

VIA Natura 2000



Cornelia Weist, Felix Reinsch & Jörg Perner

U.A.S. Umwelt- und Agrarstudien GmbH



Aufgaben-Schwerpunkte U.A.S.:

- Biotopverbundplanungen
- Koordination des ökologischen Monitorings
- Drohnenbefliegungen und Berechnung von Blüten-Indizes
- Wissenschaftliche Begleitung des Projektes

Drohenschrägbild: U.A.S.

Ergebnisse

12.09.2025 | VIA Natura 2000 Abschlusstagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektergebnisse

1. Blüten-Indizes aus Drohnenbefliegungsdaten
2. Landschaftsstrukturmaße zur Quantifizierung der Biotopverbundplanungen und Projektmaßnahmen

VIA Natura 2000



1. Blüten-Indizes aus Drohnenbefliegungsdaten

Einleitung & Zielstellung

- Zwei Anwendungsgebiete



Luftbildverarbeitung / Prozessierung

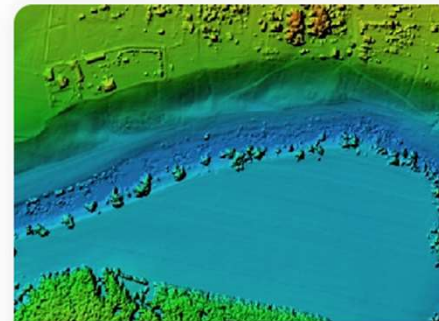
- 200 bis 700 Fotos zu Orthomosaik verarbeitet
- Flughöhe 30 m bis 40 m
- Räumliche Auflösung 0,82 cm bis 1,10 cm
- Prozessierung: Agisoft Metashape



Photogrammetric triangulation



Dense point cloud: editing and classification



Digital elevation model: DSM/DTM generation and editing



Georeferenced orthomosaic generation

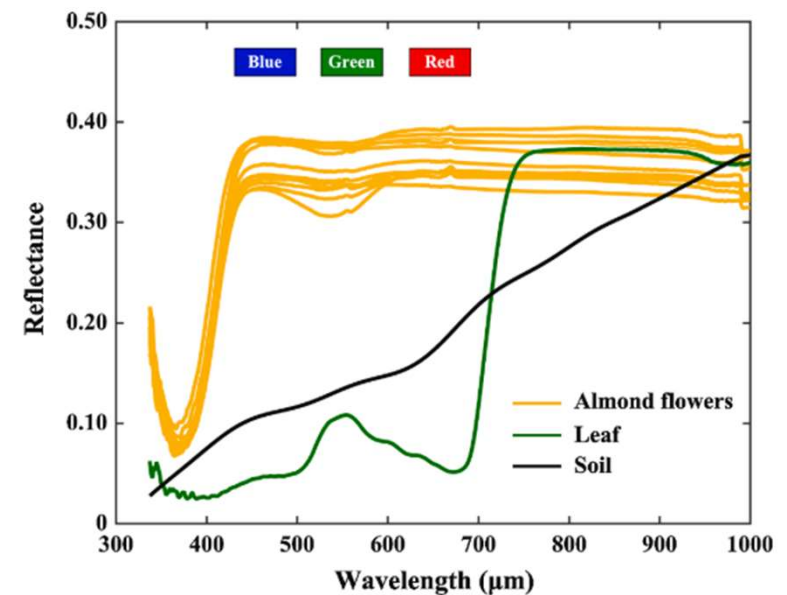
Luftbildverarbeitung / Prozessierung

- Eigene Recherche 2023 – Studienlage überschaubar
„ein idealer Blütenindex sollte Blütensignal verstärken und gleichzeitig Boden- und Blättersignal abschwächen“ (Chen et al. 2019)



$$EBI = \frac{R + G + B}{(G/B) \cdot (R - B + 256)}$$

(Enhanced Bloom Index)



Luftbildverarbeitung / Prozessierung (ArcGIS und R)

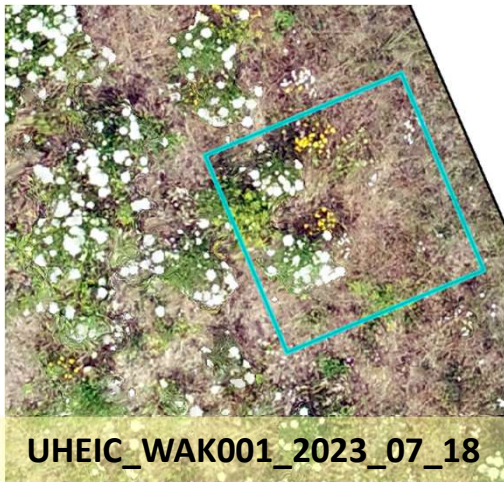
```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
VIA_Clip_Lea.R VIA_Index_Lea.R
Source on Save
1 ### Skript zum Zuschneiden von RGB Bildern anhand von Shapefiles. (Für Projekt VIA optimiert, multicore) ###
2 ### Autor: Lea Elflein ###
3
4 ##### 0. Pakete und Vorbereitung Parallelisierung #####
23 ##### 1. Manuelle Variablen #####
24
25 ### 1.1 Arbeitsverzeichnis
26 via_dir <- file.path("H:\\Befliegungen_2023\\VIA") # H: -> Elements neu
27
28 ### 1.2 Ort, VIA-ID und Buffer
29 ort <- c("KYF-Badra") # wie Ordner benennen
30 via_id <- c("KYF001")
31 buffer_no <- c(1,2,3,4,5) # Nummer des Buffers am Ort z.B. "GIK-IK004-4" und "GIK-IK004-5" wären buffer_no
32
33 ### 1.3 nötige Arbeitsschritte für jew. Orte (TRUE|FALSE) Anz. T/F je nach Ort
34 # 1.3.1 Vorbereitungen
35 input_copy <- c(T,T,T,T,T) # RGB in VIA_Input kopieren?
36 |
37 # 1.3.2 Zuschnitte
38 area_crop <- c(T,T,T,T,T) # Saumzuschnitt?
39 buffer_crop <- c(T,T,T,T,T) # Bufferzuschnitt ("Quadrat" im Saum)?
40
41 # 1.3.3 Aufräumen
42 input_remove <- c(T,T,T,T,T) # RGB Kopien aus VIA_Input entfernen?
43 temp_remove <- F # Tmp-Ordner entfernen?
44
45
46 ##### 2. Schleife für Berechnung #####
47 foreach(a = 1:length(ort), .packages = packages_list_para) %do% {
48
49   ##### 2.1 Ordner anlegen und definieren #####
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

```
RStudio
File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help
VIA_Clip_Lea.R VIA_Index_Lea.R
Source on Save
34 clip_names <- grep(clip_names, pattern = "\\_rgb_clip.tif", value =
35 clip_names <- paste0(substr(clip_names, 1, nchar(clip_names)-13))
36 tab_name <- clip_names[1]
37 tab_name <- paste0(substr(tab_name, 1, nchar(clip_names)-13))
38
39 ##### 2. schleife #####
40
41 stat_table <- as.data.frame(foreach(i = 1:length(clip_names), .packa
42
43 # clip wählen
44 rgb <- rgb[i]
45 rgb_image <- stack(rgb)
46 clip_name <- clip_names[i]
47
48 # Kanäle abspeichern
49 R<- rgb_image[[1]]
50 G<- rgb_image[[2]]
51 B<- rgb_image[[3]]
52
53 # Indices
54 EBI <- (R+G+B)/(((G)/(B))*(R-B+256))
55 EBI[is.infinite(EBI)] <- NA
56
57 RGBVI <- ((G^2)-(R*B))/((G^2)+(R*B))
58 NGRDI <- (G-R)/(G+R)
59 NDYI <- (G-B)/(G+B)
60
61 # Statistik
62 mean_EBI <- cellStats(EBI, 'mean', na.rm = TRUE)
63 median_EBI <- quantile(EBI, probs = c(0.5), na.rm = TRUE)
64 perc_EBI <- quantile(EBI, probs = c(0.9), na.rm = TRUE)
65 sd_EBI <- cellStats(EBI, 'sd', na.rm = TRUE)
66
```

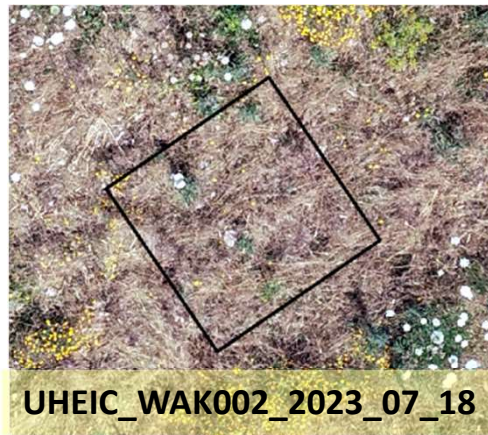
VIA Natura 2000



„gute Säume“ – hoher EBI



UHEIC_WAK001_2023_07_18



UHEIC_WAK002_2023_07_18

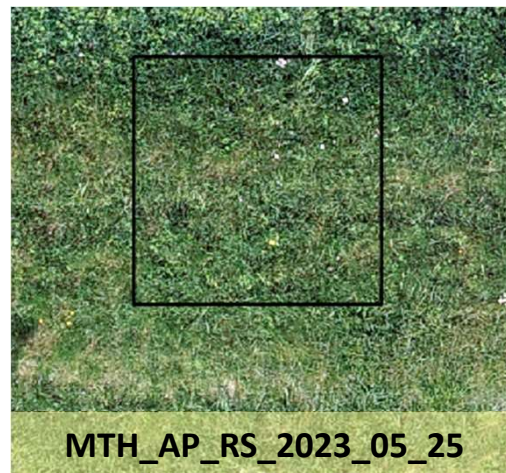


MTH_SOEM001_2023_06_19

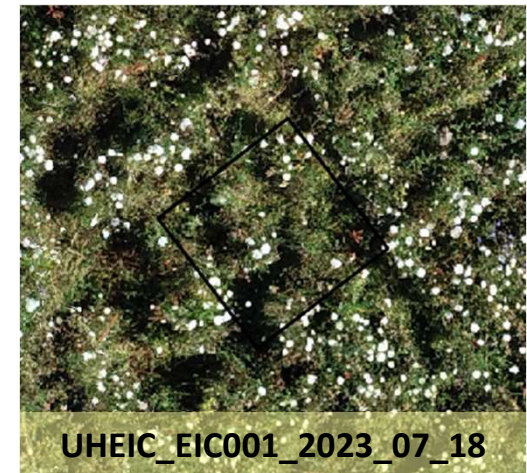
„schlechte Säume“ – niedriger EBI



GIK_IK002_2023_05_25



MTH_AP_RS_2023_05_25



UHEIC_EIC001_2023_07_18



Erarbeitung eines Verfahrens zur Nutzung von Blüten-Indizes bei der Bewertung von Feldrainen auf Grundlage von Drohnendaten

Projektmodul B.Sc. Biologie
Amelie Wechs

Ableitung modifizierter Blüten- bzw. Farbindizes

- Recherche RGB-basierter Blühindizes (EBI, NDYI, NDRI, NDBI)

weiß

gelb

rot

blau

$$EBI = \frac{R+G+B}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$NDYI = \frac{G-B}{G+B}$$

$$NDRI = \frac{R-G}{R+G}$$

$$NDBI = \frac{B-R}{B+R}$$

$$wEBI1 = \frac{(R+G-B)(B+R-G)}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$yEBI1 = \frac{(R-B)(G-B)}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$rEBI1 = \frac{(R-B)(R-G)}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$bEBI1 = \frac{(B-G)(\frac{B}{R})}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$wEBI2 = \frac{(2R+2G+B)(\frac{R+G}{2B})}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$yEBI2 = \frac{(R+G-2B)(\frac{R+G}{2B})}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$rEBI2 = \frac{(R-G)(\frac{R}{B})}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

$$bEBI2 = \frac{(2B-R-G)(\frac{2B}{R+G})}{\frac{G}{B} \cdot (R-B+256)}$$

Methodik

Anteil Summe der Blütenfarben am Gesamtraster:

Summe läuft in 5% Schritten von 0,1% bis 99,9%

Verteilung des übrigen Anteil des Gesamtrasters auf Biomasse und Boden:

Szenario 1:

1:1



Szenario 2:

1:2



Szenario 3:

2:1



→ Model berechnet Indizes für $21 \cdot 23 \cdot 3 = 1449$ Szenarien

Schritte Verhältnis Blüten und Rest

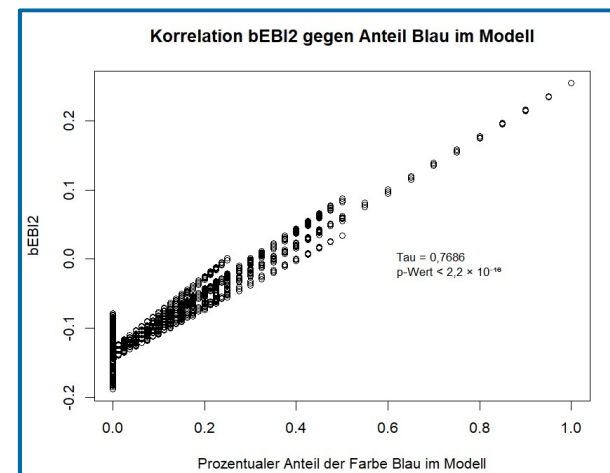
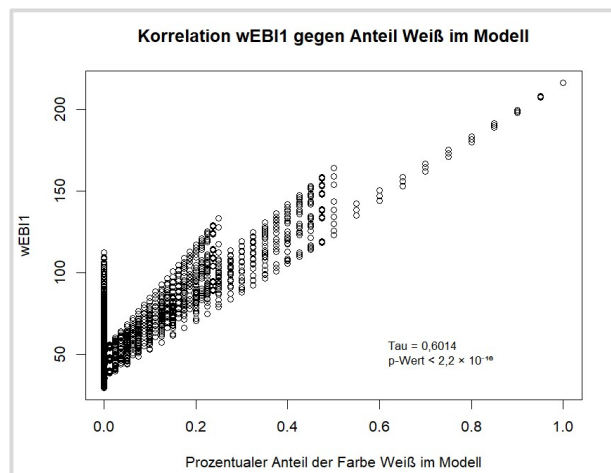
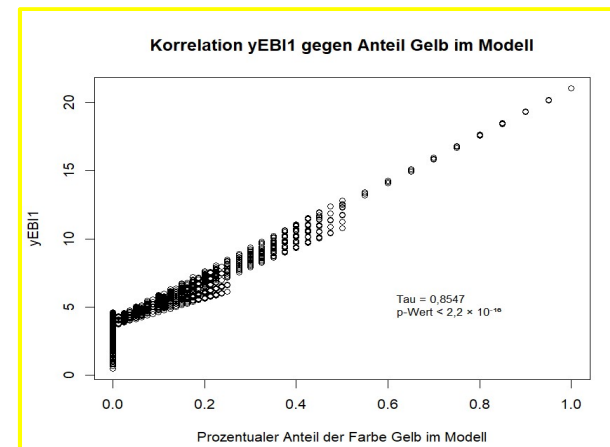
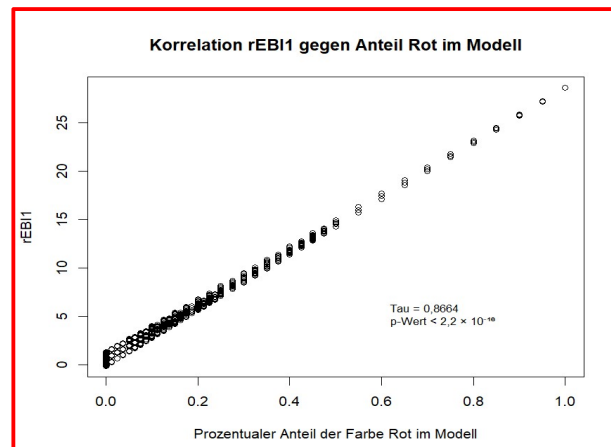
Möglichkeiten Verhältnis der Blütenfarben

Möglichkeit Verhältnis zwischen Biomasse und Boden

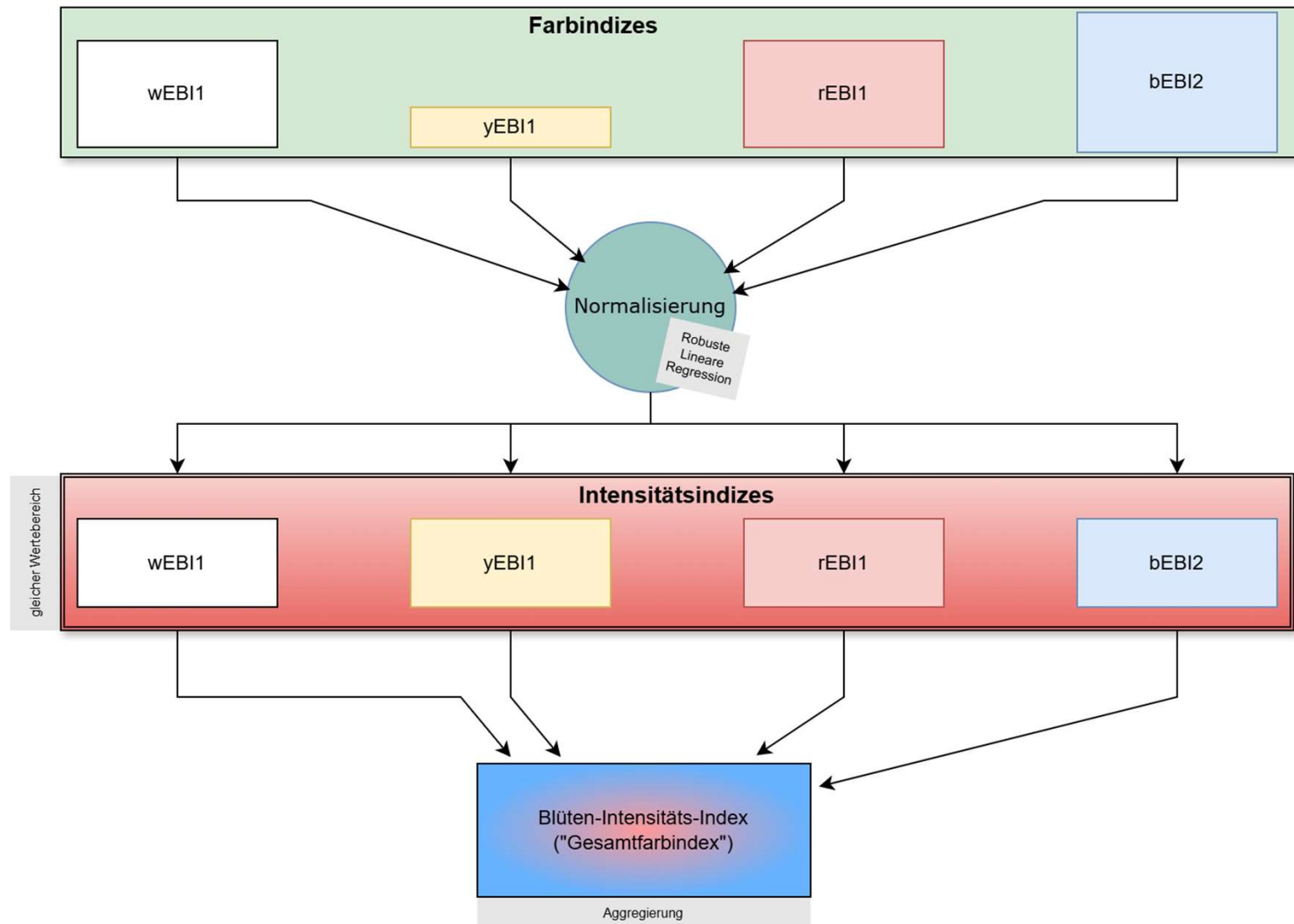


Methodik

Korrelation zwischen Farbindizes und Anteil der Farbklasse im Modell

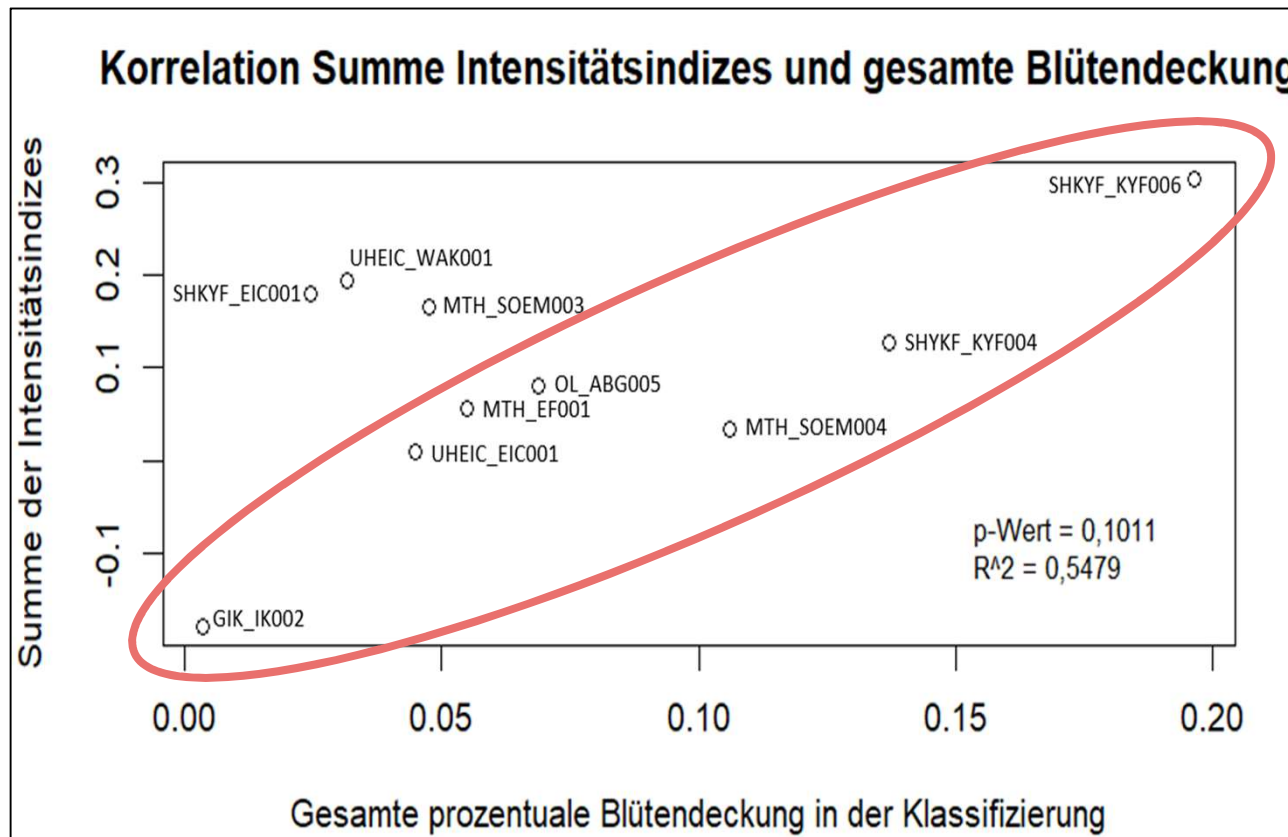


VIA Natura 2000



Ergebnisse

Korrelation zwischen **Summe der Intensitätsindizes** und Deckung auf **realen Säumen**



Pearson-Korrelation der gesamten Blütendeckung und der Summe der Intensitätsindizes der zehn realen Feldraine: Diese ist mit einem $p > 0,05$ nicht signifikant.

VIA Natura 2000



GIK_IK008_Ichtershausen

rEBI_1	yEBI_1	wEBI_1	bEBI_2	SummenIDX
-0,11	0,13	-0,09	-0,03	-0,09

2023



2023_05_22

Etablierungsrate		Zielarten+ZBA		Problemarten		Summe
in %	Wert	Deckung (%)	Wert	Deckung (%)	Wert	Wert
44,7	B	> 10	C	> 40	C	B

rEBI_1	yEBI_1	wEBI_1	bEBI_2	SummenIDX
-0,01	0,32	-0,04	0,01	0,28

2024



2024_06_25

Etablierungsrate		Zielarten+ZBA		Problemarten		Summe
in %	Wert	Deckung (%)	Wert	Deckung (%)	Wert	Wert
63,2	A	85	A	> 40	C	B

VIA Natura 2000



Fazit - Verbesserungsvorschläge

- Indizes weiter optimieren
- Anwendung von Masken (Schatten/Boden)
- Klassifikation verbessern – Objektbasierte Klassifikation
- Verbesserung der Aufnahmebedingungen
 - Flugzeit (Sonnenstand)
 - Blüten Klimax treffen
 - tiefer fliegen für weniger Mischpixel

Fazit

- Farbindizes bieten eine vielversprechende Grundlage für die Bewertung der Blütenverteilung auf Feldrainen, erfordern aber weitere Optimierungen
- Die entwickelten Farbindizes zeigten unterschiedliche Stärken und Schwächen bei der Erfassung der verschiedenen Farbklassen
 - Die Besten: rEBI1, yEBI1, bEBI2, wEBI1
 - Neuentwicklungen besser als vorhandene Indizes
- Die Korrelation zwischen den Farbindizes und der relativen Deckung der Zielfarbe war im Modell signifikant, aber auf realen Feldrainen (noch) nicht.
- Die abgeleiteten Intensitätsindizes ermöglichten eine bessere Vergleichbarkeit zwischen den Farbklassen und die Erstellung eines universellen Index (Gesamtfarindex)

VIA Natura 2000



2. Landschaftsstrukturmaße zur Quantifizierung der Biotopverbundplanungen und Projektmaßnahmen

Aufgaben und Ziele im VIA-Projekt

- Anlage neuer Feldraine
- Verbesserung des Biotopverbundes in der Agrarlandschaft

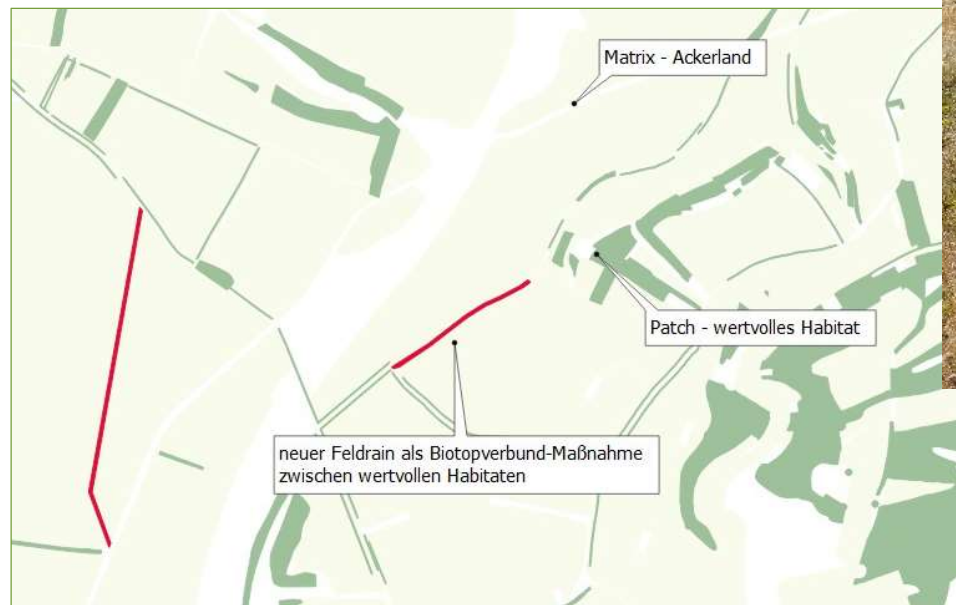


Abb. 1: Verbund im VIA-Projekt als GIS-Darstellung, Quelle: U.A.S. eigene Kartendarstellung, Datengrundlage: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz des TLUBN, © GDI-Th (TLBG, geoportal-th.de)

VIA Natura 2000



Aufgaben und Ziele im VIA-Projekt – Biotopverbundplanung (BVP)

- Ausweisungen von potentiellen Säumen anhand naturschutzfachlicher Kriterien
- Prioritätskategorien hoch, mittel, niedrig im Sinne des Beitrags zum Biotopverbund

Biotopverbundplanung:
Konzept für die Verwaltungsgemeinschaft Kindelbrück

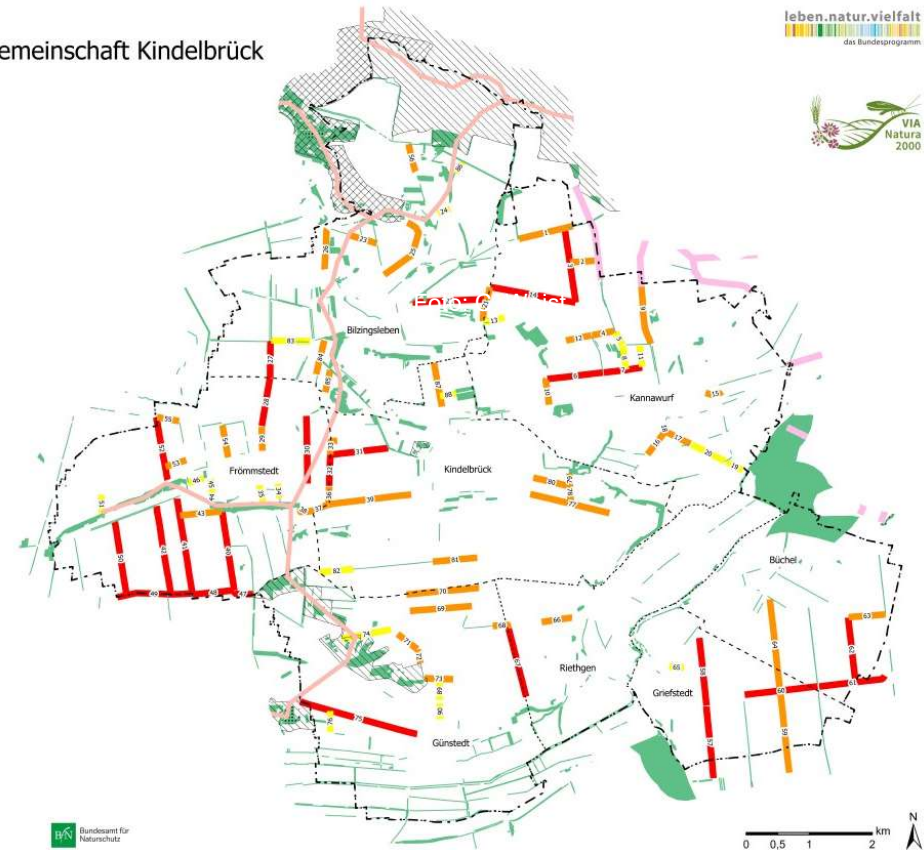
Legende

Potentielle neue Saumstrukturen

- höchste Priorität
- mittlere Priorität
- untergeordnete Priorität
- pot. Saum aus benachbartem BVK

Hintergrundinformationen

- Grenze der Verwaltungsgemeinschaft
- Gemarkungsgrenze
- BVK Th: Korridor Trockenlebensraum
- Kernfläche (KF)
- FND (Teil von KF)
- FFH-Gebiet
- NSG



Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Thüringen

Bundesamt für Naturschutz

Quelle: eigene Darstellung U.A.S. (2022) - Datengrundlagen: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz des TLUBN, © GDI-Th (TLBG, geoportal-th.de), © Freizeit Thüringen (tlubn.thueringen.de/Kartendienst), © 2022 InVeKoS – Antragstellung VERA (Hrsg. TMIL, TLILR)

Abb. 2 VIA-Biotopverbundplanung, Quelle: U.A.S. eigene Kartendarstellung, Datengrundlage: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz des TLUBN, © GDI-Th (TLBG, geoportal-th.de)

Erfolgskontrolle – WIE?

- Evaluation der Planungen / Quantifizierung der tatsächlichen Maßnahmen
- Wunsch für Entscheidungs- und Bewertungsprozesse:

=> Ausdruck der (potentiellen) Veränderungen in Zahlen:

- ✓ die über einfache Hektarangaben hinausgehen
- ✓ Quantifizierung von (potentiellem) Vernetzungsgewinn

- mögliche Lösung: Berechnung von
Landschaftsstrukturmaßen (LSM)

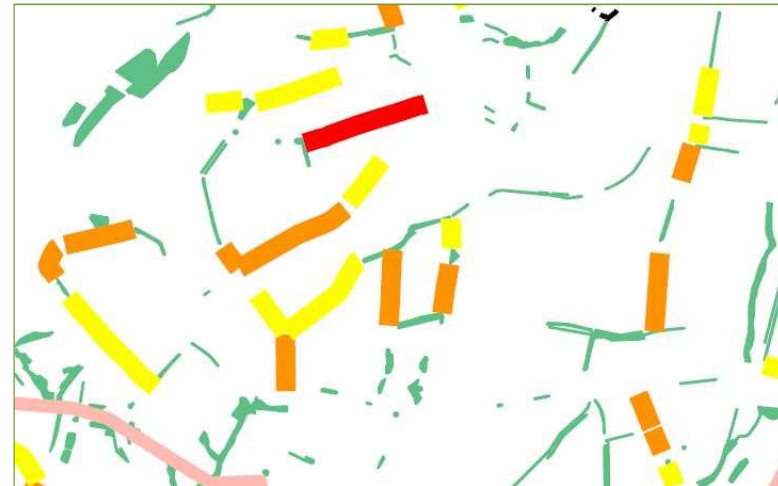


Abb. 3: potentieller Verbund im VIA-Projekt als GIS-Darstellung, Quelle: U.A.S. eigene Kartendarstellung, Datengrundlage: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz des TLUBN, © GDI-Th (TLBG, geoportal-th.de)

Landschaftsstrukturmaße – Patch-Matrix-Modell

- Patch-Matrix-Modell der Landschaftsstruktur: Patches (z.B. best. wertvolle Habitate) sind eingebettet in Matrix (z.B. Ackerland)
- Analyse der Landschaftsstruktur über Flächenanteile / Flächenbilanzen oft ungenügend => Bsp. Erhöhung um 10 % des Saumstrukturanteils => keine Aussage zur Verteilung und Konnektivität der Strukturen

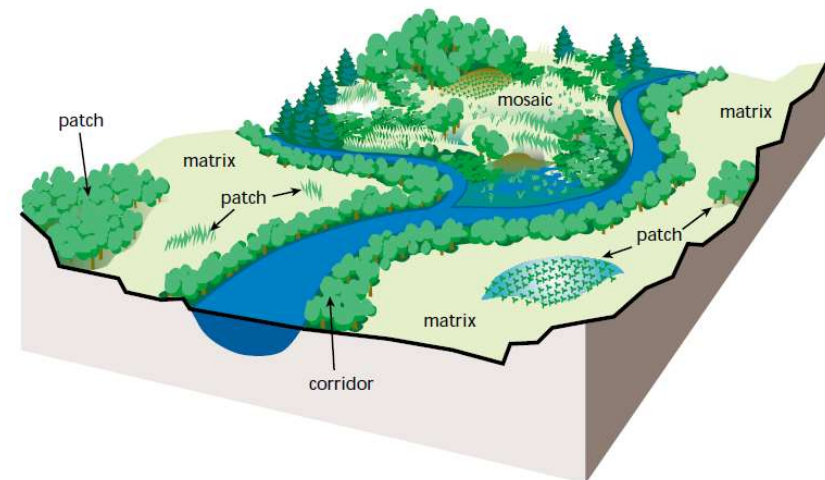


Abb. 4: Darstellung Landschaft als Patch-Matrix-Modell,
Quelle: <https://learn.opengeoedu.de/>

Landschaftsstrukturmaße (LSM):

- erfassen neben Anzahl & Größe auch Form, Randlinien, Fläche & Diversität sowie **Verteilung** der verschiedenen Landschaftselemente & deren **räumliche Beziehung** zueinander
- erlauben **Quantifizieren des räumlichen Musters / der Strukturiertheit** einer Landschaft => Vergleiche von Landschaften / Veränderungen in der Landschaft

Landschaftsstrukturmaße – Eignung für das VIA-Projekt?

- Masterarbeit von Frau Amelie Zosel (Hochschule Anhalt)

?

Inwieweit sind Landschaftsstrukturmaße
als Indikatoren geeignet,
aussagekräftige Abschätzungen im Hinblick auf die
Veränderung des Landschaftsstruktureichtums
sowie die Verbesserung des Biotopverbundes
in unserer Projektregion zu liefern?

- Test auf Sensitivität verschiedener Maße => Auswahl geeigneter Maße
- Anwendung der Maße unter Nutzung der Daten aus der VIA-Biotopverbundplanung
=> potentielle Säume => Evaluierung der VIA-Biotopverbundplanungen

Landschaftsstrukturmaße – Eignung für das VIA-Projekt?

- eingesetzte Software: *FragStats* Version 4.3 von 2024
- McGarigal K., SA Cushman, and E Ene. 2023. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors; available at the following web site: <https://www.fragstats.org>
- Auswahl der LSM unter dem Aspekt der Habitatfunktion für unsere stellvertretend untersuchten Tiergruppen der Wildbienen und Schwebfliegen
 - ✓ **Klassen-Indizes** => Analyse aller Patches eines bestimmten Typs
=> für Insekten wertvolle Habitate bilden die Klasse der Kernflächen
 - ✓ Erreichbarkeit der Habitate
=> Flugradien einbeziehen
 - ✓ Aussagen über Veränderung der Strukturdichte und des Biotopverbundes



Landschaftsstrukturmaße – Auswahl

- **Edge Density (ED)**

- Gesamtheit aller **Ränder** einer Klasse (m/ha)
- hoher Wert der Randliniendichte => Strukturreichtum
- Index für **Kleinstrukturdichte** in Agrarlandschaften

- **Euclidean Nearest Neighbor (ENN)**

- kürzeste Entfernung zum **nächstgelegenen Patch** der gleichen Klasse (m)
- niedriger Wert => viele eng beieinanderliegende, gut verbundene Patches
- Index für **Biotopverbund**: Nähe, Isolation und Vernetzung

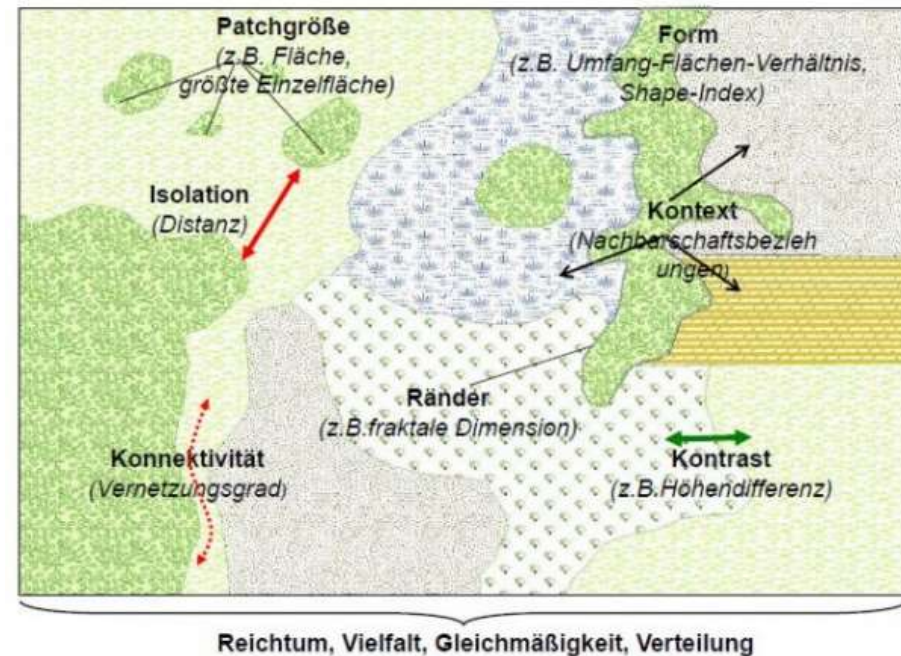


Abb. 5: Landschaftsstrukturmaße im Patch-Matrix-Modell,
Quelle: <https://learn.opengeoedu.de/>

Landschaftsstrukturmaße – Auswahl

- **Proximity Index (PROX)**
 - Entfernung zu **allen Nachbarpatches** der gleichen Klasse innerhalb eines Suchradius (z.B. Aktionsradius Tier) unter **Einbezug der Patchgröße** (dimensionslos)
 - hoher Wert => viele große Patches in Umgebung
 - Index für **Biotopverbund**: Nähe, Isolation und Vernetzung

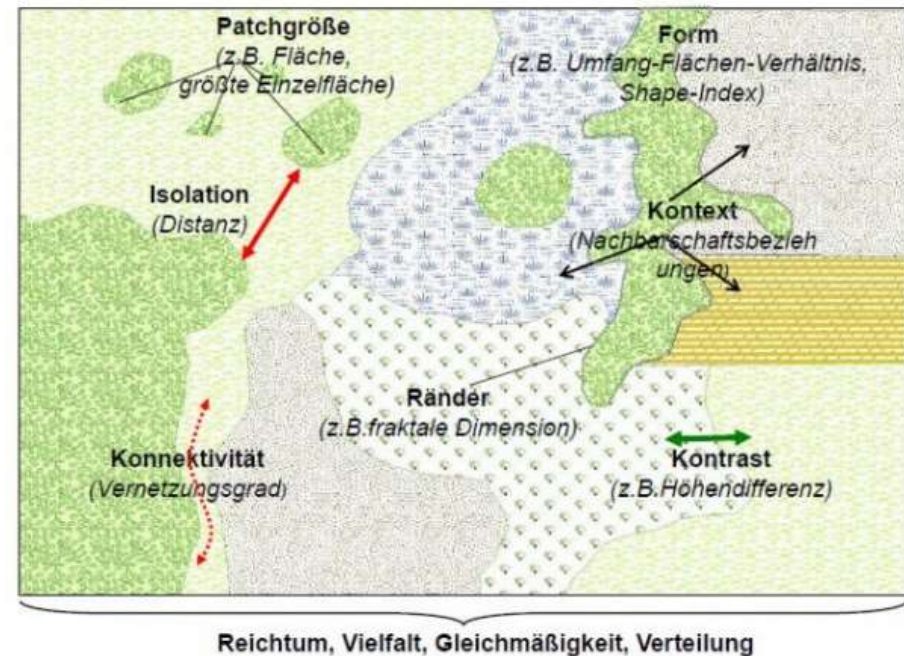


Abb. 5: Landschaftsstrukturmaße im Patch-Matrix-Modell,
Quelle: <https://learn.opengeoedu.de/>

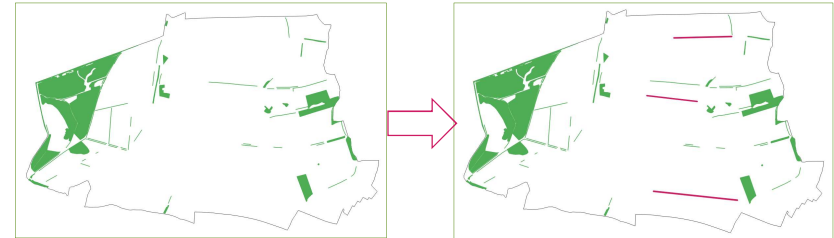
Umgesetzte Maßnahmen Feldrainneuanlage: Beispiel Heygendorf

- Gemarkung im Nordwesten von Thüringen im Gebiet Südharz/ Kyffhäuser
- Ausgangslage: 56 Kernflächen mit ca. 84 ha (937 ha Gesamtfläche)
- Anlage von **drei neuen Feldrainen** mit zusammen ca. **1,5 ha Fläche**
=> **Kernflächenzuwachs von 1,8 %**



Abb. 6+7: Kernflächen sowie Kernflächen und im VIA-Projekt angelegte Säume in der Gemarkung Heygendorf als GIS-Darstellung, Quelle: U.A.S. eigene Kartendarstellung, Datengrundlage: Fachinformationssystem (FIS) Naturschutz des TLUBN, © GDI-Th (TLBG, geoportal-th.de)

Landschaftsstrukturmaße – Vergleich mit / ohne umgesetzte Maßnahmen



- Zunahme der Randliniendichte (ED) => Zunahme Kleinstrukturanteil
- Abnahme der mittleren Distanz zum nächsten Nachbarn (ENN) => weniger Isolation

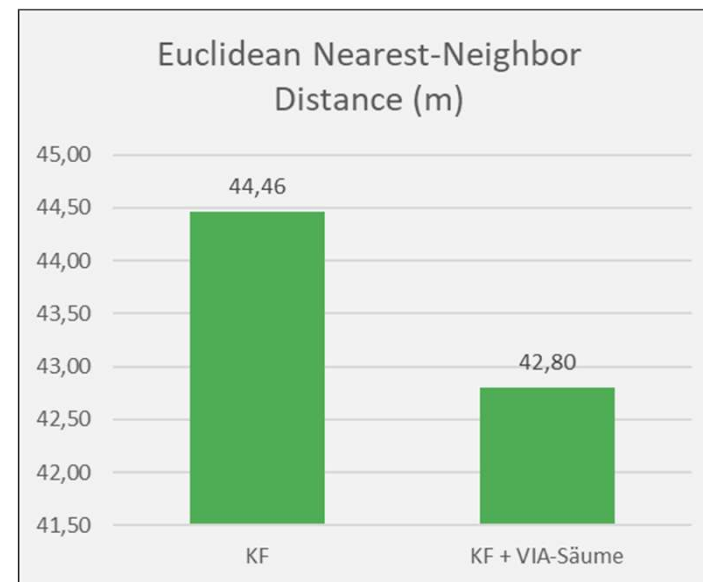
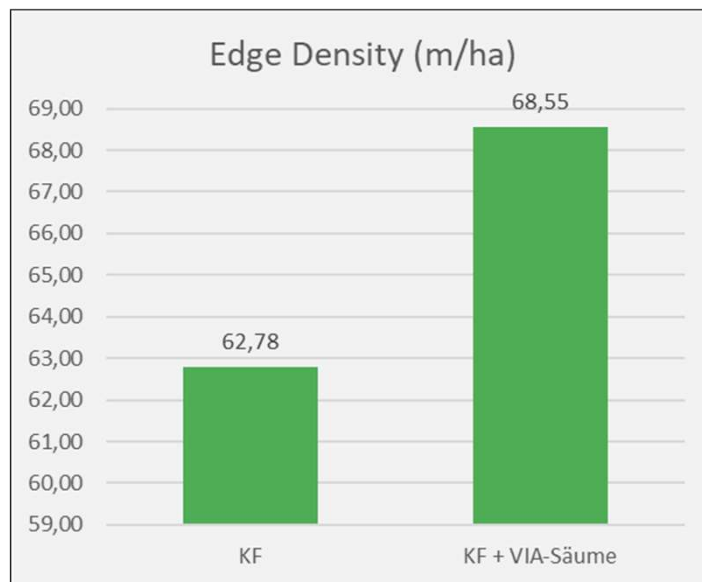


Abb. 8+9: Gegenüberstellung der Werte vor und nach der Anlage neuer Feldraine in der Gemarkung Heygendorf für die LSM *Edge Density* (links) und *Euclidean Nearest-Neighbor* (rechts), Quelle: U.A.S. eigene Darstellung

Landschaftsstrukturmaße – umgesetzte Maßnahmen: Ergebnisse in Abhängigkeit verschiedener Aktionsradien

- Erhöhung des Proximity Index mit steigender Suchradiusweite
- steilster Anstieg zwischen 300m und 500m des Suchradius

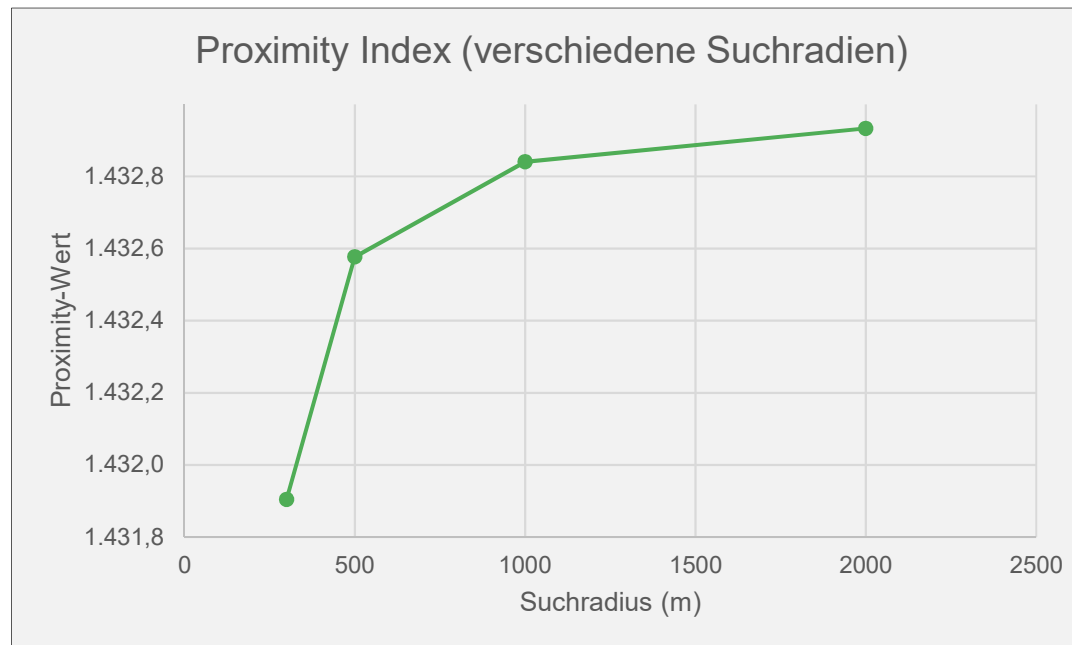


Abb. 10: Anstieg des LSM *Proximity Index* bei steigendem Suchradius für die Kleinstrukturen inkl. der neu angelegten Felddrainage in der Gemarkung Heygendorf,
Quelle: U.A.S. eigene Darstellung

VIA Natura 2000



Kontakt

U.A.S. Umwelt- und Agrarstudien GmbH
Ilmstraße 6
07743 Jena

Tel.: +49 (0) 3641 6281700
Fax: +49 (0) 3641 6281701
E-Mail: info@uas-jena.de
Internet: <http://www.uas-jena.de/>

Ansprechpartner:

Cornelia Weist: c.weist@uas-jena.de / 03641 6281703
Felix Reinsch: f.reinsch@uas-jena.de / 03641 6281704
Dr. Jörg Perner: j.perner@uas-jena.de / 03641 6281702



Das Projekt VIA Natura 2000 wird gefördert im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Diese Präsentation gibt die Auffassung und Meinung des Zuwendungsempfängers des Bundesprogramms Biologische Vielfalt wieder und muss nicht mit der Auffassung des Zuwendungsgebers

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



VIA Natura 2000



Fragen / Anmerkungen / Anregungen

Drohnschrägbild: U.A.S.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



VIA Natura 2000



OL_ABG002_Ingramsdorf

rEBI_1	yEBI_1	wEBI_1	bEBI_2	SummenIDX
0,02	0,12	-0,06	0,02	0,11

2023



2023_07_14

Etablierungsrate		Zielarten+ZBA		Problemarten		Summe
in %	Wert	Deckung (%)	Wert	Deckung (%)	Wert	Wert
71,4	A		A		B	

rEBI_1	yEBI_1	wEBI_1	bEBI_2	SummenIDX
-0,07	0,18	-0,08	0,01	0,04

2024



2024_06_19

Etablierungsrate		Zielarten+ZBA		Problemarten		Summe
in %	Wert	Deckung (%)	Wert	Deckung (%)	Wert	Wert
77,1	A	60	A	10	B	A

VIA Natura 2000



Biologische Vielfalt

Das Bundesprogramm

