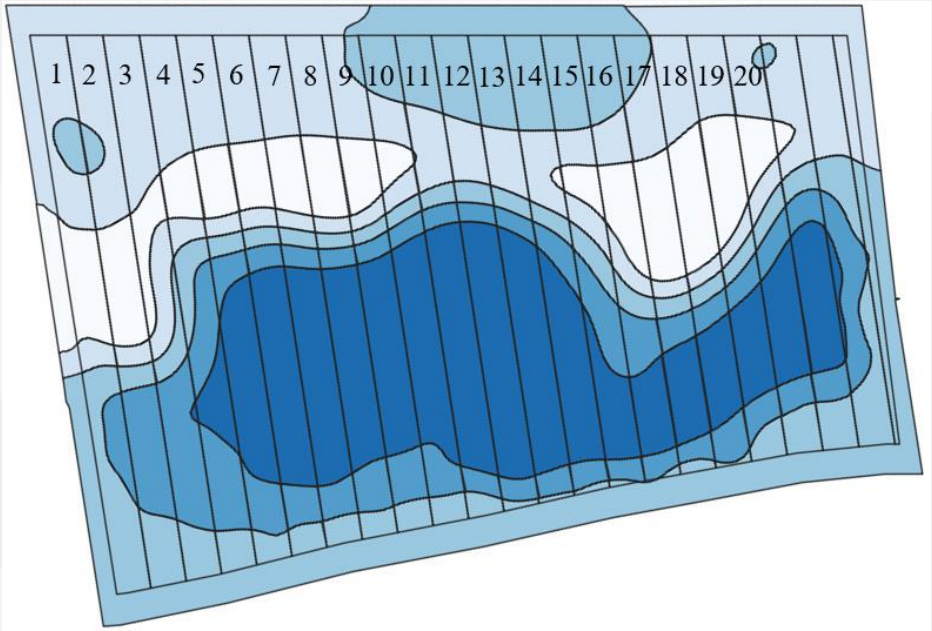


Abbildung 3: Versuchsaufbau (QGIS, 2025)

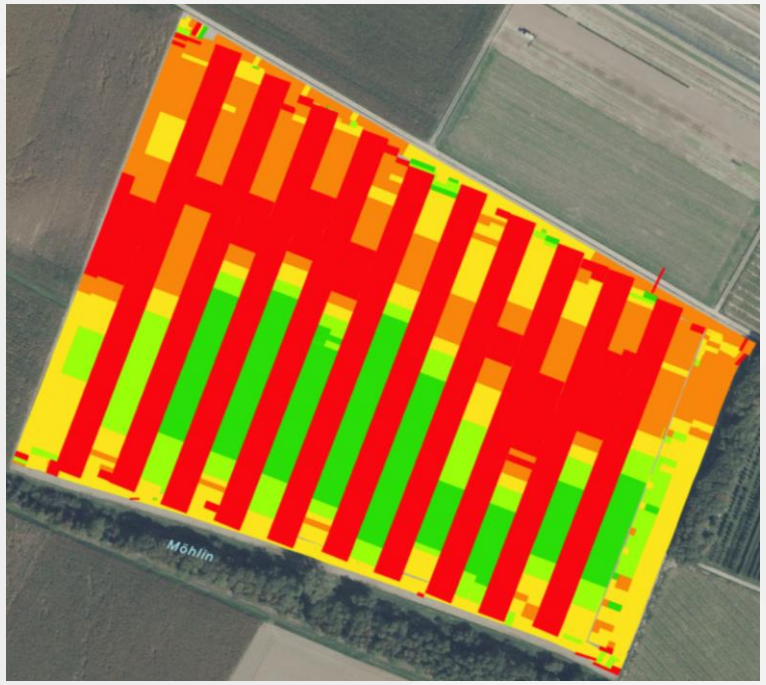


Abbildung 4: Versuchsaufbau (Climate Fieldview, 2024)

3. Material und Methoden

3.4 Versuchsaufbau/Versuchsdurchführung

Tabelle 4: Chronologische Abfolge der Arbeitsschritte

Datum	Maßnahme	Pflanzenschutzmittel/Saatgut	Aufwandmenge
21.02.2024	Pflügen		
05.03.2024	Eggen		
11.04.2024	Dünger streuen	Mischdünger	Tfs. 656 – 984 kg/ha, homogen 820 kg/ha
11.04.2024	Eggen		
12.04.2024	Aussaat Mais	DKC 5206	Tfs. 75.000 – 95.000 Körner/m^2, homogen 85.000 Körner/m^2
25.05.2024	Pflanzenschutz	Callisto	1 l/ha
		Nicogan	1 l/ha
		Spectrum	1 l/ha
		Mais Banvel WG	0,25 kg/ha
18.10.2024	Ernte		

3. Material und Methoden

3.4.1 Düngung

Tabelle 5: Düngededarf Grundnährstoffe

Nährstoff	Abfuhr (kg/ha)	Düngebedarf (kg/ha)	Gehaltsklasse
P_2O_5	104	104	C
K_2O	65	115	B
MgO	26	26	C
CaO	-	-	E

- N-Düngeempfehlung: 135 kg N/ha
- N-Obergrenze: 150 kg N/ha

3. Material und Methoden

3.4.1 Düngung

Tabelle 6: Düngemittel der Düngermischung

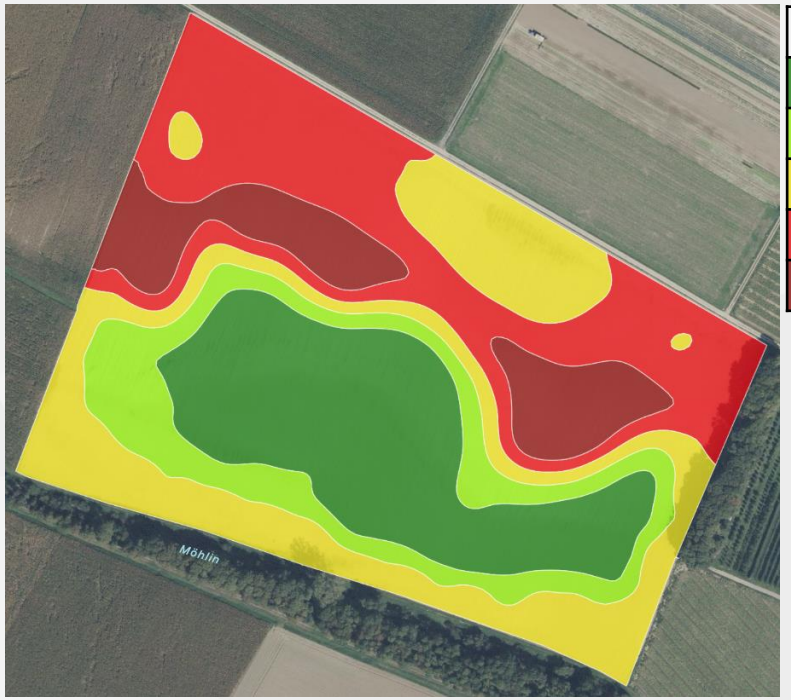
Düngemittel	Aufwandmenge (kg/ha)	Anteil (%)
NP 12-27 (+2+20)	324,7	39,6
Alzon neo-N	228,8	27,9
Rollkali 48	190,2	23,2
Kieserit	47,6	5,8
Excello 331	28,7	3,5
gesamt	820	100

Tabelle 7: Reinnährstoffmengen der Düngermischung

Nährstoff	Aufwandenge (kg/ha)	Anteil (%)
N	144	17,6
P_2O_5	88	10,7
K_2O	92	11,2
MgO	29	3,5
S	61	7,4
B	0,3	0,0349
Mn	0,9	0,1046
Zn	0,9	0,1046

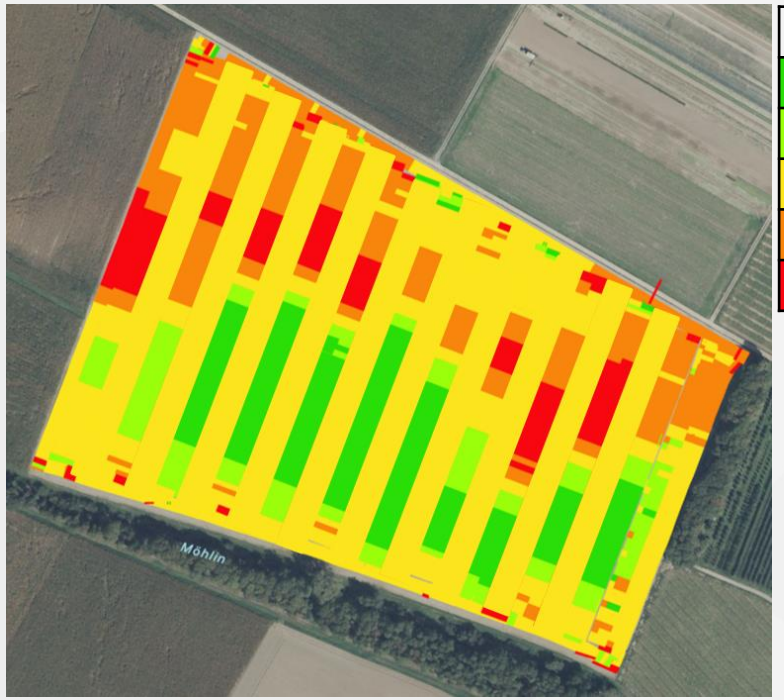
3. Material und Methoden

3.4.1 Düngung



Farbe	kg/ha
	984
	902
	820
	738
	656

Abbildung 5: Applikationskarte Düngung (Climate Fieldview, 2024)

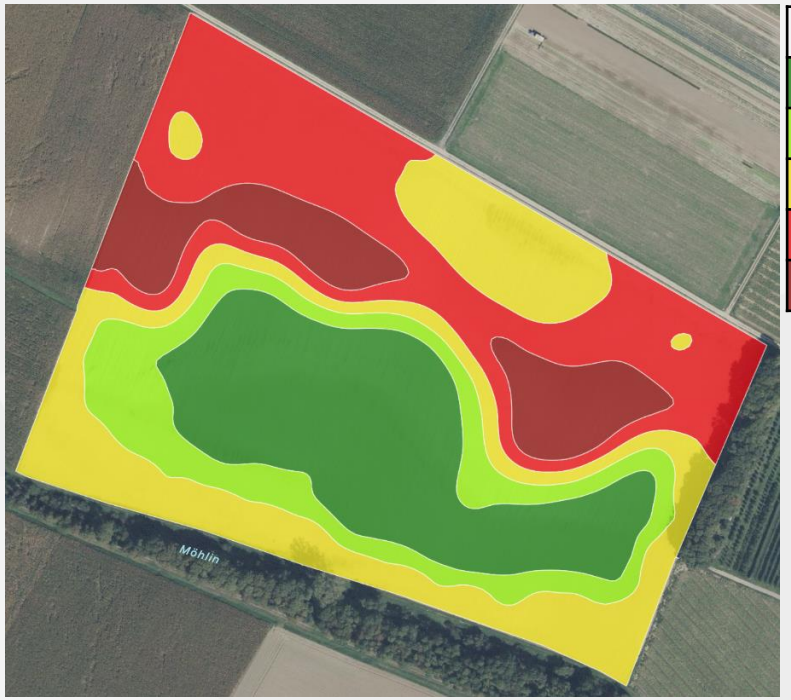


Farbe	kg/ha
	984
	902
	820
	738
	656

Abbildung 6: Düngungsmaßnahme aufgezeichnet (Cliimate Fieldview, 2024

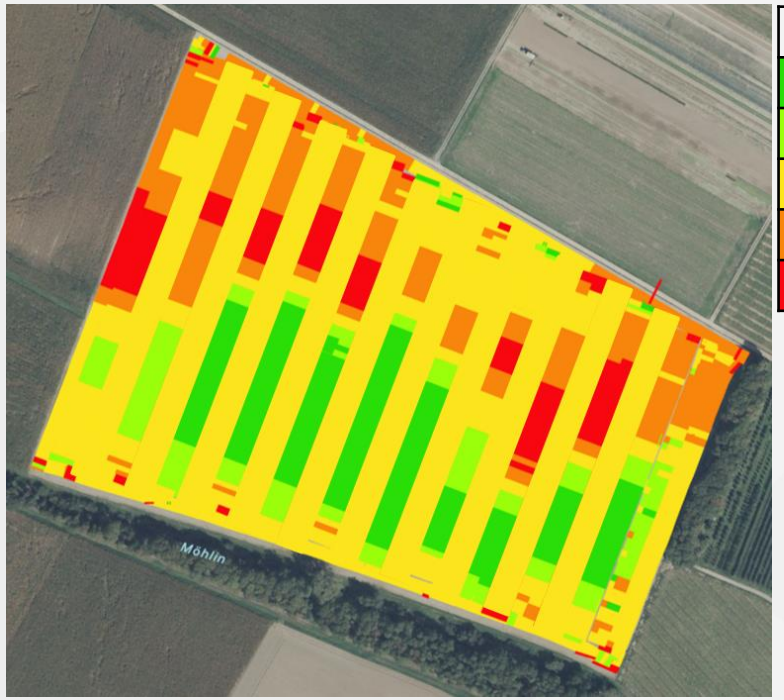
3. Material und Methoden

3.4.1 Aussaat



	Körner/ha
	95.000
	90.000
	85.000
	80.000
	75.000

Abbildung 7: Applikationskarte Aussaat (Climate Fieldview, 2024)



Farbe	Körner/ha
	95.000
	90.000
	85.000
	80.000
	75.000

Abbildung 8: Aussaat aufgezeichnet (Cliimate Fieldview, 2024

3. Material und Methoden

3.5 Wetter

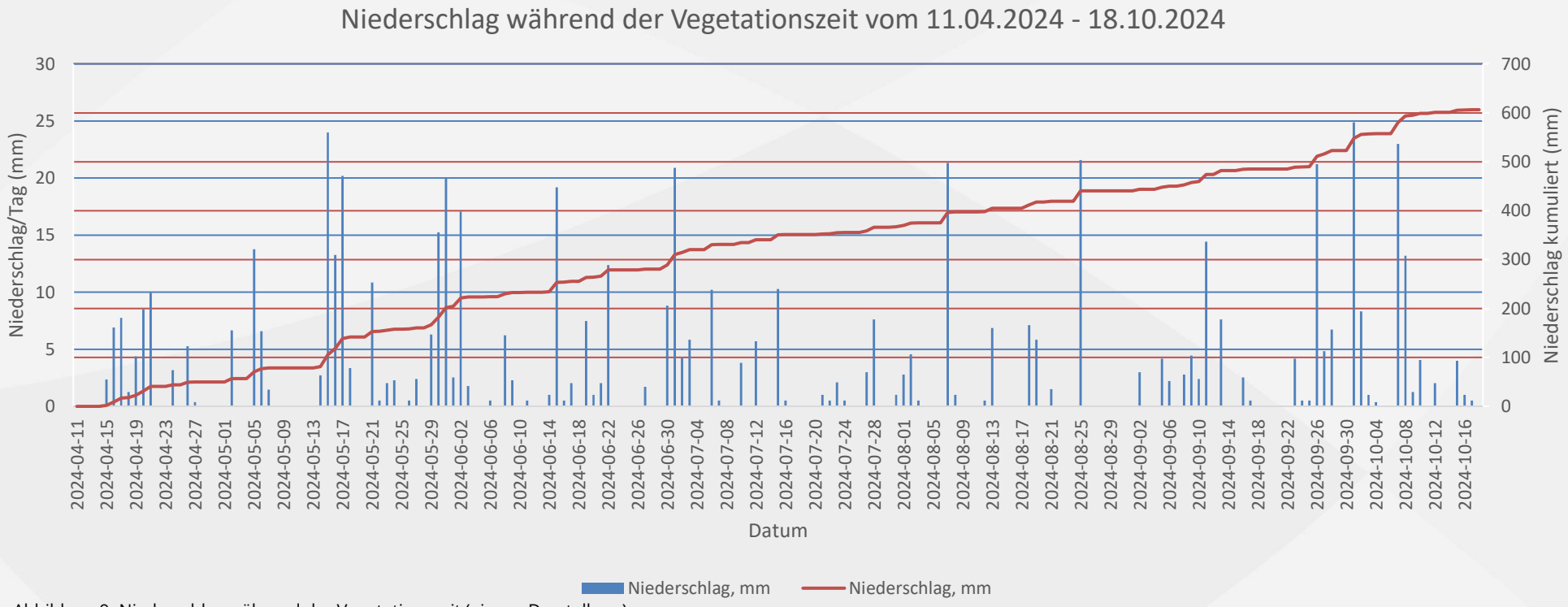


Abbildung 9: Niederschlag während der Vegetationszeit (eigene Darstellung)

3. Material und Methoden

3.5 Wetter

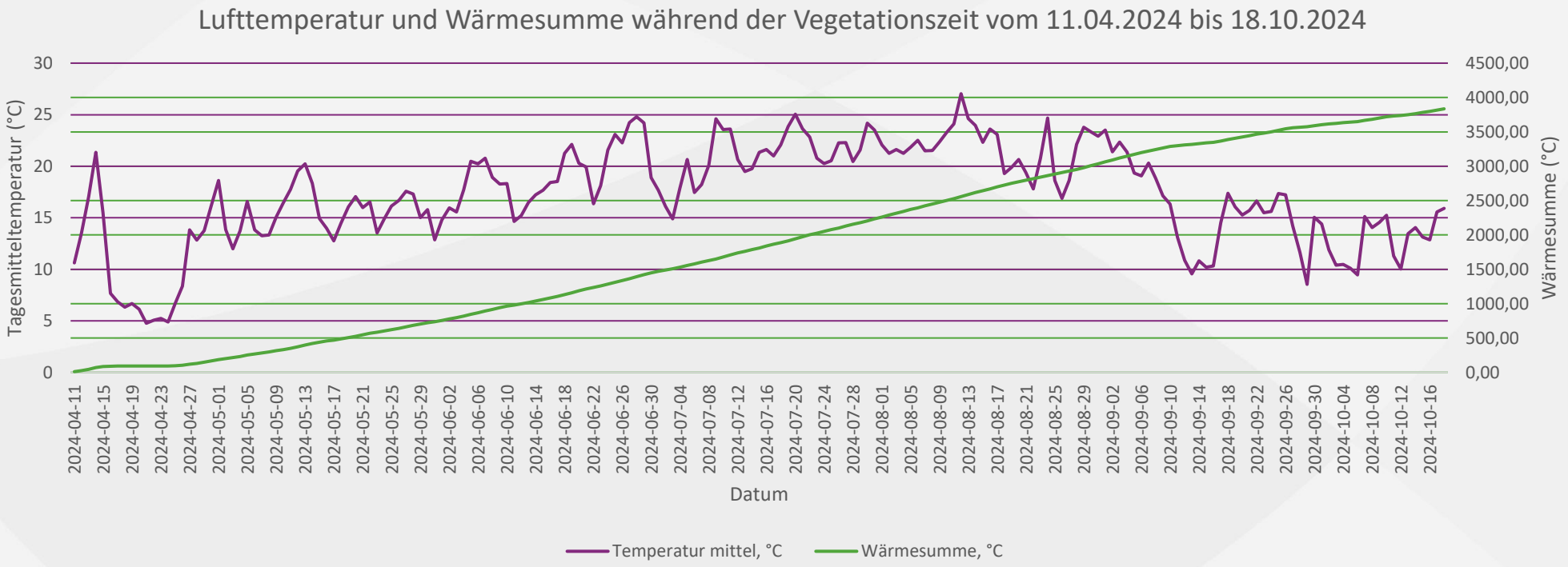


Abbildung 10: Lufttemperatur und Wärmesumme während der Vegetationszeit (eigene Darstellung)

4. Ergebnisse

4.1 Ertrag

Tabelle 8: Adjustierte Mittelwerte des Ertrags (t/ha) bei 15 % Wassergehalt und Standardfehler (t/ha)

	Ertrag, 15 % Wassergehalt (t/ha)	SE (t/ha)
adjustierter Mittelwert tfs.	14,2 a	0,4
adjustierter Mittelwert homogen	13,9 a	0,4

- Keine signifikanten Unterschiede zwischen tfs. und homogener Bewirtschaftung (ANCOVA, $p = 0{,}266$)
- Kofaktor wirkte sich signifikant auf den Ertrag aus (ANCOVA, $p = 1{,}4*10^{-0{,}6}$)
- $R^2 = 0{,}7$ => mittel, positiv (besserer Boden führt zu mehr Ertrag)

4. Ergebnisse

4.1 Ertrag

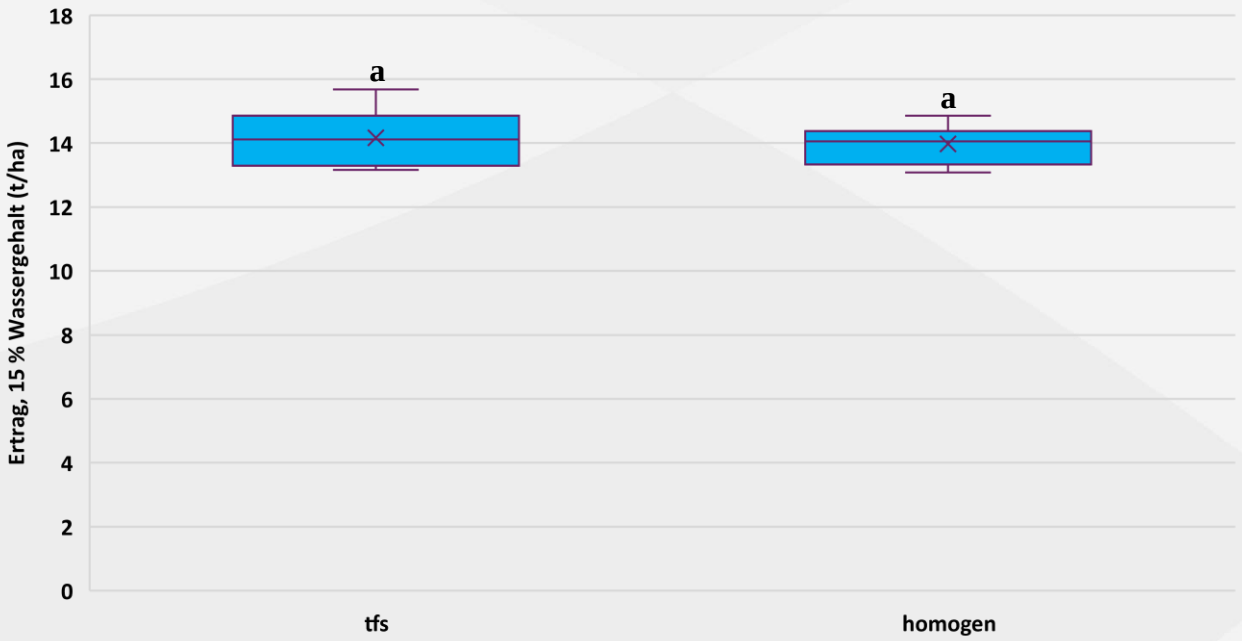


Abbildung 11: Boxplot der Erträge bei 15 % Wassergehalt (t/ha), (ANCOVA, p = 0,266).

4. Ergebnisse

4.2 Feuchte

Tabelle 9: Mittelwerte der Feuchtigkeit (%) und Standardabweichung (%)

	Feuchte (%)	SD (%)
Mittelwert tfs.	29,43 a	0,17
Mittelwert homogen	29,78 a	0,55

- Keine signifikanten Unterschiede zwischen tfs. und homogener Bewirtschaftung (t-test, p = 0,098)

4. Ergebnisse

4.2 Feuchte

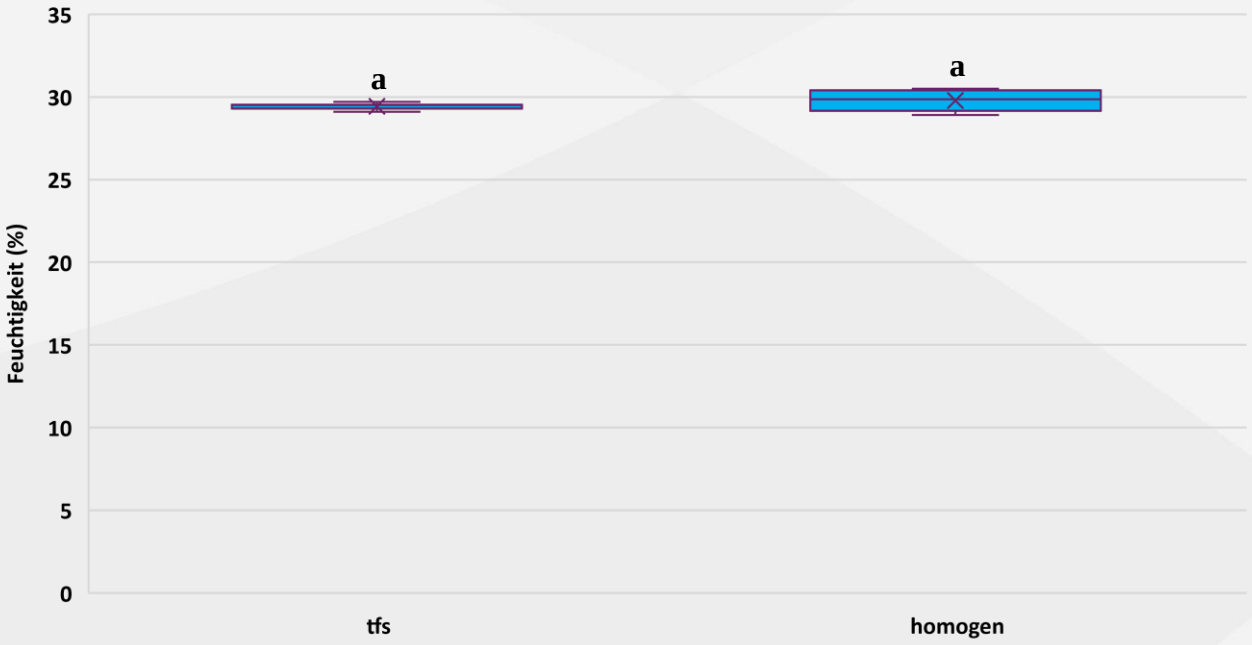


Abbildung 12: Boxplot der Feuchtigkeitsgehalte des Ernteguts (%), (t-test = 0,098)

4. Ergebnisse

4.3 Rohproteingehalt

Tabelle 10: Mittelwerte der Rohproteingehalte in TM (%) und Standardabweichung (%)

	RP-Gehalt in TM (%)	SD (%)
Mittelwert tfs.	7,64 a	0,20
Mittelwert homogen	7,67 a	0,31

- Keine signifikanten Unterschiede zwischen tfs. und homogener Bewirtschaftung (t-test, p = 0,766)

4. Ergebnisse

4.3 Rohproteingehalt

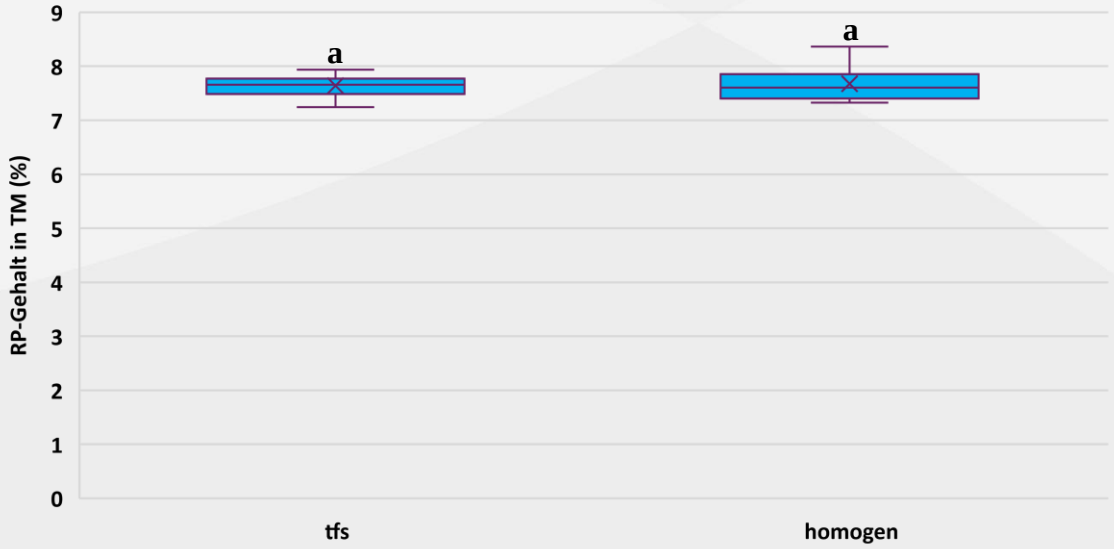


Abbildung 13: Boxplot der Rohproteingehalte in TM (%), (t-test = 0,098)

4. Ergebnisse

4.4 Deckungsbeitrag

Tabelle 11: Mittelwerte der DB (€/ha) und Standardabweichung (€/ha)

	DB (€/ha)	SD (€/ha)
Mittelwert tfs.	901,71 a	93,50
Mittelwert homogen	885,07 a	76,58

- Keine signifikanten Unterschiede zwischen tfs. und homogener Bewirtschaftung (ANOVA, p = 0,692)

4. Ergebnisse

4.4 Deckungsbeitrag

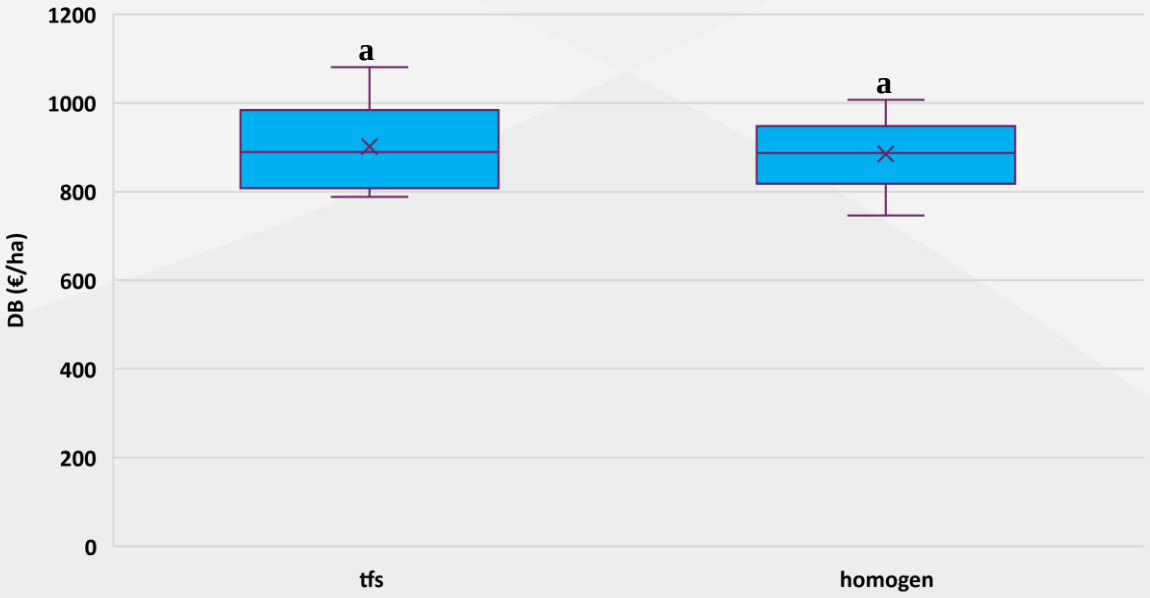


Abbildung 14: Boxplot der DB (€/ha), (ANOVA = 0,098)

5. Diskussion

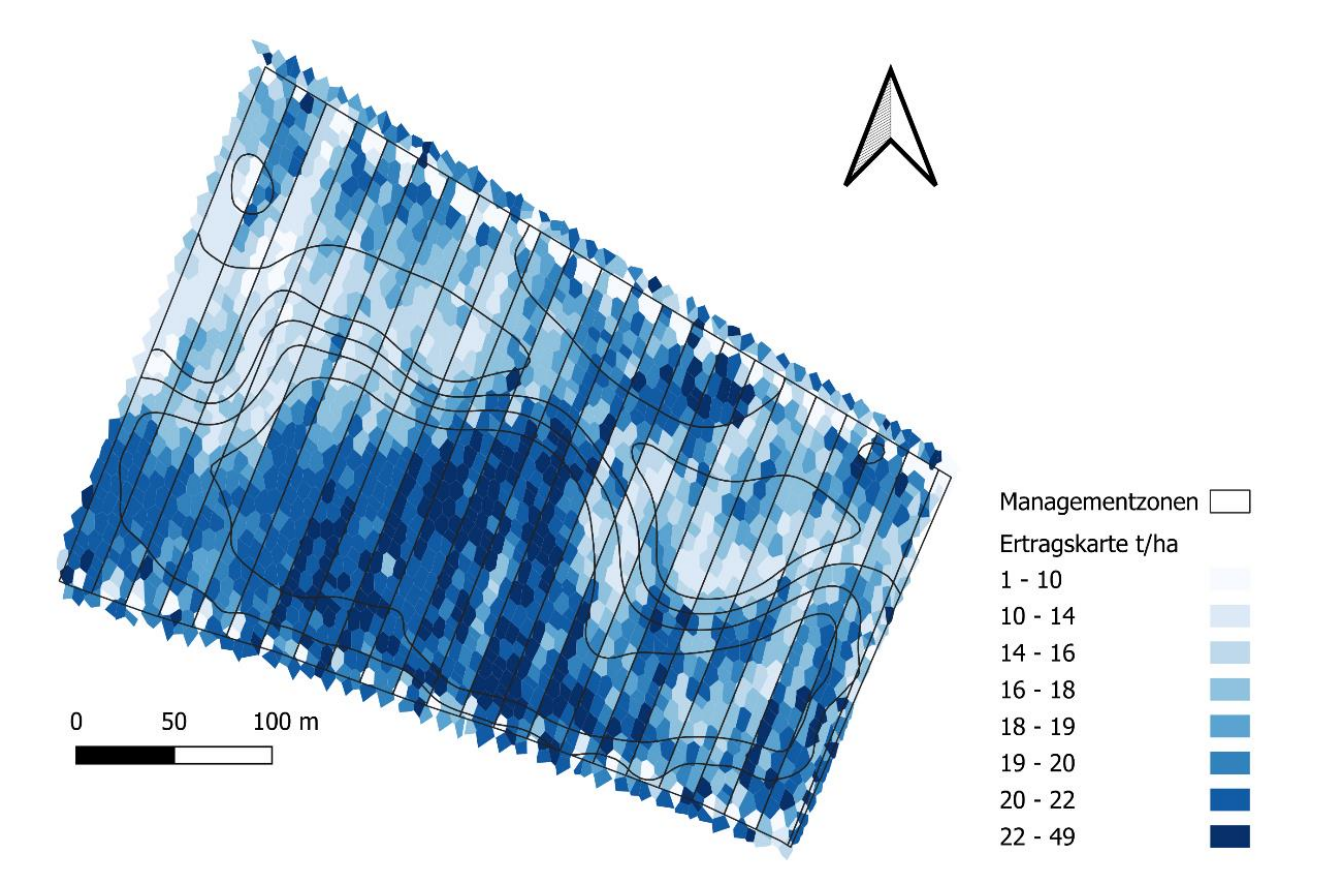


Abbildung 15: Ertragskarte mit den Parzellen und den Bewirtschaftungszonen (*QGIS*, 2025)

5. Diskussion

Tabelle 12: DB der einzelnen Parzellen

Parzelle	Wiederholung	Variante	DB (€/ha)
1	1	tfs	811,93
2	1	homogen	853,64
3	2	tfs	794,44
4	2	homogen	746,06
5	3	tfs	902,57
6	3	homogen	892,05
7	4	tfs	916,05
8	4	homogen	912,30
9	5	tfs	970,82
10	5	homogen	990,60
11	6	tfs	1.080,77
12	6	homogen	1.006,80
13	7	tfs	1.023,54
14	7	homogen	933,65
15	8	tfs	876,40
16	8	homogen	882,28
17	9	tfs	852,42
18	9	homogen	818,50
19	10	tfs	788,13
20	10	homogen	815,25

5. Diskussion

Maispflanze mit Drahtwurmbefall (eigene Aufnahme)

Maiskorn mit Drahtwurmbefall (eigene Aufnahme)

5. Diskussion

Abbildung 18: Feldaufgang mit Drahtwurmbefall (eigene Aufnahme)

Abbildung 19: Feldaufgang ohne Drahtwurmbefall (eigene Aufnahme)

6. Schlussfolgerung

Lässt sich durch teilflächenspezifische Düngung und Aussaat von Körnermais der Deckungsbeitrag steigern?

- DB lässt sich steigern
- Führt zu messbaren Unterschieden, jedoch nicht signifikant
- Tfs. Bewirtschaftung bietet vor allem bei hohem Ertragspotential große Chancen
- In ertragsstarken Zonen konnte der Ertrag gesteigert werden, in ertragsschwachen Zonen konnte mit reduzierter Intensität gleiche Ergebnisse erzielt werden
- Witterung während der Vegetation, technische Umsetzungsgrenzen

Hochschule
für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!