

Teilflächenspezifische Düngung mit Organischen Düngern

Grundlagen

Teilflächenspezifische

Düngung, Applikationskarten



Das Kompetenzzentrum in Agrar-,
Lebensmittel- und Hauswirtschaft



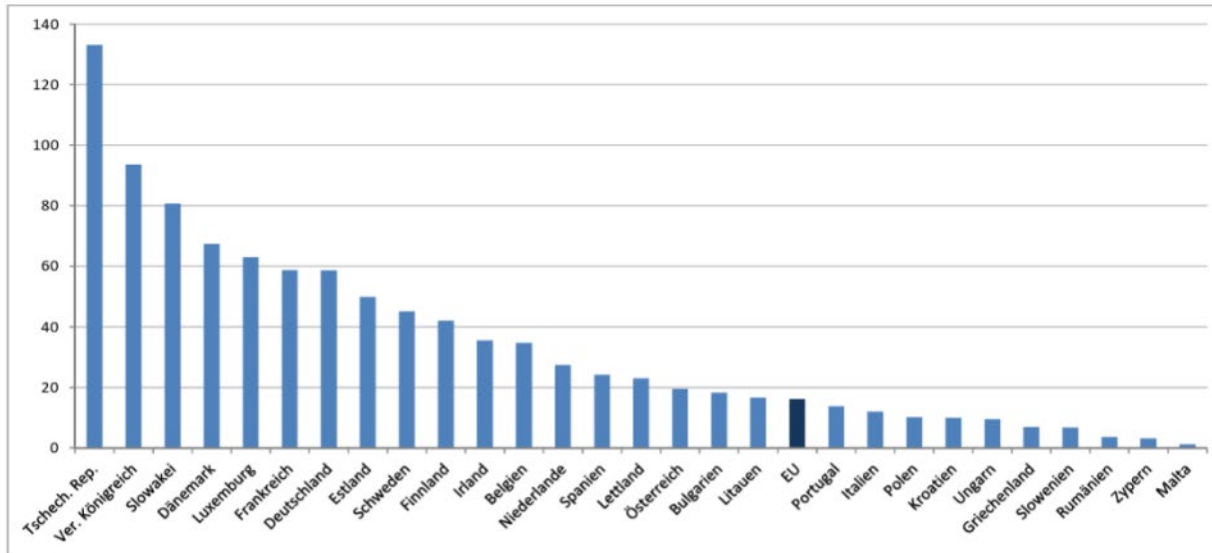
Marco Landis

Fachbereich Digitalisierung und Landtechnik

Teilflächenspezifische Bewirtschaftung (VRA)

Lohnt sich VRA für die kleinstrukturierte Schweizer Landwirtschaft?

Durchschnittliche landwirtschaftlich genutzte Fläche in den EU-Mitgliedstaaten, 2013
(in Hektar)



Quelle: [Landwirtschaftlich genutzte Fläche in der EU von 2003 bis ...](#)

Schweiz (2023)

22,1 Hektaren

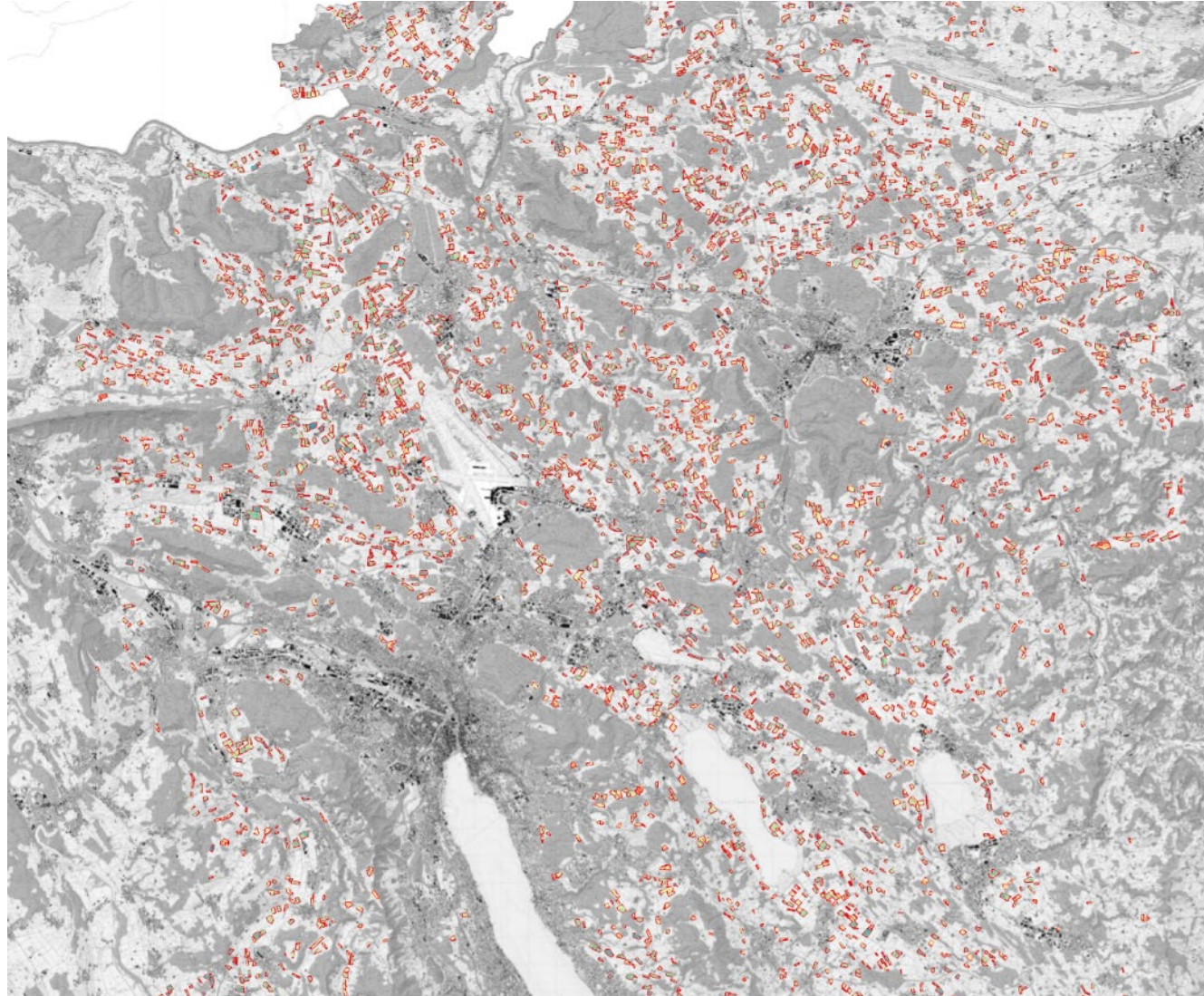
<https://www.agrarbericht.ch/de/betrieb/strukturen/betriebe>

Ist die Grösse einer Parzelle ein Indikator für die Heterogenität?



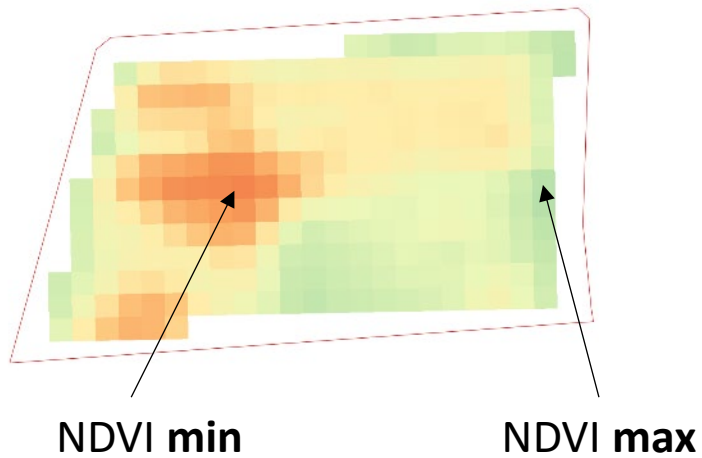
Teilflächenspezifische Bewirtschaftung (VRA)

Analyse anhand von Weizenfeldern im Kanton ZH 2025 und Satellitenbildern Sentinel 2



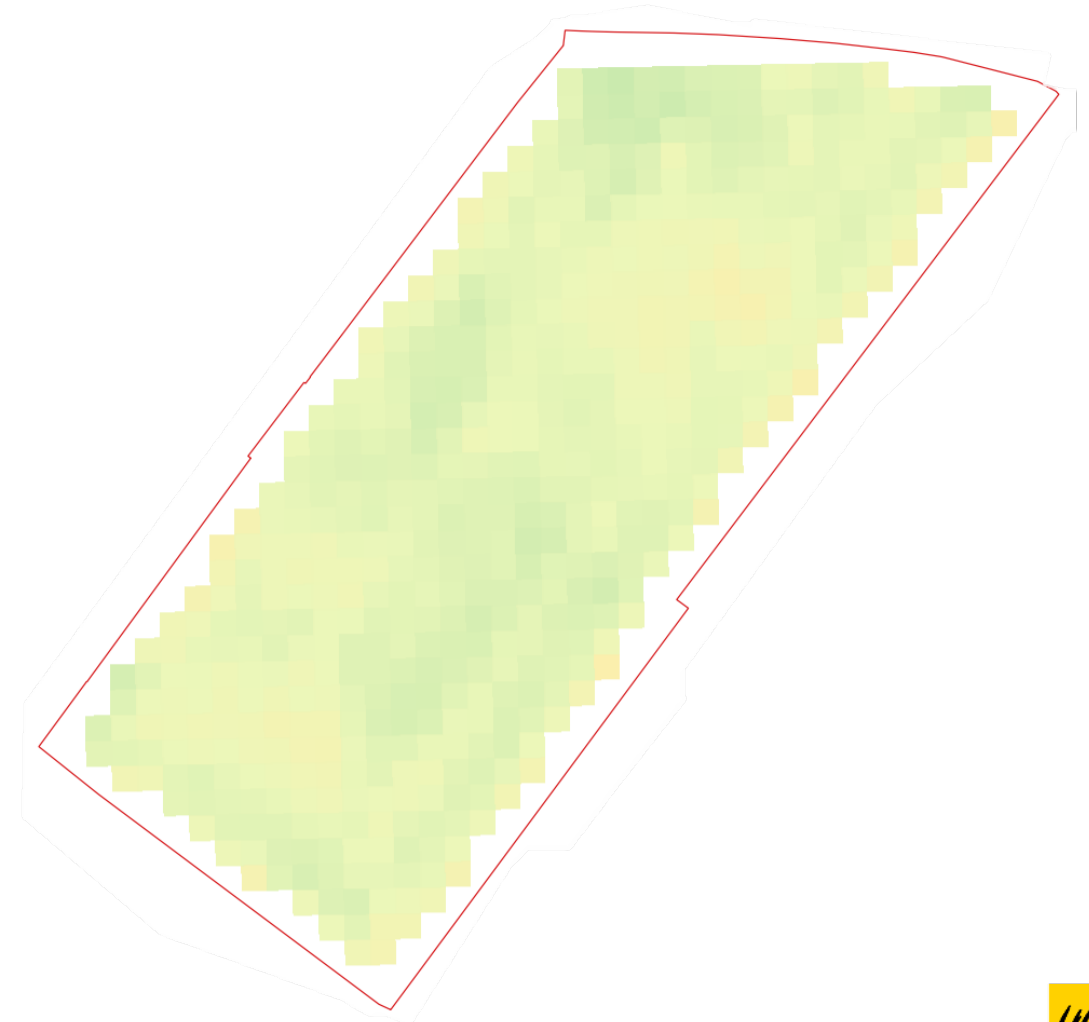
Teilflächenspezifische Bewirtschaftung (VRA)

Heterogener Pflanzenbestand

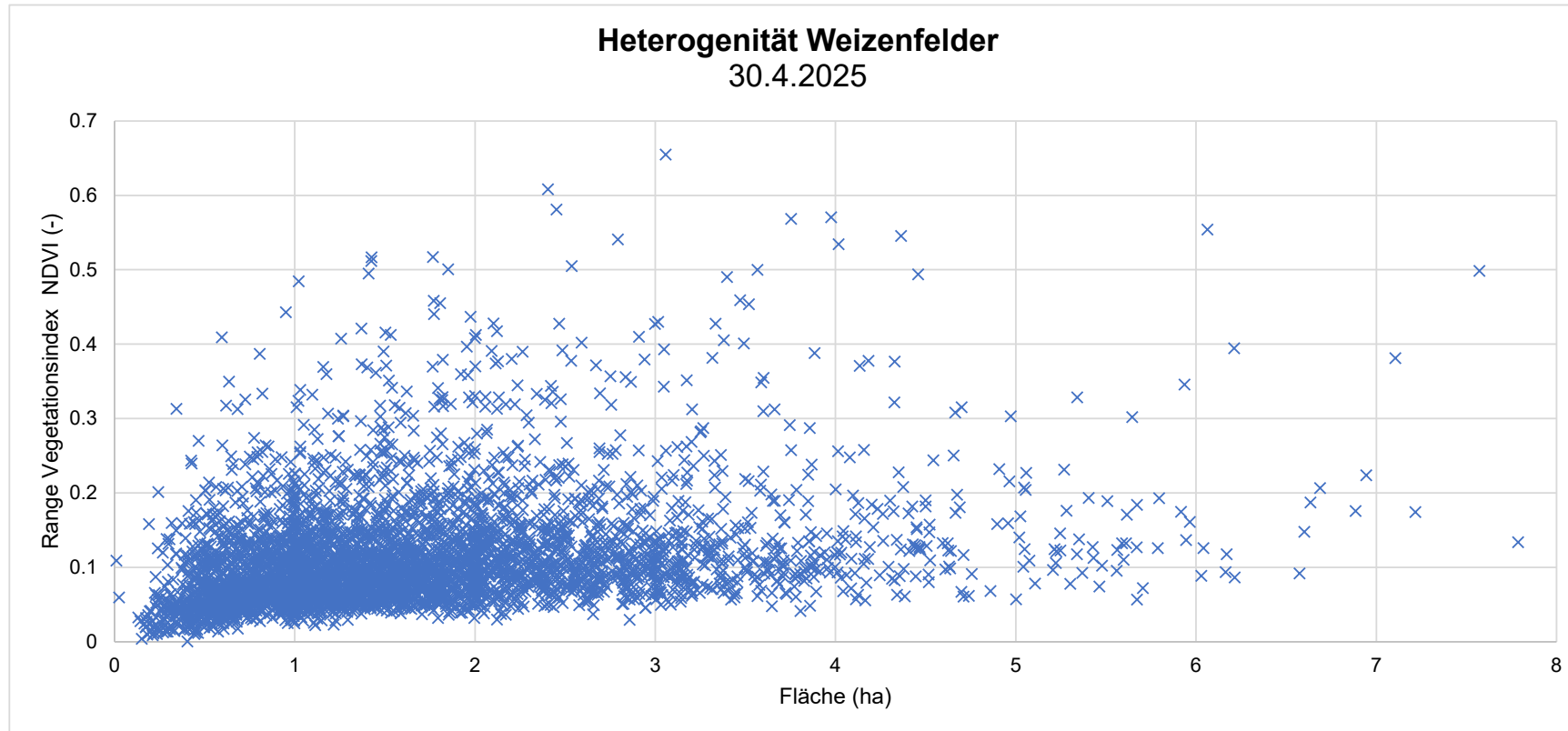


$$\text{Bereich} = NDVI_{max} - NDVI_{min}$$

Homogener Pflanzenbestand



Teilflächenspezifische Bewirtschaftung (VRA)



Gründe für Heterogenitäten

- Bodenunterschiede
- Bäume in Parzelle
- Rübenmieten
- Ungenaues Einzeichnen der Felder



Einsatzgebiete der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung

Anwendung	Detail
Bodenbearbeitung	Verdichtungszone lockern
	Gleichmässiges Saatbeet
	Archäologische Zonen schützen
Aussaat	Aussaatstärke
	Übersaaten
	Saattiefe
	Schardruck
Düngung	Grunddüngung
	Kalkung
	N-Düngung
Pflanzenschutz	Herbizid
	Fungizid
	Verkürzung
Bewässerung	



N-Düngung mit organischen Düngern

Warum sind organische Dünger ein Thema

- Hofdünger auf vielen Betrieben vorhanden → sinnvoll einsetzen
- Als organische Handelsdünger im Biobereich teuer → effizienter Einsatz
- Aktuelle Preissteigerung bei mineralischen Düngern

Herausforderungen organische Dünger

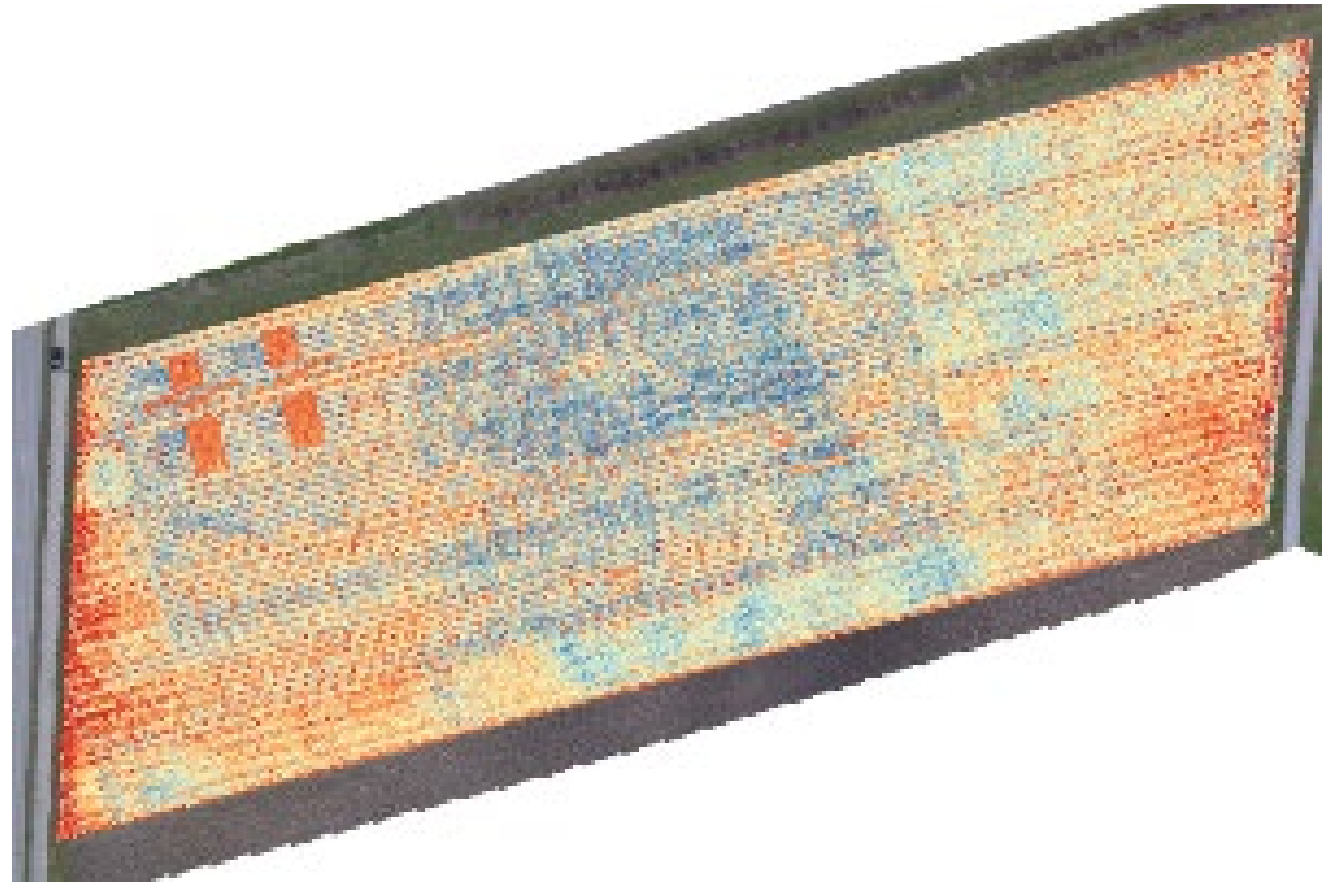
- Naturprodukt
→ kein normierter Gehalt an Nährstoffen → Lösungsansatz NIRS
- N-Verfügbarkeit für Pflanzen
Wie schnell sind die Nährstoffe pflanzenverfügbar? Abhängig von Witterung, etc



Grundlagen für teilflächenspezifische Bewirtschaftung

Grundlage	Auflösung	Methode	Kosten, Aufwand	Bemerkungen
Drohnenbilder	1 cm	Kartenbasiert	Multispektraldrohne ca Fr. 6'000.- Auswertesoftware ca Fr. 3'000.-	
Luftbilder	10 cm	Kartenbasiert	Frei verfügbar	Luftbilder verfügbar auf: - https://map.geo.admin.ch/ (Luftbilder Zeitreise) - https://maps.zh.ch/ (Orthofoto)
Satellitenbilder	10 m	Kartenbasiert	Sentinel2-Daten frei verfügbar Aufbereitete Daten ca Fr. 5.- / ha (stark variierend je nach Anbieter)	Satellitenbilder bilden häufig die Grundlage für kommerziell angebotene Applikationskarten
Langjährige Biomassekarten / Potentialkarten	10 m	Kartenbasiert	ca Fr. 5.- bis 10.- / ha (stark variierend je nach Anbieter)	Werden von Dienstleistern auf Basis langjähriger Satellitenbilder berechnet. Achtung bei Flächenzusammenlegungen oder stark wechselnden Kulturen
Bodenkarten	Ca 50 m	Kartenbasiert	Frei verfügbar	Bodenkarten verfügbar auf: - https://maps.zh.ch/ (Bodenkarte der Landwirtschaftsflächen)
Teilflächenspezifische Bodenproben	Ca 50 m	Kartenbasiert	Ca Fr. 50.- / Teilfläche + Probenahme	
Bodenscans	10 m	Kartenbasiert	Ca Fr. 100.- / ha (stark variierend je nach Feldgrösse)	Beispiel SoilOptix
Bodensensoren an Anbaugeräten	1 m	Sensorbasiert		Sensoren an Sämaschine, beispielsweise https://www.precisionplanting.com/products/product/smartfirmer
N-Sensoren (am Traktor)	5-10 m	Sensorbasiert	Ca Fr. 10'000.- bis Fr. 20'000.-	Beispiele: Yara N-Sensor https://www.yara.de/pflanzenernaehrung/tools-und-services/n-sensor/ Isaria https://isaria-digitalfarming.com/produkte/isaria-pro-active/
N-Sensoren (handgehalten)	Ca 50 m	Kartenbasiert		
Traktordaten	5-10 m	Kartenbasiert	Bei modernen Traktoren verfügbar	Beispielsweise Treibstoffverbrauch pro Fläche von Arbeiten, wie Grubbern
Ertragserfassung	5-10 m	Kartenbasiert	Ca Fr. 5'000.- bis Fr. 15'000.- für Nachrüstung Mähdrescher	
Erfahrungswerte	Ca 50 m	Kartenbasiert	Kostenlos	

Drohnenbilder

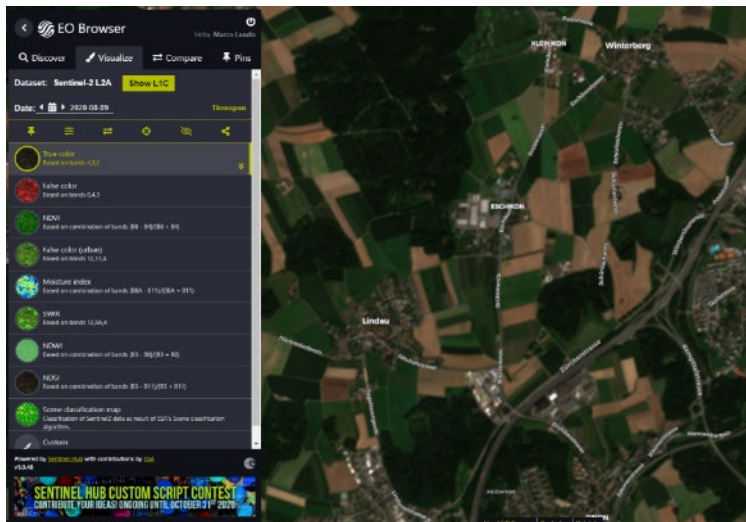


Satellitenbilder

Sentinel 2 Satellit mit Multispektralkamera

- Erdbeobachtungssatelliten der ESA
- Aufnahme alle 2 bis 3 Tage
- Multispektralkamera mit 12 Kanälen
- Auflösung bis 10 m x 10 m
- Daten frei Verfügbar

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>



Bildquelle: Sentinel Hub

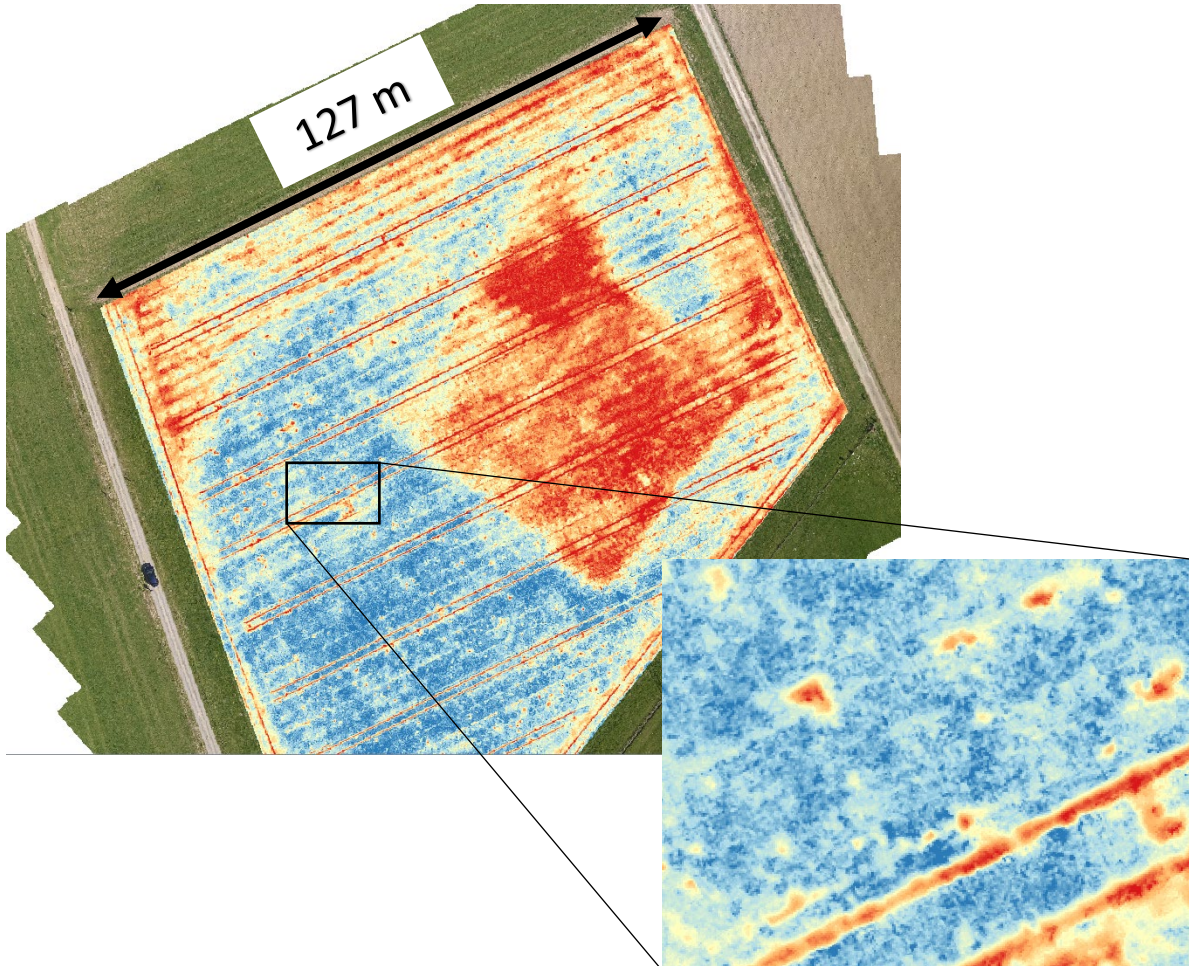


Auflösung: Drohne oder Satellit

Auflösung im cm-Bereich

Beispiel Drohne

2,6 cm pro Pixel bei 50 m Flughöhe



Auflösung im 10 m-Bereich

Beispiel Satellit

Auflösung 10 m bei Sentinel-2 Bildern



Was für eine Auflösung benötigen wir im Feld?



teilflächenspezifische Bodenproben

Bodenproben teilflächenspezifisch

1. Fläche in Zonen unterteilen, bsp auf Basis von Biomassekarten oder Bodenkarten
2. Teilflächenspezifische Beprobung (Mischprobe für einzelne Zonen)



Bodenscans

Ablauf einer Messung

Anbau des Sensors an Trägerfahrzeug

- Front- oder Heckhubwerk
- Kopplung an Empfänger des Lenksystems

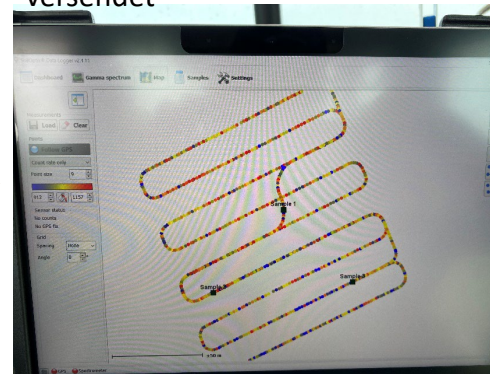


Messfahrt



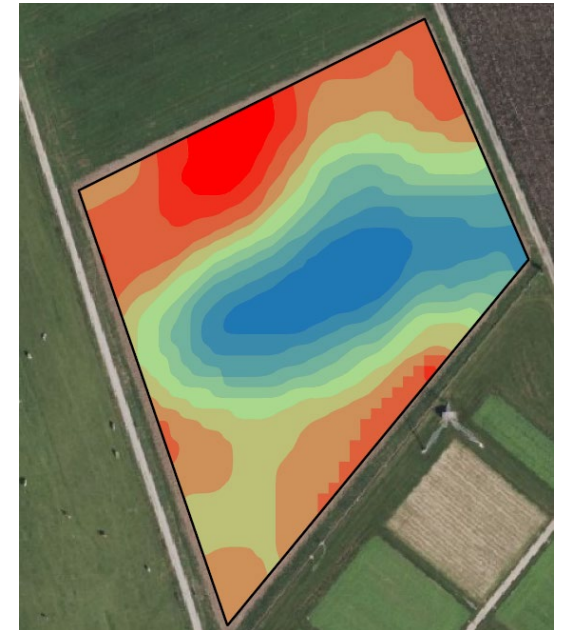
Bodenproben entnehmen

3 Punkte für die Entnahme von Bodenproben werden angezeigt und müssen angefahren werden. Dort werden Bodenproben entnommen und zur Analyse versendet



Auswertung

Die Ergebnisse der Bodenproben werden durchgegeben. Durch die Bodenproben als Referenzpunkte werden die Bodenkarten gerechnet.



Bodenscan mit Drohne

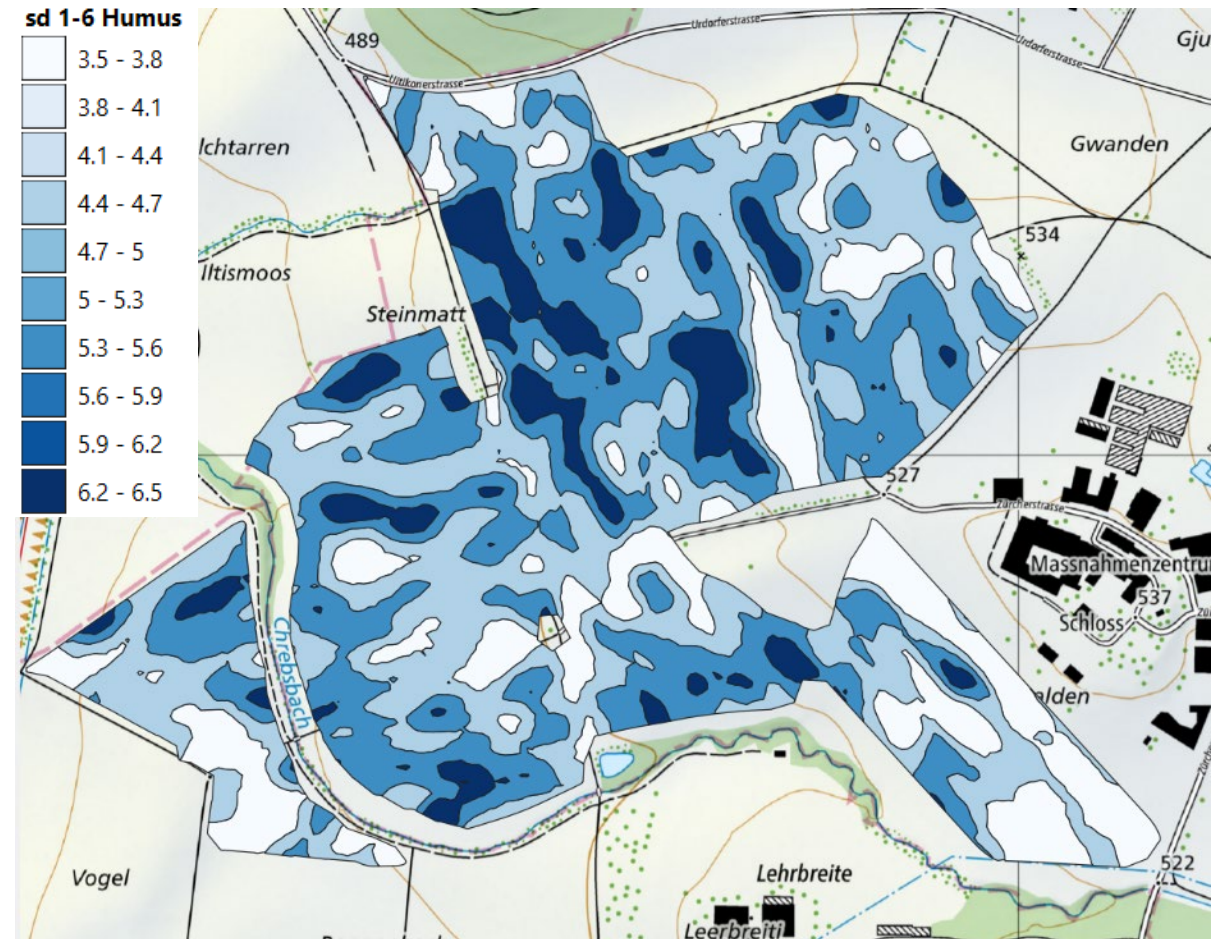
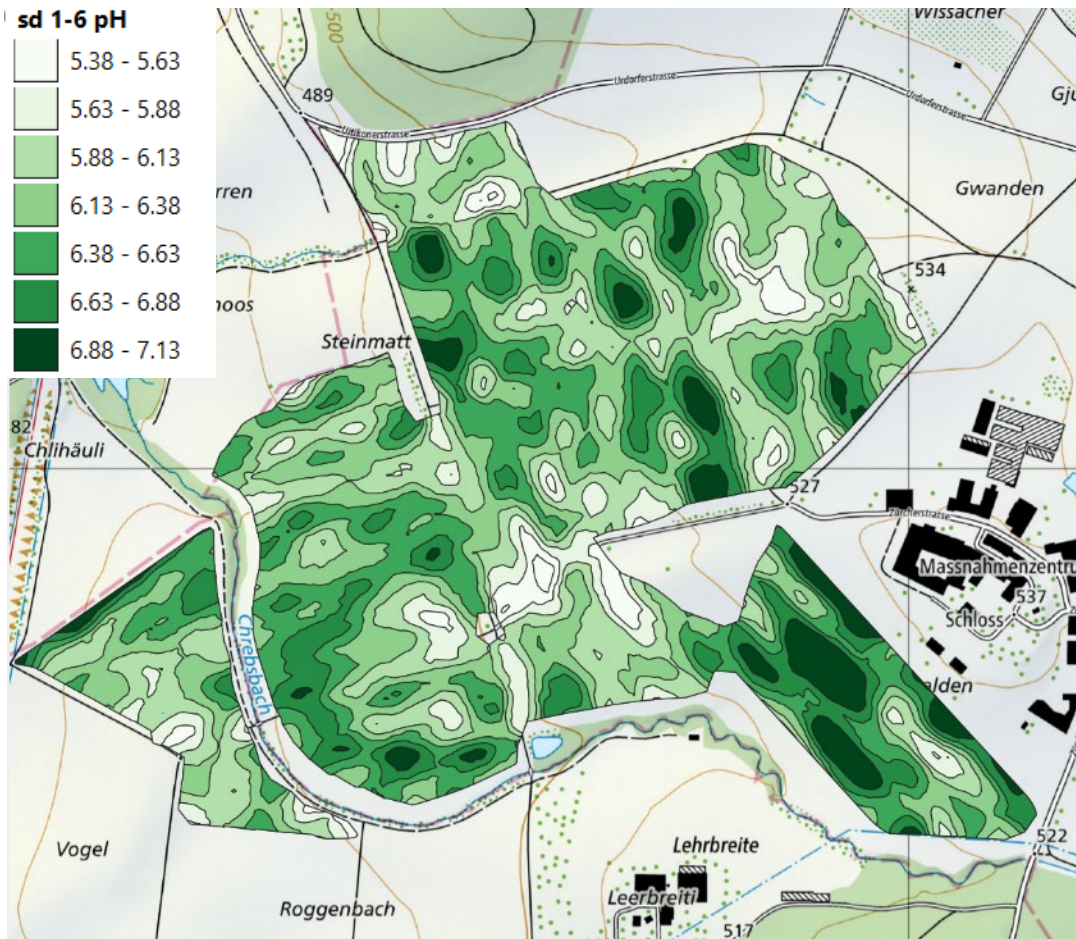


<https://www.rh3s.com/product-e.html>

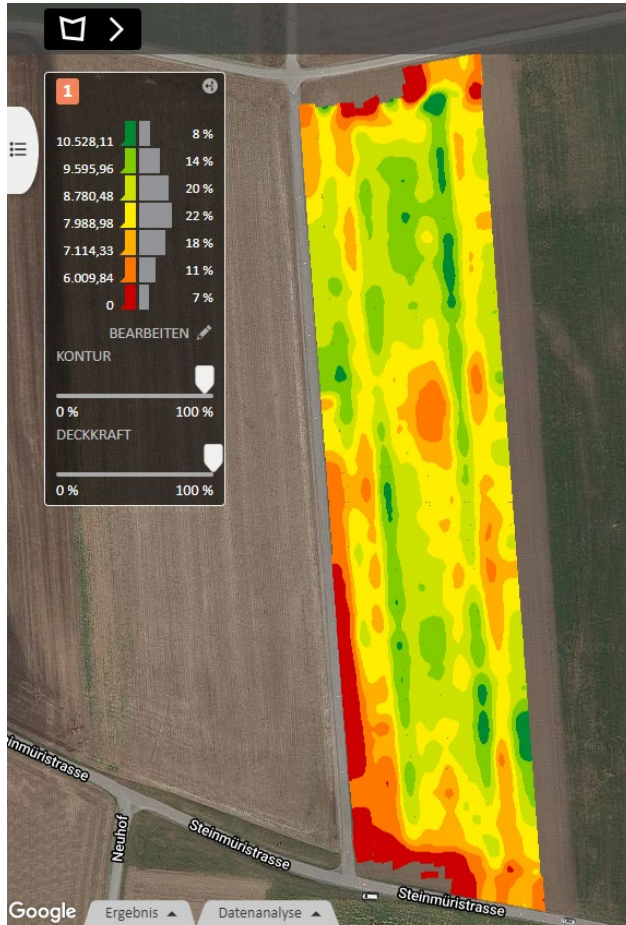
Sensor an Drohne scannt die natürliche radioaktive Strahlung.
Referenzbodenproben werden genommen
Sensordaten + Bodenanalysedaten ergeben eine Bodenkarte



Bodenscan Ergebnisse



Ertragskarten



Nutzen der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung

Literaturangaben

Autor	Jahr	Titel	Region	Kultur	Steigerung		Reduktion
					Ertrag	Protein	N
Closset, M.	2017	Farmstar, Vorstellung der Dienstleistung, 5. Nationale Ackerbautagung	Frankreich	Weizen	250 kg/ha	+0.4 bis +1.6 %	
Argento, F. et al	2022	Crop imaging and soil adjusted variable rate nitrogen application in winter wheat	Schweiz	Weizen			-10%
Vista		Bearbeitung im Map-Overlay-Verfahren	Deutschland	Weizen	50 Eur /ha		
Kazlauskas, M. et al	2022	The Comparison Analysis of Uniform-and Variable-Rate Fertilizations on Winter Wheat Yield Parameters Using Site-Specific Seeding	Litauen	Weizen	bis 14.55 %	bis 12.56 %	- 14 kg N / ha
Stamatiadis, S. et al	2017	Variable-rate nitrogen fertilization of winter wheat under high spatial resolution	Griechenland	Weizen	gleich		-38%
Elbl, J. et al	2017	VARIABLE RATE NITROGEN APPLICATION ON WINTER WHEAT FIELDS IN CENTRAL EUROPE CONDITION: IMPACT ON QUALITATIVE PARAMETERS OF GRAIN AND CONTENT OF NITROGEN IN PLANT	Tschechien	Weizen		7%	
BAYER	2021	A variable rate N trial has delivered a £105/ha winter wheat margin gain for a Notts estate.	England	Weizen	+105£		
Milics, G. et al	2019	Effect of variable rate phosphorus and nitrogen fertilizing on winter wheat (Triticum aestivum L.) in Mezoföld, Hungary	Ungarn	Weizen	+ 1.19 t/ha		-108 kgN/ha

**Wie hoch ist der zusätzliche
Umweltnutzen?**



Kosten – Nutzen VRA

Mineraldünger

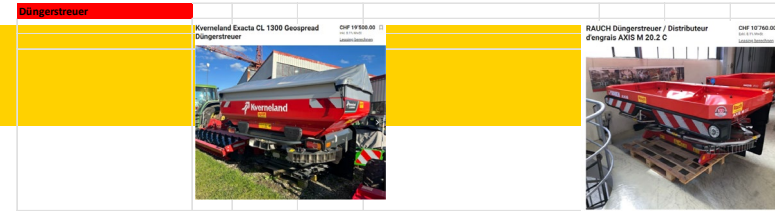
Aufwand							
Normaufwand Hilfsstoff	140	kg N / ha					
Nährstoffgehalt Dünger	27	%					
Bedarf N-Dünger	518.5	kg / ha					
Preis Hilfsstoff	50	Fr. / dt					
Aufwand N-Düngung	259	Fr. / ha					
Ertrag							
Normertrag	70	dt / ha					
Preis Erntegut	58.5	Fr. / dt					
Einnahmen Erntegut	4095	Fr. / ha					

		Aufwandminderung Düngerreduktion					
		0%	5%	10%	15%	20%	
		0 Fr./ha	13 Fr./ha	26 Fr./ha	39 Fr./ha	52 Fr./ha	
Ertragssteigerung	0%	0 Fr./ha	0 Fr./ha	13 Fr./ha	26 Fr./ha	39 Fr./ha	52 Fr./ha
	5%	205 Fr./ha	205 Fr./ha	218 Fr./ha	231 Fr./ha	244 Fr./ha	257 Fr./ha
	10%	410 Fr./ha	410 Fr./ha	422 Fr./ha	435 Fr./ha	448 Fr./ha	461 Fr./ha
	15%	614 Fr./ha	614 Fr./ha	627 Fr./ha	640 Fr./ha	653 Fr./ha	666 Fr./ha
	20%	819 Fr./ha	819 Fr./ha	832 Fr./ha	845 Fr./ha	858 Fr./ha	871 Fr./ha

Organischer Dünger

Aufwand							
Normaufwand Hilfsstoff	140	kg N / ha					
Nährstoffgehalt Dünger	11	%					
Bedarf N-Dünger	1272.7	kg / ha					
Preis Hilfsstoff	91.6	Fr. / dt					
Aufwand N-Düngung	1166	Fr. / ha					
Ertrag							
Normertrag	50	dt / ha					
Preis Erntegut	108	Fr. / dt					
Einnahmen Erntegut	5400	Fr. / ha					

		Aufwandminderung Düngerreduktion					
		0%	5%	10%	15%	20%	
		0 Fr./ha	58 Fr./ha	117 Fr./ha	175 Fr./ha	233 Fr./ha	
Ertragssteigerung	0%	0 Fr./ha	0 Fr./ha	58 Fr./ha	117 Fr./ha	175 Fr./ha	233 Fr./ha
	5%	270 Fr./ha	270 Fr./ha	328 Fr./ha	387 Fr./ha	445 Fr./ha	503 Fr./ha
	10%	540 Fr./ha	540 Fr./ha	598 Fr./ha	657 Fr./ha	715 Fr./ha	773 Fr./ha
	15%	810 Fr./ha	810 Fr./ha	868 Fr./ha	927 Fr./ha	985 Fr./ha	1'043 Fr./ha
	20%	1'080 Fr./ha	1'080 Fr./ha	1'138 Fr./ha	1'197 Fr./ha	1'255 Fr./ha	1'313 Fr./ha



		Düngerstreuer HiqTech		Düngerstreuer normal	
Eingabeposition	Einheit	pro Jahr	pro AE	pro Jahr	pro AE
Anschaffungspreis	Fr.	19500		10760	
Auslastung pro Jahr	AE	100	Hektaren	100	Hektaren
Abschreibungszeit	Jahre	12		12	
Technische Nutzungsdauer	AE	2400	Hektaren	2400	Hektaren
Auslastungsgrad	%	1%		1%	
Restwert	Faktor	0.25		0.25	
Restwert eigene Eingabe	Fr.				
Belastungsgrad Motor	%				
Reparatur- Unterhaltsfaktor RUF	Faktor	0.8	Fr. 650 /Jr.	0.8	Fr. 359 /Jr.
Gebäudebedarf	m3	20		20	
Verwaltungs- und Risikozuschlag	%	10%		10%	
Weitere Zuschläge	%	0%		0%	
Kostenberechnung in Fr.					
Abschreibung		1219		673	
Zinskosten		205		113	
Gebäudekosten		140		140	
Versicherungen und Gebühren		39		22	
Total Fixe Kosten		1603	16.03	948	9.48
Reparaturen und Unterhalt		6.50		3.59	
Treibstoff		0.00		0.00	
Hilfsstoffe		0.00		0.00	
Total Variable Kosten		6.50		3.59	
Entschädigungsansatz netto (ohne Zuschläge)		22.53		13.07	
Entschädigungsansatz inkl. Zuschläge		24.78		14.37	
		Differenz Düngerstreuer (Fr. / ha)			
		10.41			

		Automatisches Lenksystem	
Eingabeposition	Einheit	pro Jahr	pro AE
Anschaffungspreis	Fr.	15500	
Auslastung pro Jahr	AE	150	Stunden
Abschreibungszeit	Jahre	10	
Technische Nutzungsdauer	AE	10000	Stunden
Auslastungsgrad	%	15%	
Restwert	Faktor	0.25	
Restwert eigene Eingabe	Fr.		
Belastungsgrad Motor	%		
Reparatur- Unterhaltsfaktor RUF	Faktor	0.15	Fr. 35 /Jr.
Gebäudebedarf	m3	0	
Verwaltungs- und Risikozuschlag	%	10%	
Weitere Zuschläge	%	0%	
Kostenberechnung in Fr.			
Abschreibung		1163	
Zinskosten		163	
Gebäudekosten		0	
Versicherungen und Gebühren		957	
Total Fixe Kosten		2283	15.22
Reparaturen und Unterhalt		0.23	
Treibstoff		0.00	
Hilfsstoffe		0.00	
Total Variable Kosten		0.23	
Entschädigungsansatz netto (ohne Zuschläge)		15.45	
Entschädigungsansatz inkl. Zuschläge		17.00	
Arbeitsleistung 120 a/h	Fr./ha	14.16	
		Differenz Lenksystem (Fr. / ha)	
		14.16	

Differenz Düngerstreuer für 3 Gaben (Fr. / ha)		31.23
Differenz Düngerstreuer + GNSS-Traktor (Fr. / ha)		24.57
Differenz Düngerstreuer + Lenksystem für 3 Gaben (Fr. / ha)		73.72



Wirtschaftlichkeit VRA

Verteuerung	
Düngerstreuer	ca Fr. 10.- / ha
Lenksystem ca Fr. 15.- / h (ev schon vorhanden)	ca Fr. 10 / ha
Applikationskarte	ca Fr. 5.- / ha
Aufwand Erstellung (10 min) bei Flächen von 2 ha (Stundenlohn Fr. 30.- /h; 10 min = Fr. 5.-; bei zwei Hektar → Fr. 2.50 / ha)	ca Fr. 2.50 / ha
Mehrkosten pro Gabe	ca Fr. 27.50 / ha
Mehrkosten bei 3 Gaben	ca Fr. 80.- / ha

Düngermenge bei 140 kgN/ha mit Azopower PluS 11 N
 → 1270 kg Azopower PluS pro ha
 → Düngerkosten für N-Dünger von **1166 Fr. / ha**

BIO-Düngerbestellung Februar-2026

				Lieferung via LANDI-Lager Preis/100-kg 1-5-Pal.	Lieferung via STRECKE Preis/100-kg ab 6-Pal.
Organische Stickstoffdünger					
LANDOR-N-Bio	12N	→	30x25kg	109.00	99.00
Azomix	12N	→	1x750kg	92.60	82.60
Azoplum	13-N	→	40x25kg / 2x500kg	104.40	94.40
Azopower-PluS	11N + 2Mg + 6S	→	40x25kg / 2x500kg	91.60	81.60

Beitrag für den effizienten Stickstoffeinsatz im Ackerbau



Der Beitrag fördert den effizienten Einsatz von Stickstoffdüngern im Pflanzenbau. Durch eine bessere Stickstoffverteilung innerhalb des Betriebs und den Anbau von Leguminosen, werden alternative Stickstoffzufuhren unterstützt.

- Anmeldbar sind die Ackerflächen des Betriebs,
- Die Zufuhr an Stickstoff darf gesamtbetrieblich 90 % des Bedarfs der Kulturen nicht übersteigen.

Massgebend sind die detaillierten Bestimmungen in der Direktzahlungsverordnung.

Der Beitrag beträgt pro Hektare und Jahr: 100 Fr.



Software für Applikationskartenerstellung

<i>Art</i>	<i>Produkt</i>	<i>Link</i>
Spezialisierte Software	T3RRA Paint	http://paint.t3rra.com
	AtFarm	https://www.at.farm/de/home
	Cropsat	https://cropsat.com/de/de-de/
		www.applikationskarte.de www.vantage-agrometius.nl/de/applikationskarten/
	GeoPard	https://geopard.tech/de
	TerraZo	https://terrazo.josephinum.at/de/overview
	One Soil	https://onesoil.ai/de
	Spacenus	https://www.spacenus.com/
FMIS	Next Farming OFFICE	https://www.nextfarming.de/produkte/next-farming-live/
	Next Farming PRO	https://www.nextfarming.de/software/next-farming-pro/
	My John Deere AGRIAN	https://myjohndeere.deere.com/
	PLANTIVO	https://www.plantivo.de/
	Climate Fieldview	https://climatefieldview.de/
	My Data Plant	https://www.mydataplant.com
	Xarvio Field Manager	https://www.xarvio.com/de/de/FIELD-MANAGER.html

Hinweis: Nicht alle Programme sind in der Schweiz verfügbar. Teils ändert auch die Verfügbarkeit. Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



Düngestrategien

← Previous



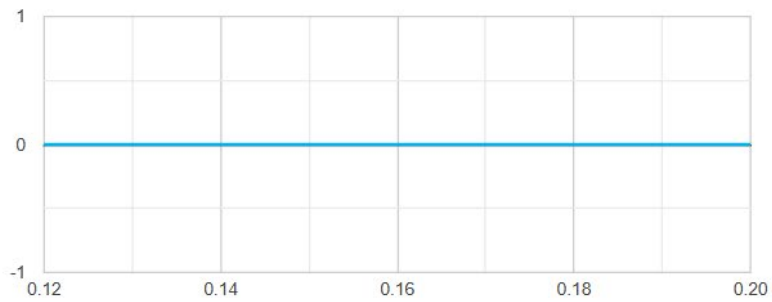
PREFERENCES

Here you can see how the vegetation index varies within your parcel. Select a strategy below to determine the N rate for selected parcels.

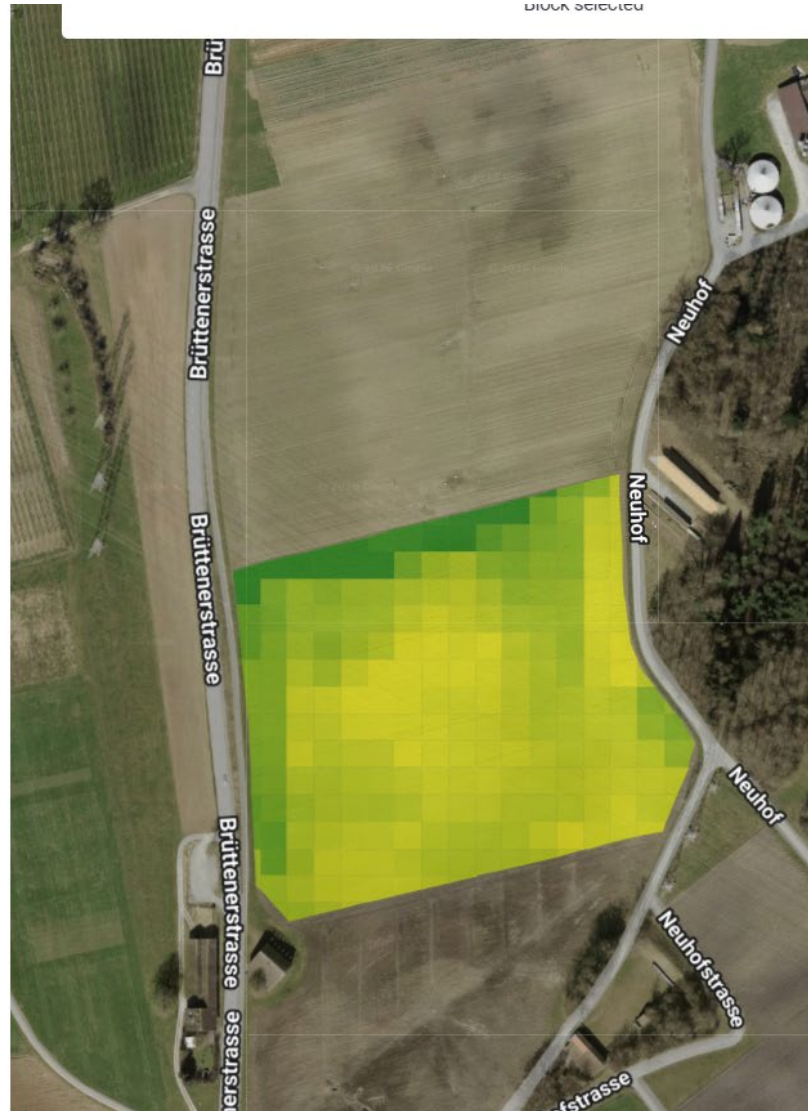
Rate

kg/ha l/ha




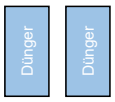
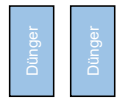
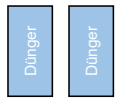
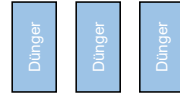
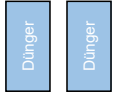

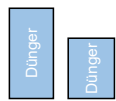
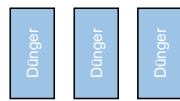
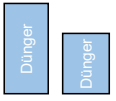
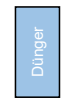
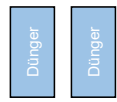
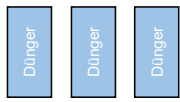
Numbers below show the vegetation index for five different intervals. Enter desired N rate in kg/ha for each interval.



Index	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
kg/ha	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Düngestrategien

		Ertragspotential oder aktuelle Biomassekarte		
				
Düngungsstrategie	Einheitlich			
	Mehr bei geringem Potential oder geringer Biomasse			
	Mehr bei mittlerem Potential oder mittlerer Biomasse			
	Mehr bei hohem Potential oder hoher Biomasse			



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fragen

