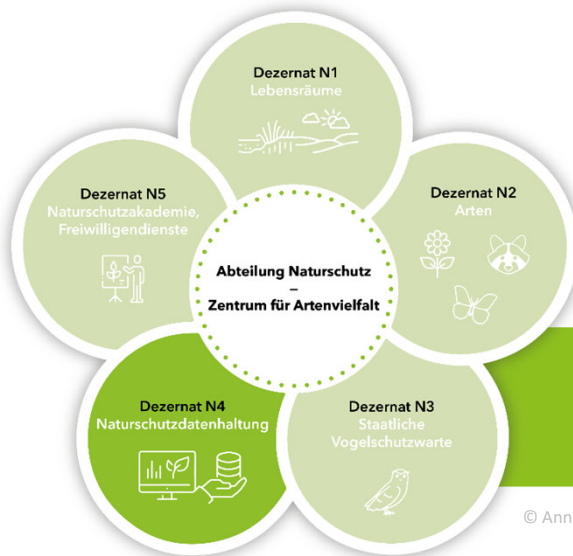


Vom Weltall auf die Wiese: Satellitendaten für Mahdanalyse in Hessen



Visweshwar Arulmozhi Nambi

Wissenschaftlicher Mitarbeiter/ HLNUG Naturschutzdatenhaltung

© Annika Figura / HLNUG

Vom Orbit zur Entscheidung: Satellitenfernerkundung in der Landesumweltverwaltung

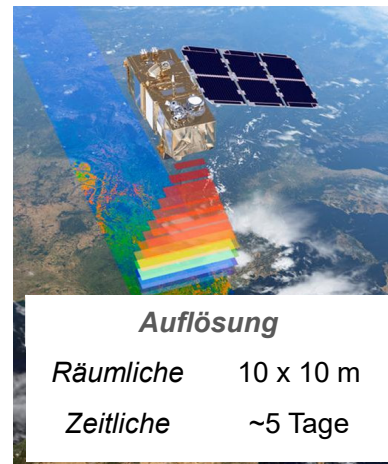
Darmstadt, 02.10.2025

Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse

Kosten- und zeiteffizient ?



Die Bundesregierung plant zukünftig Methoden der Fernerkundung bei Monitoring von Flachland- und Bergland Mähwiesen verstärkt einzusetzen (Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Europäische Kommission vom 28. März 2025)

Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse

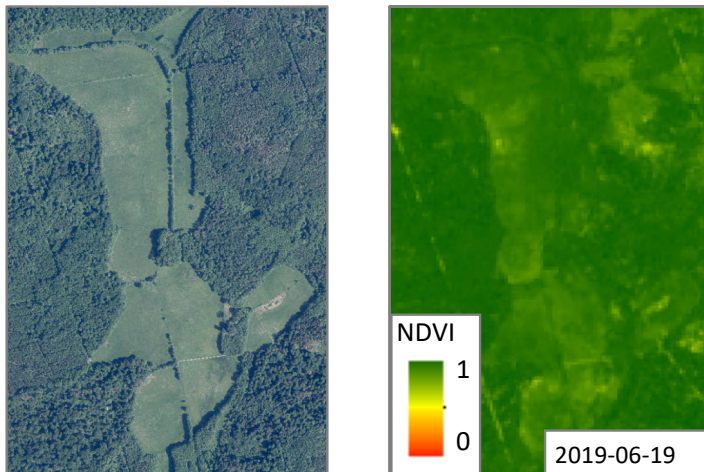


(Scheffheimer Wiesen)

Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse



(Scheffheimer Wiesen)

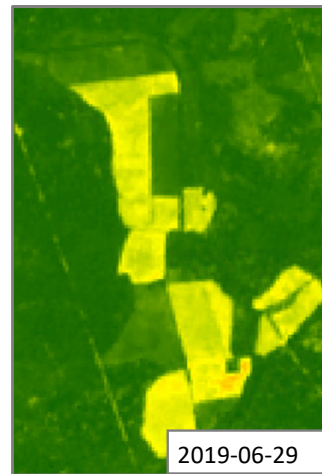
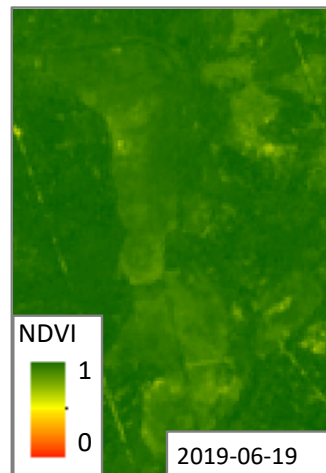
Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse



(Scheffheimer Wiesen)



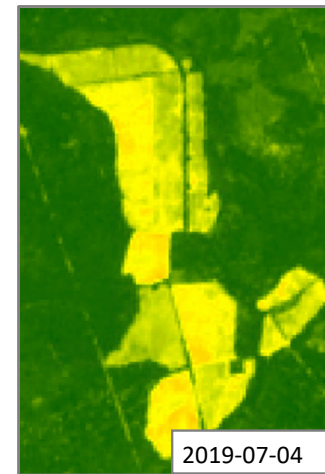
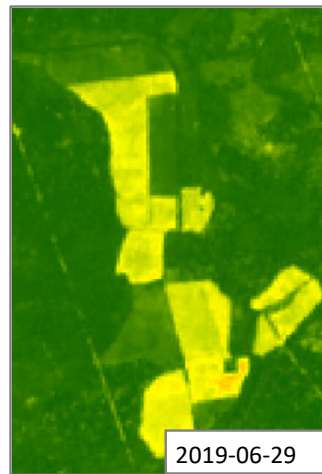
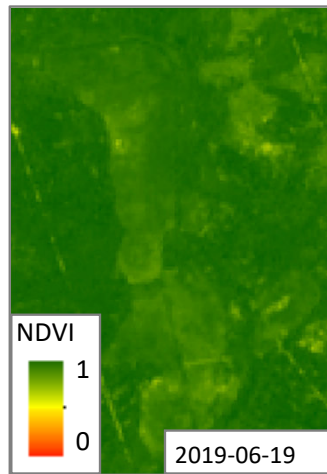
Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse



(Scheffheimer Wiesen)



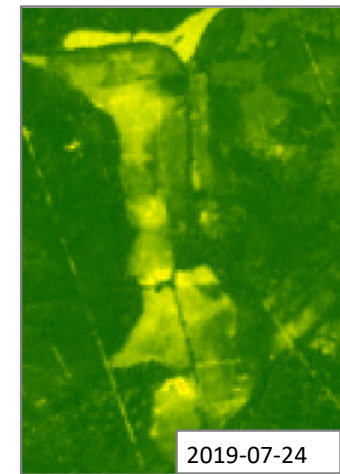
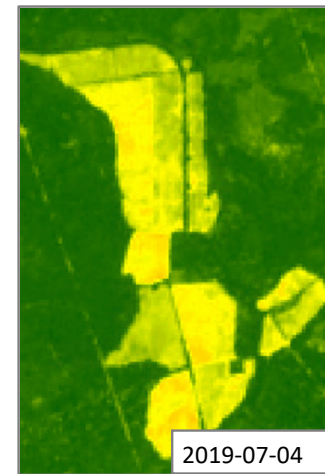
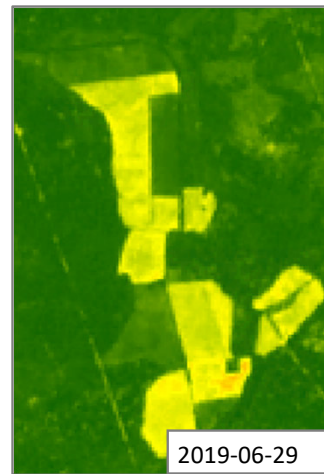
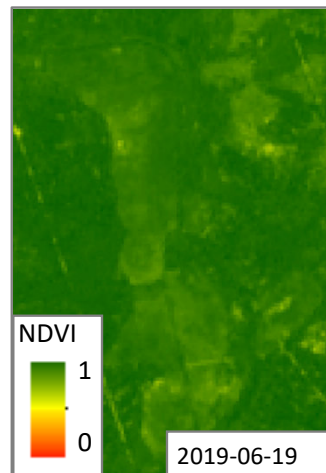
Was ist FELM

Fernerkundungsgestützte Erfassung von Lebensraumtypen für das Natura 2000-Monitoring

- Funktion zur Mahddetektion im ArcMap Add-in FELM
 - entwickelt von der Firma EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH & LANUK NRW
 - Kooperation zwischen Landesämtern für Naturschutz in Sachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen (HLNUG) zur Optimierung
- Mahddetektion mit **Sentinel-2**-Aufnahmen
 - Die Artenvielfalt einer Grünlandwiese wird durch deren landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst
 - **NDVI** bildet Vegetation nach und reagiert auf Mahdereignisse

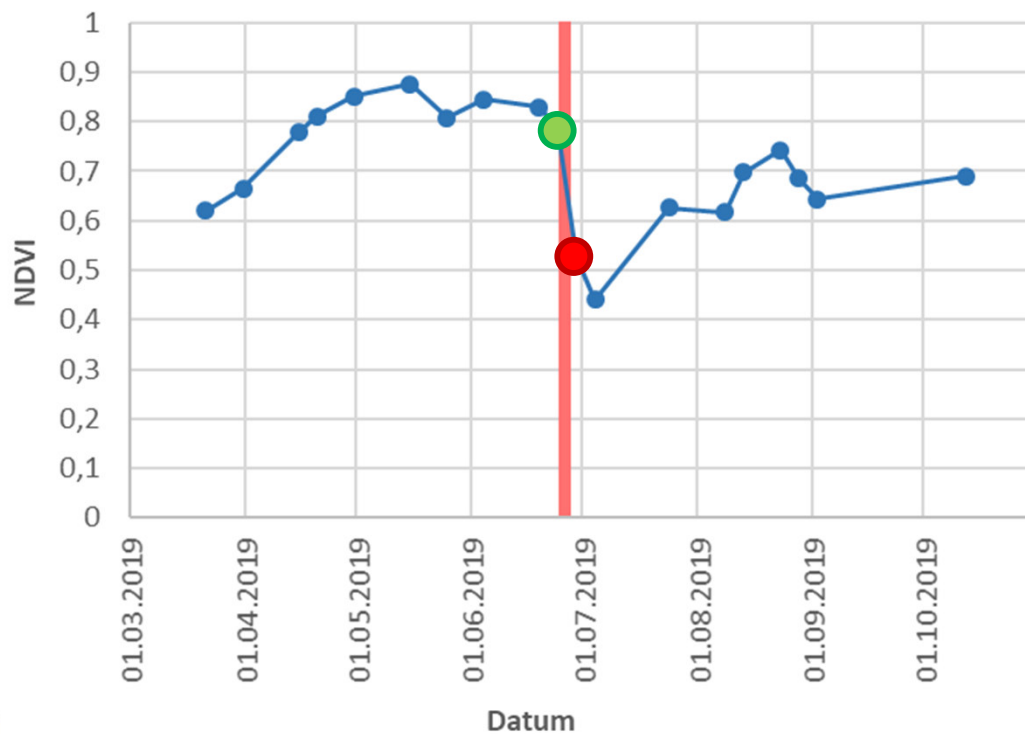


(Scheffheimer Wiesen)



FELM – Mahddetektion mit Sentinel-2-Aufnahmen

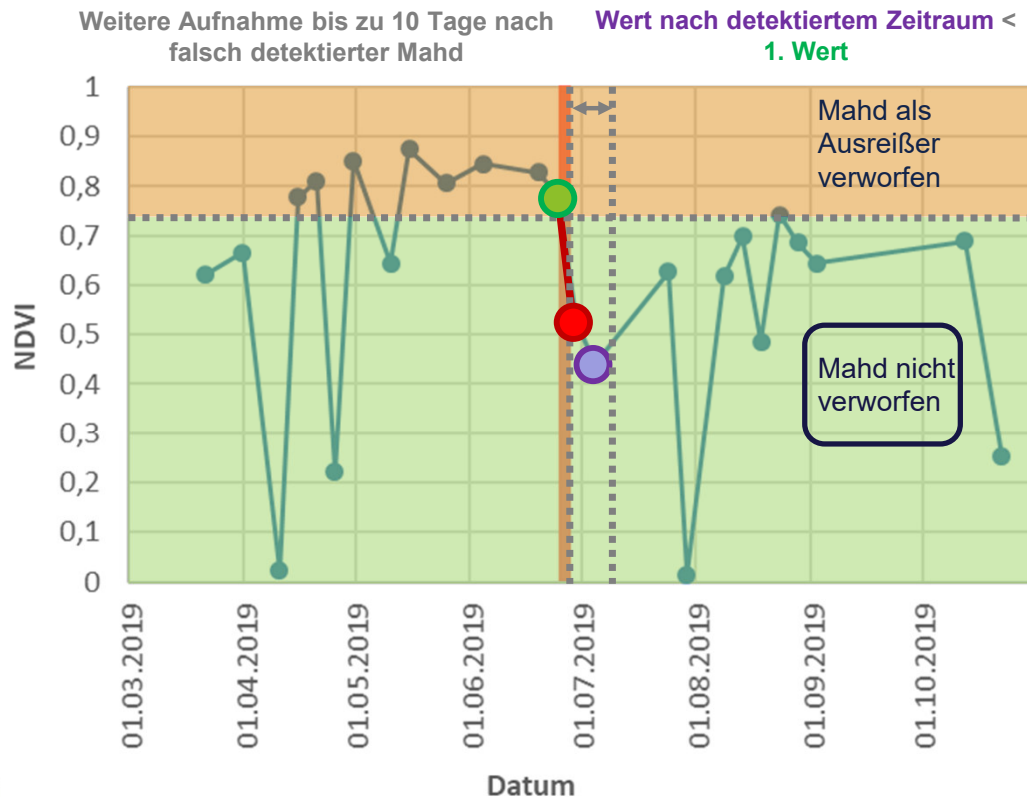
Methode zur Mahddetektion



- NDVI-Verlauf einer Vegetationsperiode wird pro Pixel analysiert
- der NDVI von zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmen wird betrachtet
- 3 Parameter zur Detektion einer Mahd (Grenzwerte können angepasst werden)

FELM – Mahddetektion mit Sentinel-2-Aufnahmen

Methode zur Mahddetektion – Ausreißerdetektion



- Mit Scene-Classification-Layer werden nicht alle Wolken richtig ausmaskiert
- daher Prüfung mit 2 Parametern, ob es sich tatsächlich um eine Mahd handelt (Grenzwerte können angepasst werden)

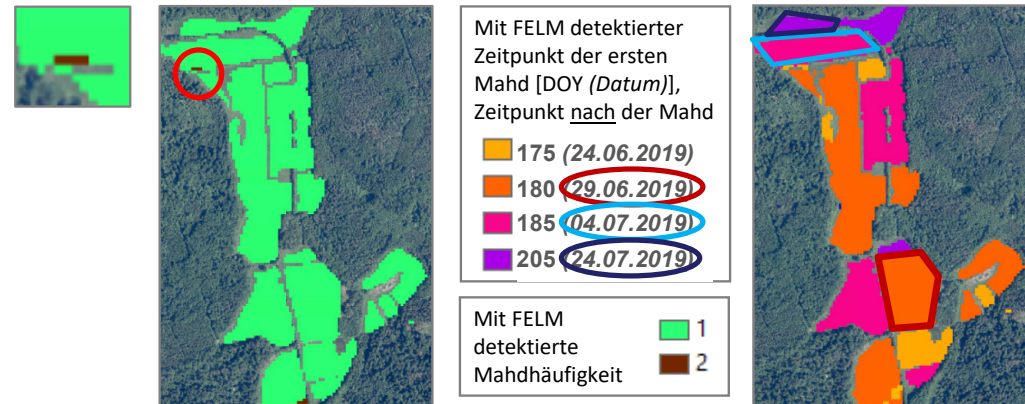


FELM – Mahddetektion mit Sentinel-2-Aufnahmen

Mahddetektion – Ergebnis

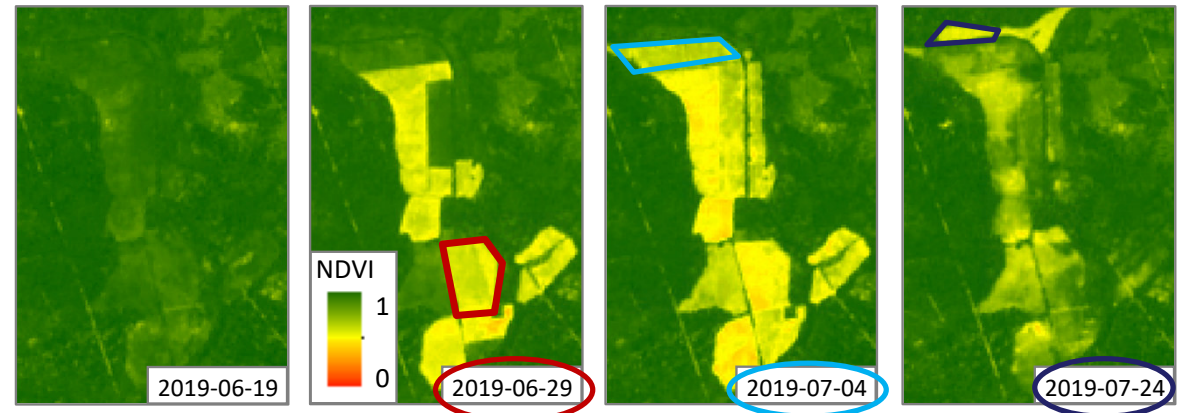
Ergebnisse pro Pixel als Rasterdatensatz (10m x 10m)

- *Mahdhäufigkeit*
- *DOY (Day of Year) vor der detektierten Mahd* und *DOY nach der detektierten Mahd*
 - damit Zeitraum der detektierten Mahd angegeben



Polygonweise Auswertung

Die Ergebnisse können mit FELM für benutzerdefinierte Polygone zusammengefasst werden
→ Mittelwert der Mahdhäufigkeit aller Pixel



Wie gut ist FELM?

Mahddetektion – Validierung

¹Mahd gilt als richtig detektiert → wenn sich der beobachtete und der detektierte Zeitraum min. 1 Tag überschneiden

NRW – NSG Rabbruch (LANUK)

- wöchentliche Beobachtungen der Vegetationsperiode 2021 → 60 Mahdereignisse auf insgesamt 45 Flächen beobachtet
- Mahddetektion mit FELM → FELM hat 62 Mahdzeitpunkte detektiert, davon 52 richtig¹

Hessen – Flächen bei Darmstadt

- Beobachtung (ein- bis zweimal pro Woche) von 6 einmal gemähten Wiesenflächen und 3 drei- bis viermal gemähten Klee grasflächen bei Darmstadt → 16 Mahdereignisse beobachtet
 - Mahddetektion mit FELM → FELM hat 15 Mahdzeitpunkte detektiert, davon 14 richtig¹
-
- 85% der von FELM detektierten Mahdzeitpunkte sind korrekt¹
 - 13% der beobachteten Mahdzeitpunkte konnten nicht detektiert werden



Was ist neu mit FELM?

Mahddetektion in Hessen

- ArcMap → ArcGIS Pro
- Mahddetektion für ~~fast~~ ganz Hessen
- Ergebnisse der Mahdanalyse der letzten Jahre summiert
 - **Mahdhäufigkeit** und **DOY nach der ersten Mahd** (jedes Jahr)

2018 - 2024

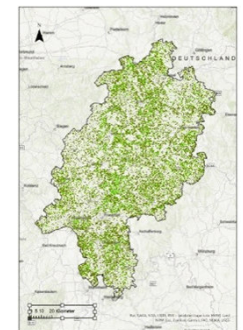
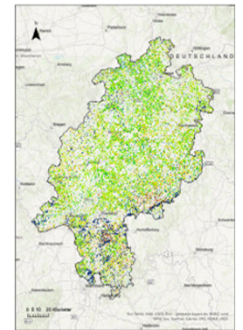
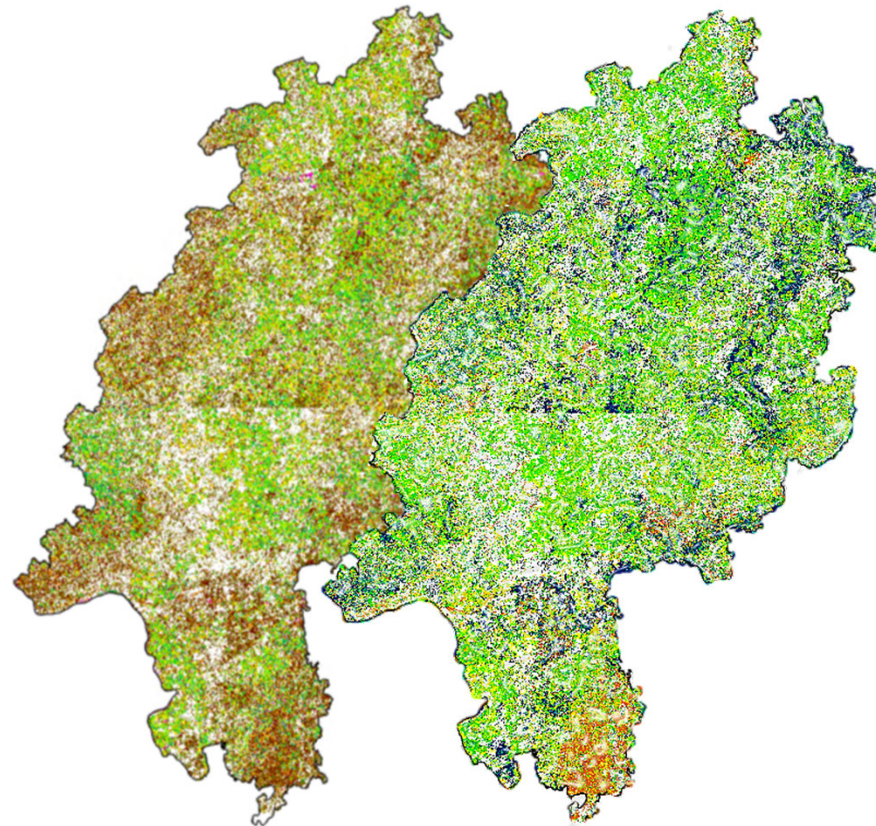


Was ist neu mit FELM?

Mahddetektion in Hessen

- ArcMap → ArcGIS Pro
- Mahddetektion für ~~fast~~ ganz Hessen
- Ergebnisse der Mahdanalyse der letzten Jahre summiert
 - **Mahdhäufigkeit** und **DOY** nach der ersten Mahd (jedes Jahr)

2018 - 2024

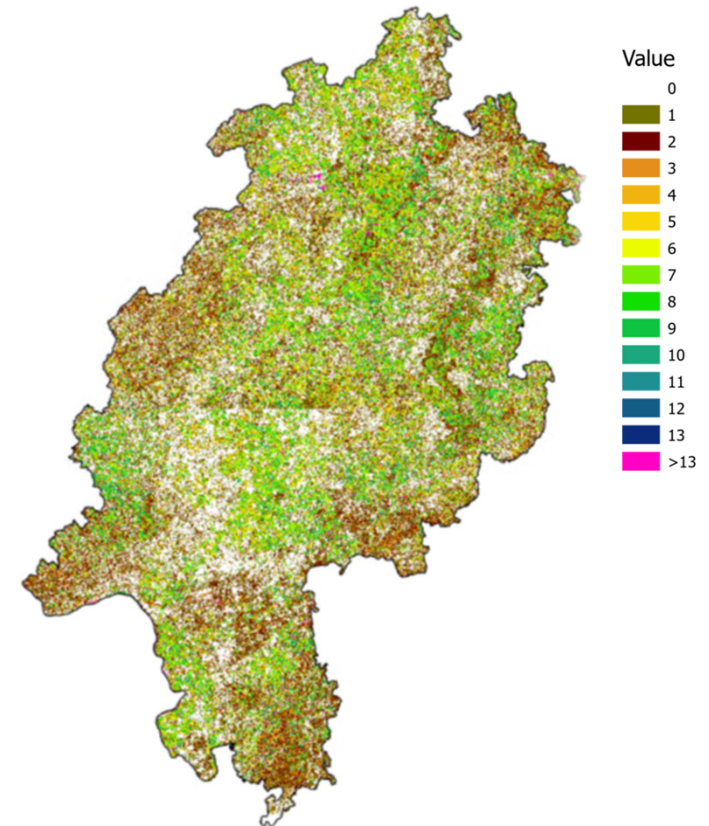


Was ist neu mit FELM?

Mahddetektion in Hessen

- ArcMap → ArcGIS Pro
- Mahddetektion für ~~fast~~ ganz Hessen
- Ergebnisse der Mahdanalyse der letzten Jahre summiert
 - **Mahdhäufigkeit** und **DOY nach der ersten Mahd** (jedes Jahr)
 - **Summe der Mahdhäufigkeit:** alle detektierten Mahdereignisse der Jahre 2018 bis 2024 summiert (kein Mittelwert)

2018 - 2024

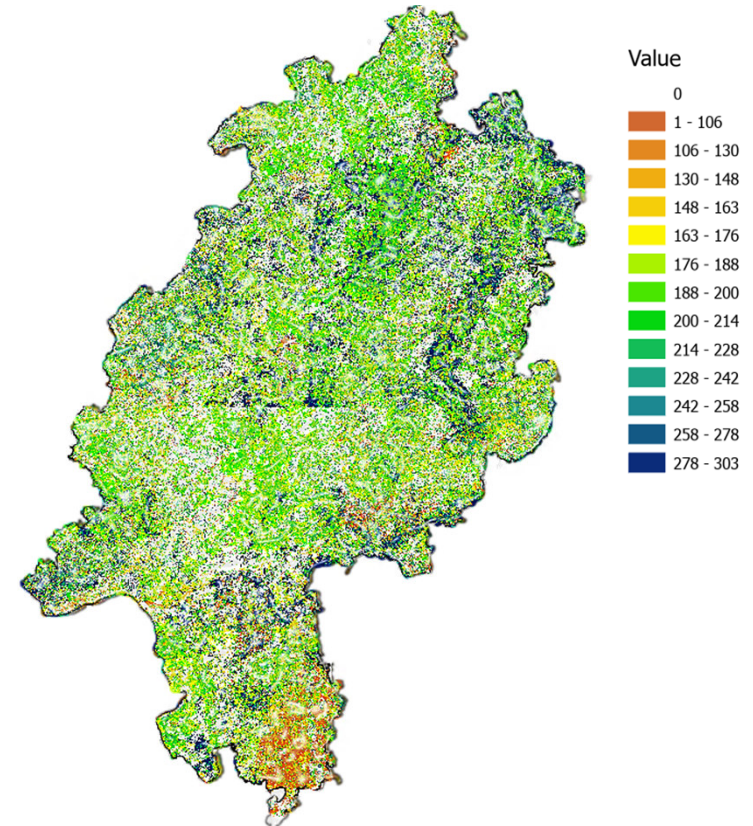


Was ist neu mit FELM?

Mahddetektion in Hessen

- ArcMap → ArcGIS Pro
- Mahddetektion für ~~fast~~ ganz Hessen
- Ergebnisse der Mahdanalyse der letzten Jahre summiert
 - **Mahdhäufigkeit** und **DOY nach der ersten Mahd** (jedes Jahr)
 - **Summe der Mahdhäufigkeit:** alle detektierten Mahdereignisse der Jahre 2018 bis 2024 summiert (kein Mittelwert)
 - **Mittelwert des DOY nach der ersten Mahd:** gemittelter Mahdzeitpunkt der ersten Mahd der Jahre 2018 bis 2024

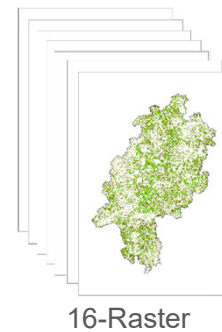
2018 - 2024



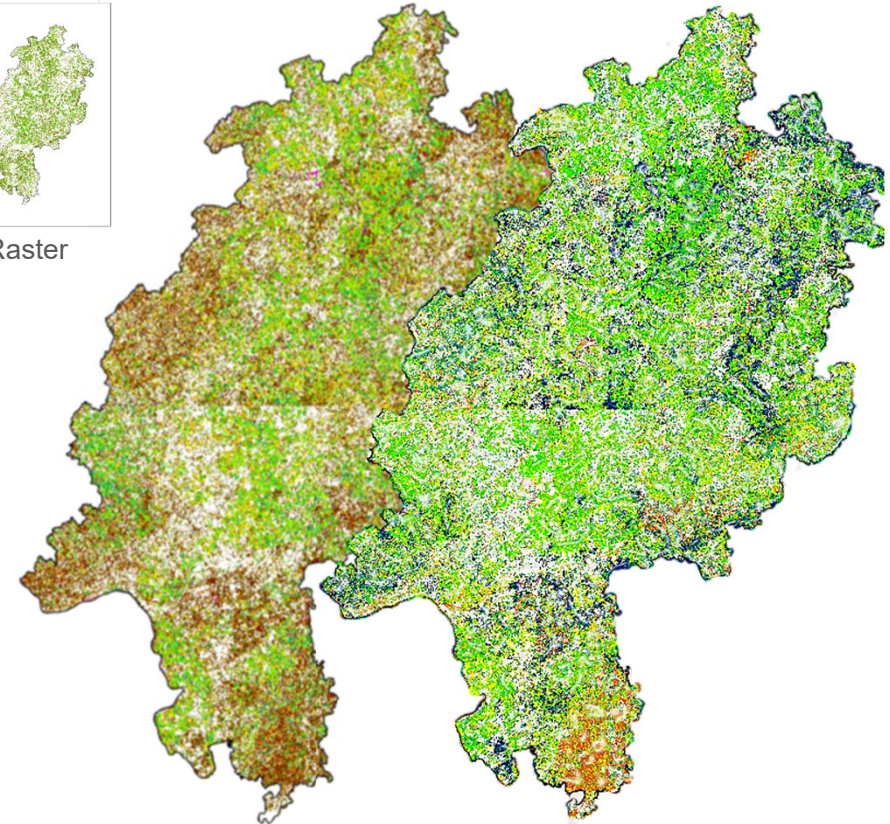
Was ist neu mit FELM?

Mahddetektion in Hessen

- ArcMap → ArcGIS Pro
- Mahddetektion für ~~fast~~ ganz Hessen
- Ergebnisse der Mahdanalyse der letzten Jahre summiert
 - **Mahdhäufigkeit** und **DOY nach der ersten Mahd** (jedes Jahr)
 - **Summe der Mahdhäufigkeit:** alle detektierten Mahdereignisse der Jahre 2018 bis 2024 summiert (kein Mittelwert)
 - **Mittelwert des DOY nach der ersten Mahd:** gemittelter Mahdzeitpunkt der ersten Mahd der Jahre 2018 bis 2024



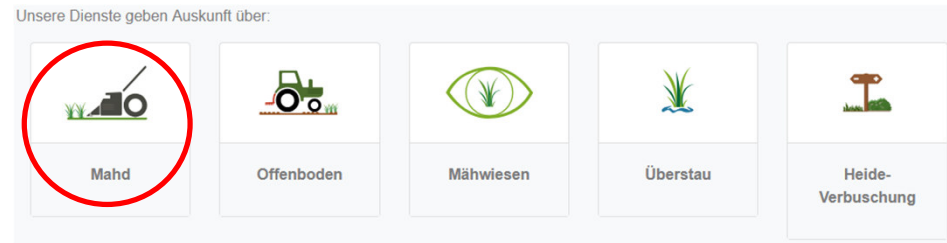
2018 - 2024



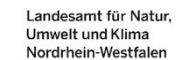
FELM v. CopGrün

Copernicus Leuchtet Grün:

- fernerkundungsbasierten Diensten als Unterstützung für das Offenland-Monitoring in den Landesumweltämtern
- HLNUG: Kooperationspartner



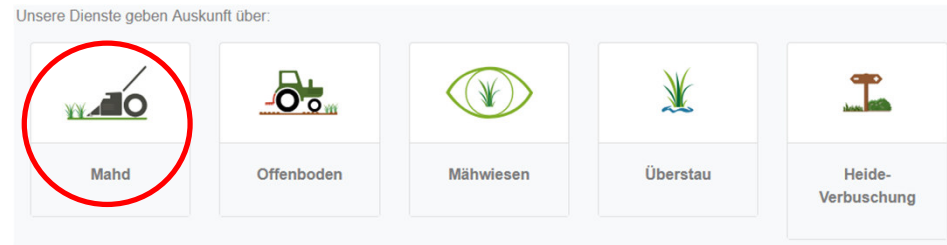
Vergleichskriterien	FELM	CopGrün
Plattform	ArcGIS-Plugin	Online-Service
Satellitendaten	Sentinel-2	Sentinel-2 & Landsat
Vegetation index	NDVI	EVI
Ergebnisformat	Raster & Vektor	Vektor
Benutzt eine Grünland-Maske?	Nein	Ja
Zeitraum	benutzerdefiniert	einmal pro Jahr
Randeffekt	Laufendes Fenster	Puffer (optional)
Verwendete Zeitreihen	<80% Wolkenbedeckung	Alle
Verfügbare Region	Hessen	Deutschland



FELM v. CopGrün

Copernicus Leuchtet Grün:

- fernerkundungsbasierten Diensten als Unterstützung für das Offenland-Monitoring in den Landesumweltämtern
- HLNUG: Kooperationspartner



Vergleichskriterien	FELM	CopGrün
Plattform	ArcGIS-Plugin	Online-Service
Satellitendaten	Sentinel-2	Sentinel-2 & Landsat
Vegetation index	NDVI	EVI
Ergebnisformat	Raster & Vektor	Vektor
Benutzt eine Grünland-Maske?	Nein	Ja
Zeitraum	benutzerdefiniert	einmal pro Jahr
Randeffekt	Laufendes Fenster	Puffer (optional)
Verwendete Zeitreihen	<80% Wolkenbedeckung	Alle
Verfügbare Region	Hessen	Deutschland

FELM v CopGrün

Flexibilität
& Kontrolle

Benutzerfreundlichkeit



Ausblick

- Die prozessierten Daten werden in naher Zukunft für den Zeitraum 2018 – 2024 im NATUREG-Viewer im Downloadbereich zur Verfügung gestellt. (2018-2021 ist aktuell schon verfügbar)
- Die prozessierten Daten werden aktuell von den drei Regierungspräsidien auf ihre Nutzbarkeit und Eignung für die Aufgaben der Oberen Naturschutzbehörde geprüft.
- Es besteht ein grundsätzliche Bedarf an Fernerkundungsdaten und daraus abgeleiteten Analysen im Bereich des amtlichen Naturschutzes z.B. im Bereich des Vertragsverletzungsverfahrens Mähwiesen.
- Mögliche Nutzung würde z.B.
 - durch die Gebietsbetreuer von FFH-Gebieten inklusive Informationen für Gebietskonferenzen erfolgen.
 - Vergleich der Mahdanalyse auf Flächen mit und ohne Schmetterlingsvorkommen, um die Arten zu schützen.



<https://natureg.hessen.de/infomaterial/geodaten.php>





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Bildnachweis: Rotmilan – Werner/stock.adobe.com, Digitales Herz – Pixabay, Collage (montiert von Annika Peters);
Laptop – velishchuk/stock.adobe.com, Baumherz – bravissimos/stock.adobe.com, Hirschkäfer –
sasapachenko/Fotolia, Neunauge – Andrei Nekrassov/stock.adobe.com, Biber – jnhuz/stock.adobe.com,
Feuersalamander – Wolfgang Kruck/stock.adobe.com),
Otter – Eric Isselée/stock.adobe.com, Arnika – Annika Peters, Wasser – links: winston/stock.adobe.com (li.),
lotus_studio/stock.adobe.com (re.)



Abteilung Naturschutz – Zentrum für Artenvielfalt
Dezernat N4 Naturschutzdatenhaltung