

Dauergrünland

Moor

Heide

Copernicus leuchtet grün

Integration und Praxistransfer von Copernicus-Aktivitäten für ein umfassendes
behördliches Monitoring von Grünland

Stefan Erasmi, Michael Förster, Djamal Guerniche, Matthias Herkt, Dirk Hinterlang, Ann-Kathrin Holtgrave, Marianne Jilge, Birgit Kleinschmit, Christina Koller, Alice Künzel, Kathleen Langner, Marie Lins, Christine Plückers, Margret Rattay, Anke Schroiff, Ariane Tapaß, Bärbel Tiemeyer, Gregor Tintrup, Simone Zepp

Eckdaten zum Projekt



- Verbundprojekt: CopGruen FKZ 50EW2102A-F
- Programm: Umweltmonitoring – auf dem Weg zu einem **Leuchtturmprojekt**
- Fördergeber: BMDV (vertreten durch das DLR)
- Laufzeit: 36 Monate bis 31.10.2024
- Operativer Beginn: 01.11.2021
- Verbundpartner: 6 (TU Berlin, Thünen-Institut, DLR RLP, BfUL SN, LfU SH, LANUV NW)
- Kooperationspartner: 6 (LfU BY, LfU RP, LUBW BW, HLNUG HE, NLWKN NI, LfU BB)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Rheinland-Pfalz
LANDESAMT FÜR UMWELT

LU:W

HLNUG

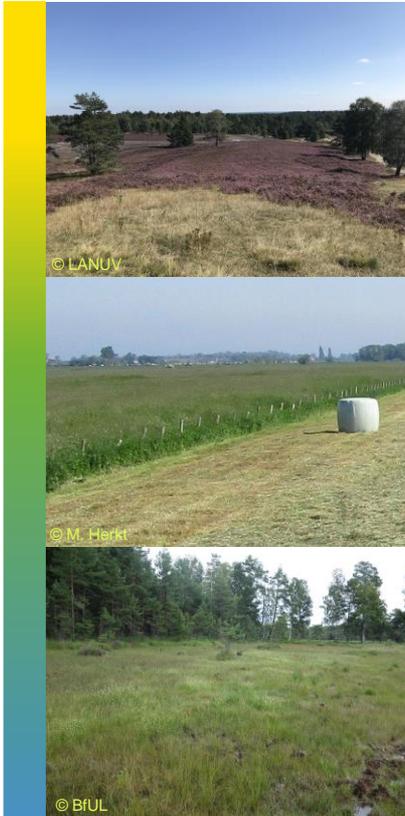
NLWKN

LAND
BRANDENBURG
LfU
Landesamt für Umwelt

Dienstleister: LUP GmbH

LUFTBILD UMWELT PLANUNG

Behördliche Bedarfe

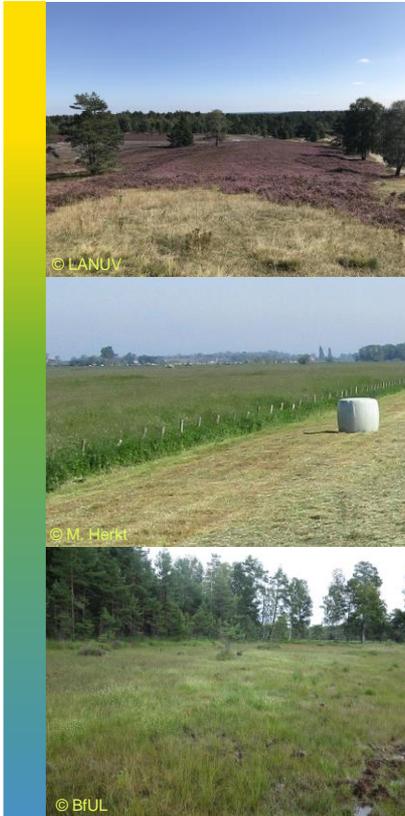


- **Umweltmonitoring** primär Aufgabe der Landesumweltämter (LUÄ)
- Naturschutzfachliche Berichtspflichten (z.B. LRT der FFH-Richtlinie)
- Ausweitung der Kulisse (z.B. 2022 BNatSchG §30: Mähwiesen)
- Biotopverbundplanung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen
- Landschaftsplanerische und förderpolitische Verantwortlichkeiten

- **Ressourcenknappheit** für vor-Ort Kartierung (Zeit, Geld, Personal)
- Systematische Kenntnislücken (z.B. jenseits SG, insb. produktivstes GL)

- **Relevanz von Dauergrünland**: ca. 15% der Fläche Deutschlands
- Planerisch die häufigste „Flächenreserve“
- beherbergt >50% aller in D. vorkommenden Tier- und Pflanzenarten
- bedeckt 60% der ehemaligen Moorfläche (besonders THG-reich)

Fachliche Herausforderung

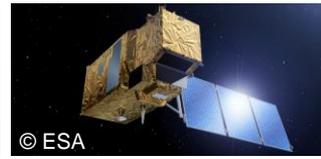
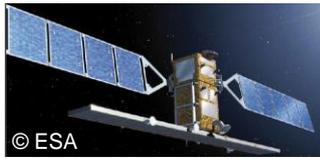


- Monitoring des gesamten **Offenlandes**...
 - auch über bestehende Schutzgebietsgrenzen hinaus

- ... bei Erfüllung folgender **Kriterien**:
 - räumlich hochauflösend
 - bundesweit vergleichbar (d.h. flächendeckend)
 - jährlich aktualisiert (möglichst auch retrospektiv)
 - unterjährige Dynamik abbildend
 - weitest mögliche Differenzierung von Biotoptypen bzw. LRT

- **Lösungsansatz**: Nutzung von Copernicus Satellitendaten
 - Untersuchung von LRT entlang des gesamten Feuchtegradienten
 - Fokus auf Bewirtschaftungsintensität

Projekt-Ziel



„Entwicklung, Validierung und Bereitstellung von fernerkundungsbasierten Diensten als Unterstützung für das Offenland-Monitoring in den Landesumweltämtern“

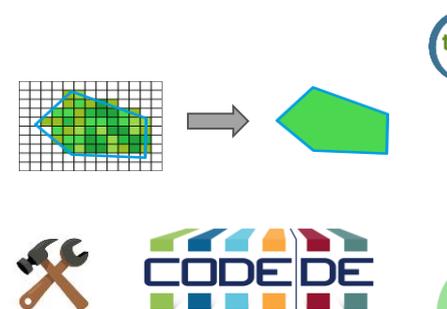
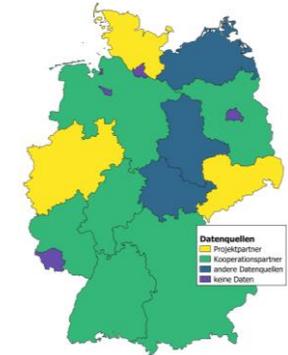
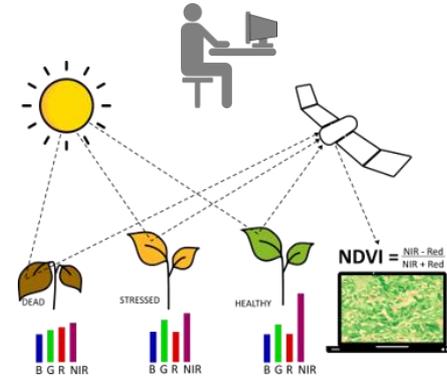


Leitgedanken:

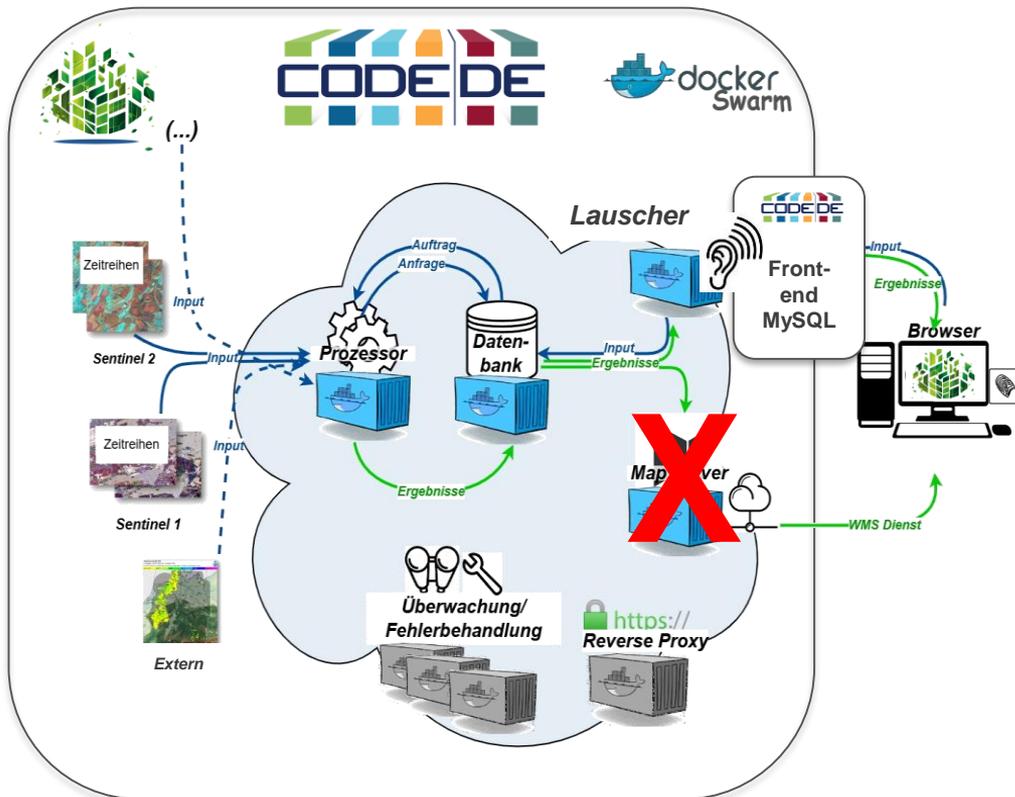
- robuste, bedarfs-, und anwendungsorientierte Dienste
- erreichbar über frei zugängliche Plattform
- nutzbar ohne Fernerkundungskennnisse
- kostenfreier Bezug (zumindest für Behörden)
- nachhaltige Ergebnissicherung (Datenbank, Dokumentation)
- Inwertsetzung von  Copernicus
Europe's eyes on Earth
- Optimierung behördlicher Aufgabenwahrnehmung
- → Federführung durch ein Landesumweltamt
- → Handlungsfeld Digitalisierung

Vorgehen & Besonderheiten

- **Einbindung** möglichst vieler Landesumweltämter (LUÄ) zu Projektbeginn
- **Bedarfsformulierung** direkt durch Endnutzende (= Sachbearbeitende)
- Einsatz von Workshops und User Story zur Gestaltung der **Benutzeroberfläche**
- Auskunftsdienste auch mit geringen FE-Kenntnissen „niederschwellig“ nutzbar
- Keine (größeren) Eigenentwicklungen, sondern **Integration** / Inwertsetzung bestehender Produkte
- Ergebnisausgabe objektorientiert (Polygon-Attribute)
- Verstetigung / **Dauerbetrieb**
- **Erweiterbarkeit** der Dienst-Palette



Ergebnis: Web-Plattform (SaaS)

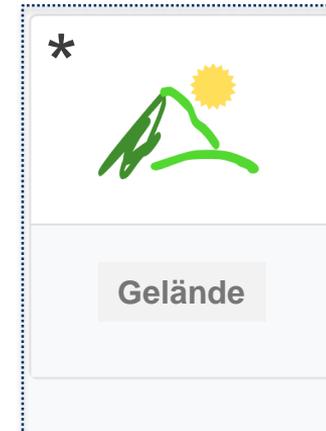


- **Cloudbasierte** Daten-Prozessierung
- Zugriff über Webbrowser mit intuitiv bedienbarer Nutzeroberfläche
- „Algorithmen zu den Daten“ (CODE-DE)
- Keine Installation von Software auf den lokalen Rechnern der Nutzer*innen
- CODE-DE mit BSI-Zertifizierung & C5-Testat
- Server in D, Betrieb mit 100% EE
- Modularer Aufbau der Software (Docker Container)
- **Automatisierte Analysen**

Ergebnis: Auskunftsdienste

<p>*</p> <p>Mahd</p>	<p>*</p> <p>Offenboden</p>	<p>*</p> <p>Mähwiesen</p>
<p>Überstau</p>	<p>Heide- Verbuschung</p>	<p>Easy-Plugin- Modul</p>

- * ■ Nachnutzung vorhandener Produkte
- Neu entwickelte Dienste
- Dokumentation & Anleitungen
- Machbarkeitsstudien (projektintern)
- Referenzdatenbank (projektintern)



Benutzeroberfläche: Auftrag erstellen

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

HOME HINTERGRUND FAQ DIENSTE MEINS: HERKT ADMIN Abmeldung in: 00:22:02

Neuer Auftrag: HLNT (Mahd)

EIGENE AUFTRÄGE
GETEILTE AUFTRÄGE
NEUER AUFTRAG
KARTE

Auftrag Dienst Eingangsgeometrien Parameter Ausgabe **Prüfung**

Prüfung der Angaben

Auftragsname: HLNT
Thema: Mahd
Dienst: Mahd
Zeitreihe: Januar 2021 Dezember 2022
Zeitauflösung: Jahr
Ausgabe Geometrie: Shapefile

Löschen

Bitte prüfen Sie Ihren Auftrag. Sie können den Auftrag ändern, löschen oder abschicken.

Zurück Abschicken

Am Beispiel des Dienstes zur Mahderkennung

Benutzeroberfläche: Auftragsliste

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

HOME HINTERGRUND FAQ DIENSTE MEINS: HERKT ADMIN

Abmeldung in: 00:23:08

Eigene Aufträge

CSV Spaltensichtbarkeit

10 Zeilen anzeigen Suche: Suchen...

Dienst	Thema	Name	Dateien	Erstellt	Fertigstellung	Status	Teilen	Option
Mahd	workshop	ws_nw_2021	Ansicht	2024-10-28 01:54:07	2024-10-28 02:08:34	Von der Karte entfernen Download	lanuv1	Bearbeiten Löschen
Mahd		mahdada2021	Ansicht	2024-10-25 11:52:29	2024-10-25 09:59:58	Zur Karte hinzufügen Download	Nichts ausgewählt	Bearbeiten Löschen
Mahd		mahdada	Ansicht	2024-10-25 11:44:07	2024-10-25 09:48:17	Zur Karte hinzufügen Download	Nichts ausgewählt	Bearbeiten Löschen

EIGENE AUFTRÄGE

GETEILTE AUFTRÄGE

NEUER AUFTRAG

KARTE

Benutzeroberfläche: Voransicht Ergebnis (1)

The screenshot shows the CopGruen web application interface. The browser address bar displays <https://offenland.lup-umwelt.de/?id=26>. The top navigation bar includes links for HOME, HINTERGRUND, FAQ, DIENSTE, MEINS: HERKT, and ADMIN. The user is logged out, with a timer showing 00:22:56. The left sidebar contains the logo of the Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen and a menu with options: EIGENE AUFTRÄGE, GETEILTE AUFTRÄGE, NEUER AUFTRAG, and KARTE (highlighted with a red circle). The main content area is divided into three sections: **Ergebnisdaten** (with a checked checkbox for 'ws_nw_2021_results_2021'), **Originaldaten** (with a checked checkbox and 'Originale Geometrien ws_nw_2021'), and **Hintergrundkarten** (with radio buttons for 'Topplus', 'Basemap (grau)', and 'Sentinel-2 RGB Komposit (2021)'). The central map displays a field with various colored polygons representing mowing frequency. A legend on the right, titled 'Mahdhäufigkeit', shows a color scale from 0 (dark purple) to 6 (yellow), with a red square for 'Originaldaten'. The legend is currently collapsed. Below the legend, a scale bar shows '1 : 18036'. On the right side of the map, there are buttons for 'Abstand messen', 'WMS hinzufügen', and 'Adresssuche'. At the bottom of the map area, a text box reads: 'Sie können einzelne Flächen anklicken, um Informationen zu den Attributen zu erhalten.'

Benutzeroberfläche: Voransicht Ergebnis (2)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

HOME HINTERGRUND FAQ DIENSTE MEINS: HERKT ADMIN

Abmeldung in: 00:23:06

Ergebnisdaten

ws_nw_2021_results_2021

EIGENE AUFTRÄGE

GETEILTE AUFTRÄGE

NEUER AUFTRAG

KARTE

Feature Information

Datum erste Mahd	2021-05-09
Flächenanteil	59,650
Mahddatum 01	
Mahd 02	2021-07-22
Flächenanteil	100
Mahddatum 02	
Mahd 03	2021-09-09
Flächenanteil	96,090
Mahddatum 03	

Abstand messen

WMS hinzufügen

Adresssuche

Legenden einklappen

Mahd

Mahdhäufigkeit

0
1
2
3
4
5
6
Originaldaten

1 : 9018

Sie können einzelne Flächen anklicken, um Informationen zu den Attributen zu erhalten.

Benutzeroberfläche: Voransicht Ergebnis (3)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

https://offenland.lup-umwelt.de/?id=26

CopGruen

ws_nw_2021_results_2021

- Datum erste Mahd
- Mahdhäufigkeit
- Datum erste Mahd
- mittlere Anzahl Satellitenbeobachtungen

Ergebnisdaten

- ws_nw_2021_results_2021

Originaldaten

- Originale Geometrien ws_nw_2021

Hintergrundkarten

- Topplus
- Basemap (grau)
- Sentinel-2 RGB Komposit (2021)

Abmeldung in: 00:21:13

Abstand messen

WMS hinzufügen

Adresssuche

Legenden einklappen

Mahd

Datum erste Mahd

- 31.12
- 01.07
- 01.01
- Originaldaten

1 : 18036

Sie können einzelne Flächen anklicken, um Informationen zu den Attributen zu erhalten.

Nachfolgend Erläuterung der einzelnen Dienste:

		
Mahd	Offenboden	Mähwiesen
		
Überstau	Heide- Verbuschung	Easy-Plugin- Modul

- * ■  Nachnutzung vorhandener Produkte
-  Neu entwickelte Dienste
-  Dokumentation & Anleitungen

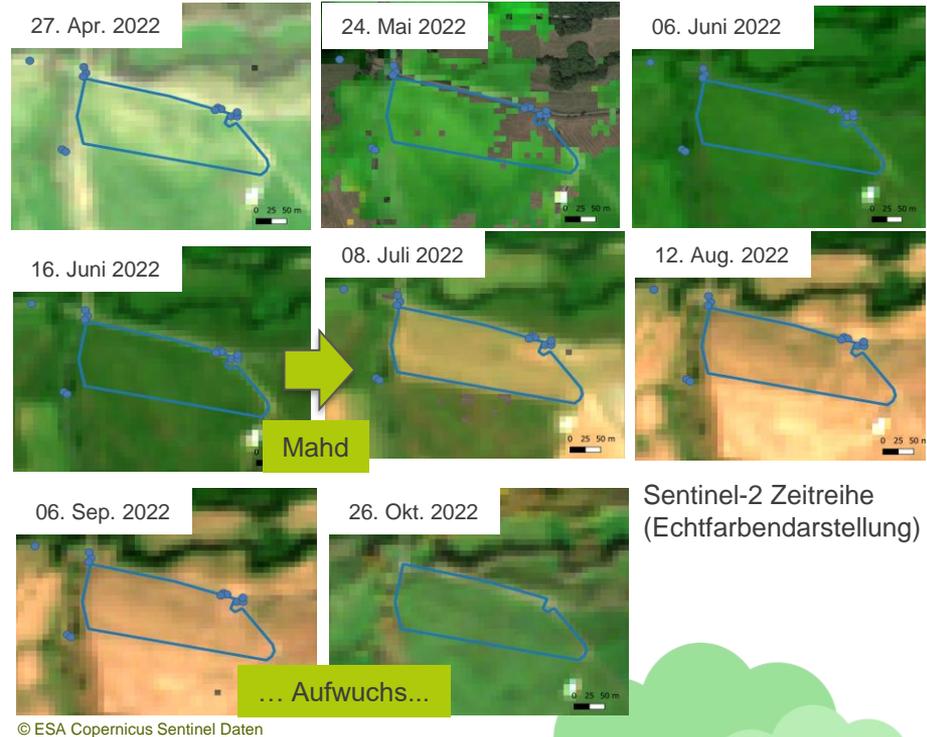
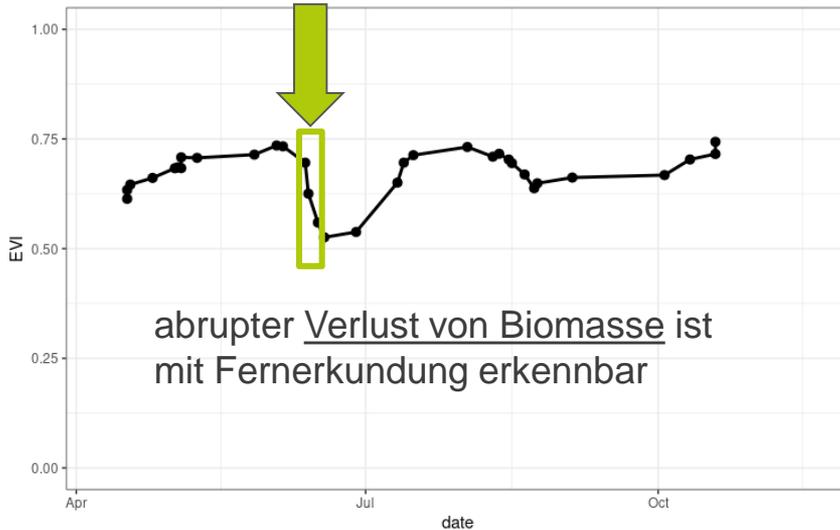
-  Machbarkeitsstudien (projektintern)
-  Referenzdatenbank (projektintern)


Gelände

Mahd

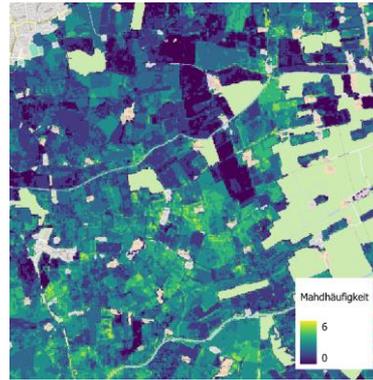


Definition

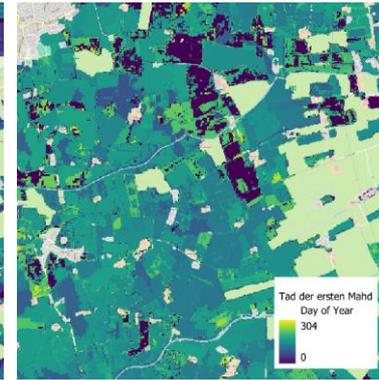


Mahd

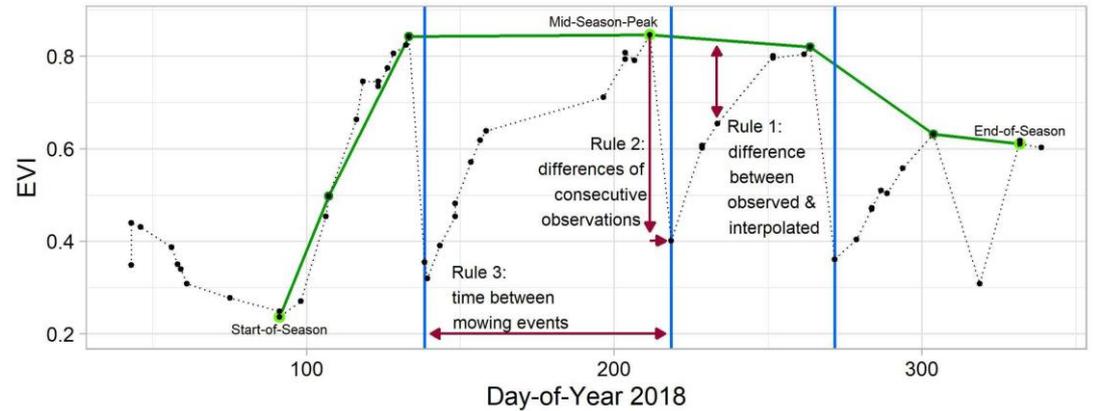
Erfassung



Mahdhäufigkeit



Tag der 1. Mahd



Schwieder et al. 2024 (doi: 10.5281/zenodo.10609590)

Schwieder et al. 2022 (doi: 10.1016/j.rse.2021.112795)

Mahd

Genauigkeit

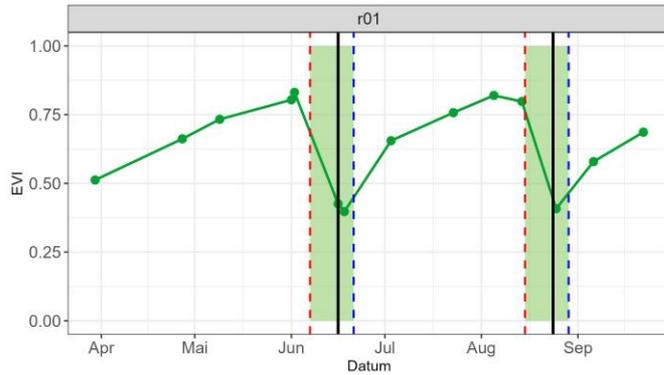
TPR (Sensitivity) = 0.63

PPV (Precision) = 0.59

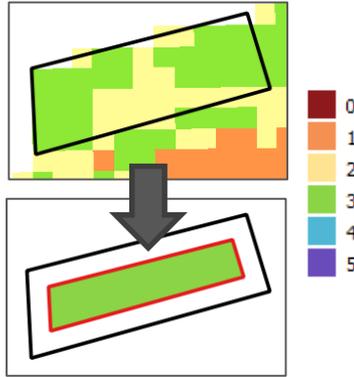
F1-Score = 0.61

Mahd als korrekt erkannt gewertet, wenn

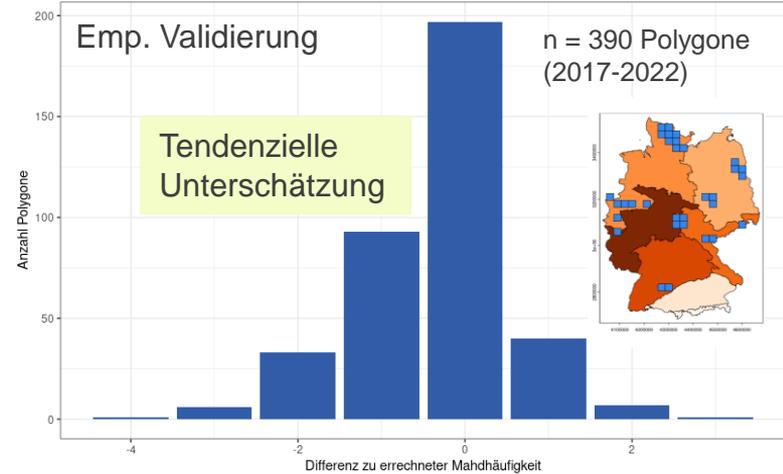
- Referenz-Mahdtermin innerhalb des gefundenen Mahdzeitraums
- Referenz-Mahdzeitraum den gefundenen Mahdzeitraum überlappt



- Exakter Mahdtermin am wahrscheinlichsten 9 Tage vor bis 5 Tage nach dem hier ermittelten Zeitpunkt



- Genauigkeit wird beeinflusst von zugrundeliegendem Datenprodukt und räumlicher Aggregation zu Polygon



Insgesamt moderate Genauigkeit, aber:

Die 1. Mahd (ökologisch am relevantesten) wird deutlich verlässlicher als nachfolgende Mahden erfasst; und für manche Fragenstellungen reicht Abschätzung der Mindest-Mahdhäufigkeit (statt der exakten) schon aus.

Offenboden

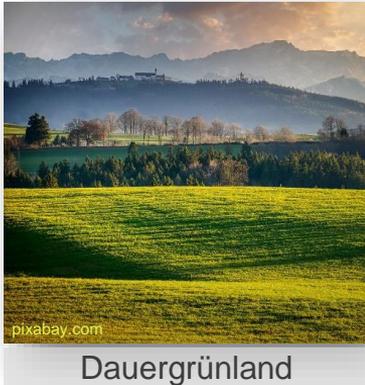


Relevanz



Hohe Klimarelevanz als Kohlenstoffspeicher
Ökosystem-DL z.B. Erosionsschutz

Bodenbio-
diversität
Artenvielfalt
von GL-LRT
...



Nutzungsdruck durch Intensivierung
und steigenden Flächenverbrauch

„DGL gilt vor allem dann
als besonders wertvoll,
wenn es zeitlich
möglichst lange keinen
anthropogenen Eingriff
erfahren hat.“

**Wie lange besteht eine
umbruchsfreie Nutzung?**

Zeitweise offener,
vegetationsloser Boden als
Hinweis auf Grünlandumbruch

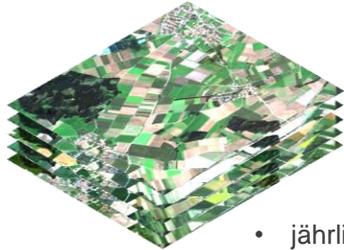
Identifikation von
umbruchsfreier Nutzung



Offenboden

Soil Composite Mapping Processor

SCMaP © DLR-EOC / Rogge et al. 2018 (<https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.11.004>)



- jährliche Komposite aus
1984-2017 (Landsat: 30m Pixel)
2018-2022 (Sentinel 2: 20m Pixel)

Vegetationsindex

$$PV + BLUE = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} + \frac{NIR - BLUE}{NIR + BLUE}$$

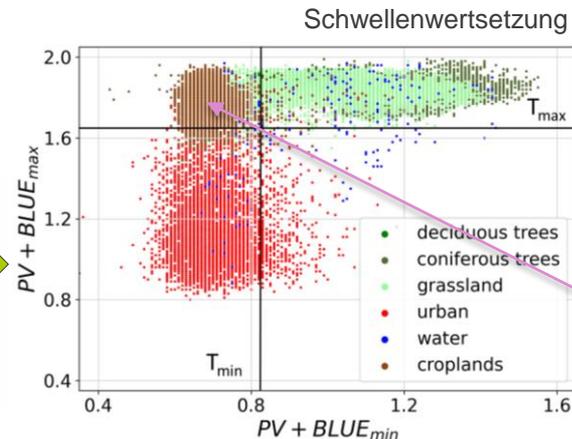


Maximum
Indexkomposit



Minimum
Indexkomposit

- **Jahr mit zuletzt erkanntem Offenboden (>30%)**
- prozentualer Anteil an unbedecktem Boden (pro Polygon)
- Dichte der Satellitendatenzeitreihe (Qualitätsaspekt)



Zepp et al. 2021 (doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.06.015)

Offenboden

Genauigkeit

Validierung in NRW anhand Nutzungsdaten* (2019-2023)

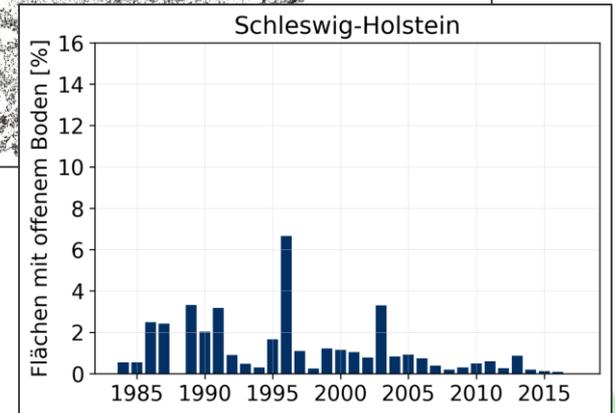
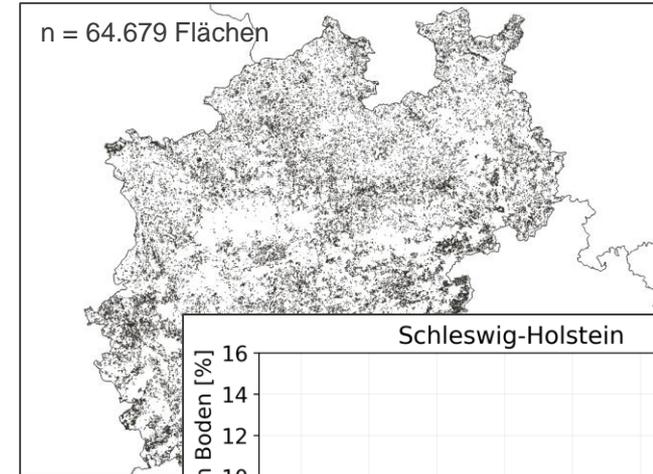
Dauergrünland	Feldfrüchte	Wintergetreide																								
↓	↘ ↙																									
<p>Detektierter Offenboden auf DGL (n = 45.419):</p> <table border="1"> <tr><td>2019:</td><td>533</td><td>(1,72 %)</td></tr> <tr><td>2020:</td><td>704</td><td>(1,56 %)</td></tr> <tr><td>2021:</td><td>90</td><td>(0,25 %)</td></tr> <tr><td>2022:</td><td>1.243</td><td>(2,74 %)</td></tr> </table>	2019:	533	(1,72 %)	2020:	704	(1,56 %)	2021:	90	(0,25 %)	2022:	1.243	(2,74 %)	<p>Detektierter Offenboden auf Acker (n = 7.817):</p> <table border="1"> <tr><td>2019:</td><td>7.647</td><td>(98,14 %)</td></tr> <tr><td>2020:</td><td>7.638</td><td>(97,90 %)</td></tr> <tr><td>2021:</td><td>7.272</td><td>(96,22 %)</td></tr> <tr><td>2022:</td><td>7.685</td><td>(98,37 %)</td></tr> </table>	2019:	7.647	(98,14 %)	2020:	7.638	(97,90 %)	2021:	7.272	(96,22 %)	2022:	7.685	(98,37 %)	
2019:	533	(1,72 %)																								
2020:	704	(1,56 %)																								
2021:	90	(0,25 %)																								
2022:	1.243	(2,74 %)																								
2019:	7.647	(98,14 %)																								
2020:	7.638	(97,90 %)																								
2021:	7.272	(96,22 %)																								
2022:	7.685	(98,37 %)																								

↑ Häufigkeit festgestellten Offenbodens 2019-2022 jeweils plausibel

Falschklassifikation vor 2018 ∅ 0,84 %

Retrospektive Analyse ergibt ebenfalls plausible Ergebnisse:
Geringere Detektion von offenem Boden nach Umbruchsverbot (~2013)

* Beantragte und für förderfähig festgestellte Landschaftselemente in Nordrhein-Westfalen; Open.Geodata NRW (<https://www.opengeodata.nrw.de>)



Mähwiesen-LRT



vielfältiges Erscheinungsbild



Bild: LANUV, Michael Günther



Bild: LUBW, LGL; J. Dumas

Bild: Landwirt-Media.com; Krautzer



Bild: Bund Naturschutz; Inge Steidl



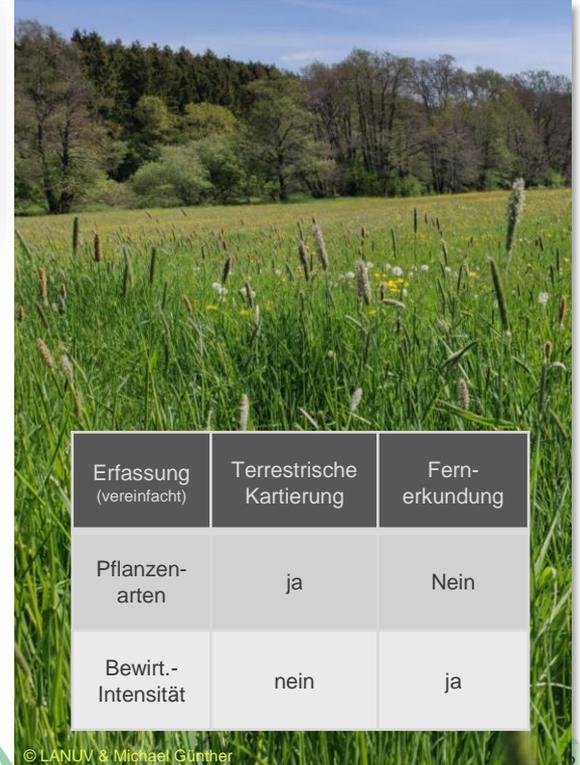
Bild: LPV-Muehldorf

Mähwiesen-LRT „schwierige“ Definition

Magere Flachlandmähwiesen (6510) & Bergmähwiesen (6520)



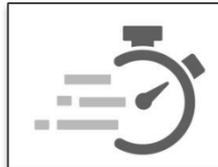
„Zum Lebensraumtyp gehören artenreiche, extensive Mähwiesen des Flach- und Hügellandes. Die Wiesen sind blütenreich und wenig gedüngt und werden nicht vor der Hauptblütezeit der Gräser gemäht.“ (BfN)



Intensivierung der Grünlandnutzung



Vielschürigkeit



Frühe erste Mahd

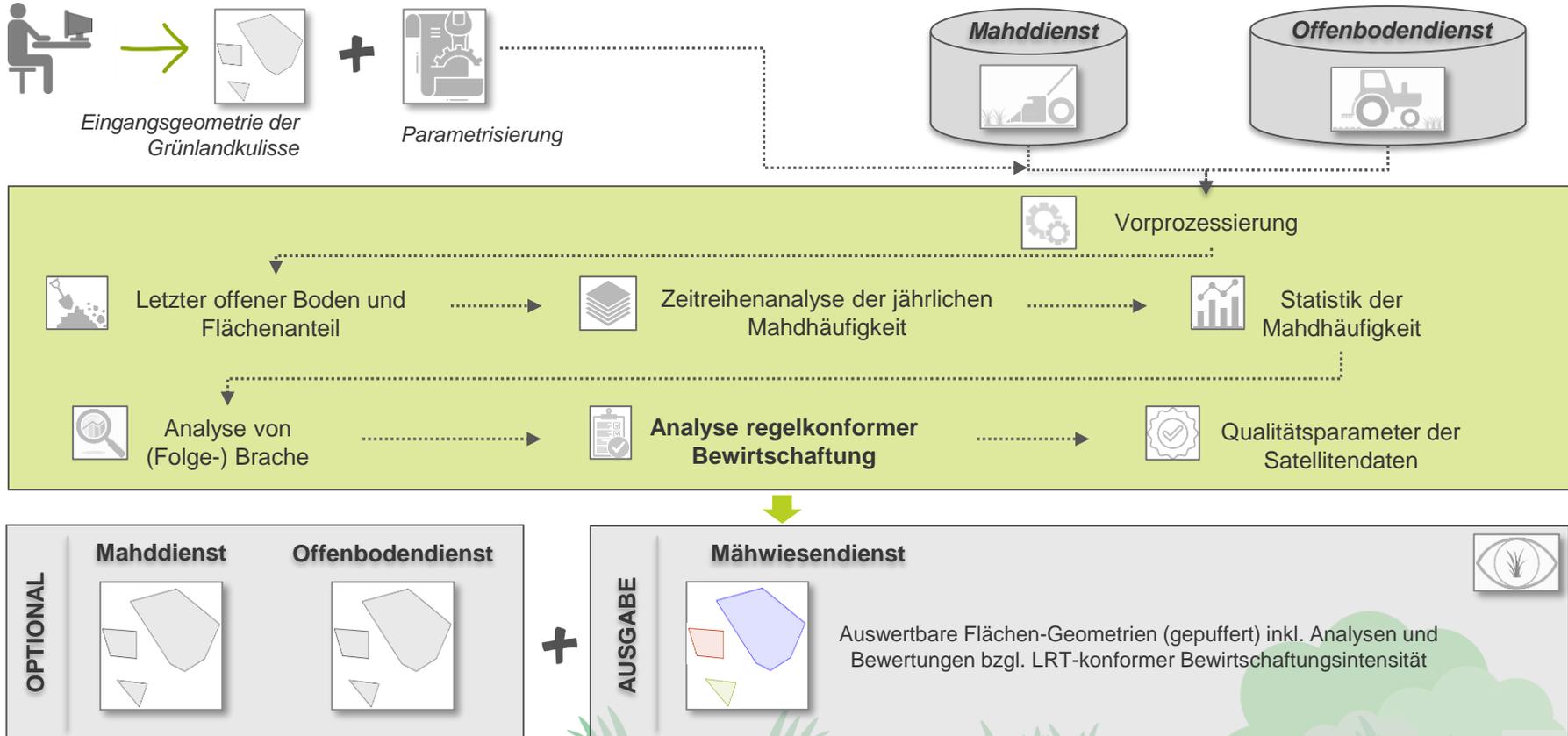


starke Düngung

Erfassung (vereinfacht)	Terrestrische Kartierung	Fernerkundung
Pflanzenarten	ja	Nein
Bewirt.-Intensität	nein	ja

Mähwiesen-LRT

Erfassung Bewirtschaftungsintensität



Mähwiesen-LRT Regelprüfungen

Grenzwerte selbst festlegbar!



Parametrisierung

- Auswahl der originalen (eindeutigen) ID
- Startzeitpunkt der Zeitreihenanalyse
- Frühest zulässiger Erstmahdtermin (jahresspezifisch)
- Maximal zulässige (jährliche) Mahdhäufigkeit
- Puffer-Erstmahdtermin

Polygon	mh_Jahr[1]	mh_Jahr[2]	mh_Jahr[3]	mh_Jahr[4]	mh_Jahr[5]	mh_Jahr[6]
13	1	0	1	0	1	0
14	1	2	2	2	2	2
15	3	1	2	3	3	3
16	1	1	2	2	3	2
17	2	1	4	3	2	1
18	1	0	0	1	1	2

Folge-Brache



Zeitreihenanalyse der jährlichen Mahdhäufigkeit

- Erstellung und Analyse 6-jährige Zeitreihe jährlich erfasster Mahdhäufigkeit
 - Basierend auf Modalwerten der Mahdhäufigkeit aus Mahddienst
 - Prüfung der Einhaltung der Grenzwerte (Erstmahd, Mahdhäufigkeit, Puffer-Erstmahd) ggf. entsprechende Kodierung



Statistik der Mahdhäufigkeit

- Statistik der jährlichen Mahdhäufigkeit
 - Mittelwert, Varianz, Standardabweichung



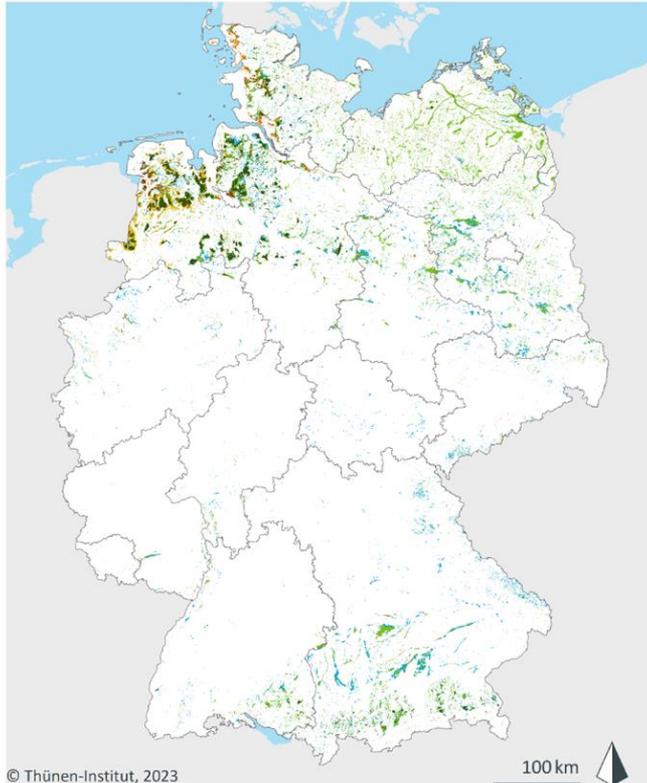
Analyse regelkonformer Bewirtschaftung

- Zähler der LRT-regelkonformen Bewirtschaftung (6-Jahreszeitraum)
 - Bewertung Über- oder Unterschreitung definierter Grenzwerte (Parametrisierung)
 - Vier unterschiedliche Regelsätze (strikt – tolerant)
 - Numerische Bewertung (0: nicht regelkonform – 6: max. regelkonform)



- Böden aus Torfen (≥ 30 % organische Bodensubstanz) mit > 30 cm Mächtigkeit
- Organische Böden sind zu größten Teilen entwässert
→ Quelle von Treibhausgasemissionen
- Hydrologischer Zustand wesentlicher Faktor für die Klimawirksamkeit
→ Gekennzeichnet durch Vegetation, Nutzung und Feuchte





Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland

Version 1.0, Stand Datenakquise: 12/2022

Kategorien organischer Böden

- Niedermoorböden
- Hochmoorböden
- Moorfolgeböden
- flach überdeckter Moorböden
- mächtig überdeckter Moorböden
- Tiefumbruchböden aus Moor

Datenquellen:

GeoBasis-DE / BKG (2022)
Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021)
Bayerische Vermessungsverwaltung (2022)
Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2022)
Umweltatlas Berlin | Moore - Mooregebiete (2015)
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2022)
Geologischer Dienst für Bremen (2018)
Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (2016)
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2020)
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2022)
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (2017)
Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (2021)
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2019)
Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland (2001)
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2020, 2011)
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (2021)
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (2014)
Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2022)
ThüringerForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (2022)
Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (1996-1974)

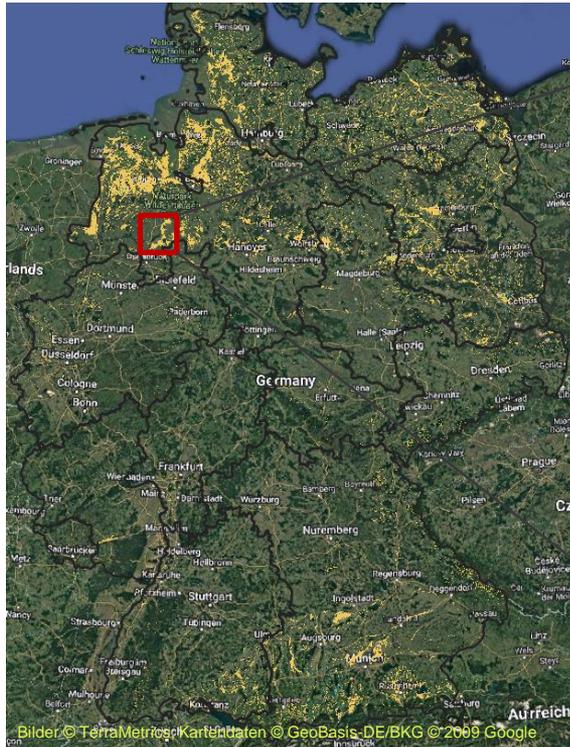
© Thünen-Institut, 2023

100 km

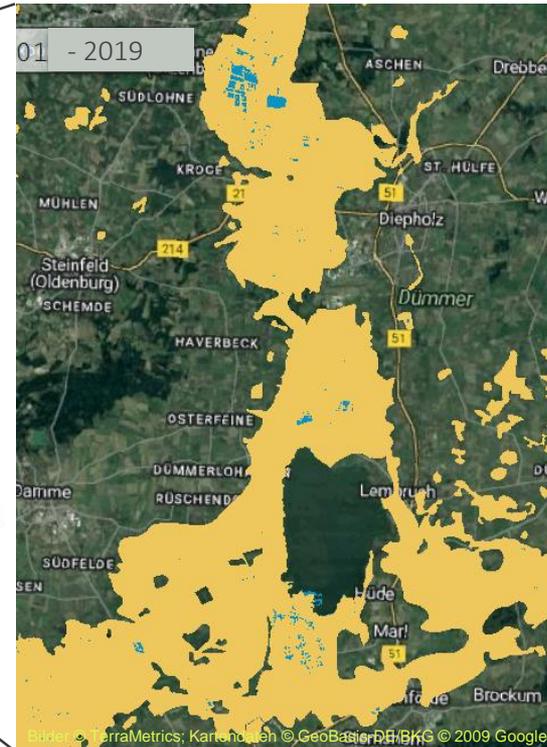


- Harmonisierter Datensatz aus allen Bundesländern
- Bodengebiete reich an organischem Kohlenstoff - auch Flächen mit überdeckten und umgebrochenen organischen Böden
- Sechs Kategorien an organischen Böden

Klassifikationsergebnis, Januar 2019



Moorgebiet um den Dümmer See, Niedersachsen, Zeitreihe 2019



Validierung der Zielklasse Überstau:

F1-Score $\bar{\phi}$ 0,79
(2018-2020)

→ Satellitendaten ermöglichen Erfassung unterjähriger Wasserdynamik und damit eine flächendeckende, tiefgehende Charakterisierung organischer Böden

Heide-Verbuschung



Relevanz



© Uwe Fischer, 2014

offene Heide

4030 Trockene Heiden

FFH-Monitoring auf Bundesebene:

- atlantische Region: Stichprobe
- kontinentale Region: Stichprobe
- alpine Region: keine Vorkommen

Verbuschung als **Zustandsbeschreibung** der LRT „Trockene Heiden“ (4030) und „Sandheiden mit Besenheide und Ginster auf Binnendünen“ (2310)

Kriterien/Wertstufen	A	B	C
Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen	hervorragende Ausprägung	gute Ausprägung	mittlere bis schlechte Ausprägung
Altersphasen (Flächenanteil [%] pro Phase angeben; Expertenvotum)	Pionier-, Aufbau-, Reife- und Degenerationsphase ¹⁾ alle vier Altersphasen vorhanden und Degenerationsphase nimmt $\leq 50\%$ der Fläche ein	zwei bis drei Altersphasen vorhanden ²⁾ oder Degenerationsphase nimmt $> 50\%$ bis $\leq 75\%$ der Fläche ein	eine Altersphase vorhanden oder Degenerationsphase nimmt $> 75\%$ der Fläche ein
bei Sandheiden: Flächenanteil [%] offener Bodenstellen	≥ 5 bis $\leq 25\%$	≥ 1 bis $< 5\%$ oder > 25 bis $\leq 40\%$	fehlend oder $> 40\%$
Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars	vorhanden	weitgehend vorhanden	nur in Teilen vorhanden
Flora: s. Anhang			
Arteninventar	lebensraumtypisches Arteninventar vorhanden	lebensraumtypisches Arteninventar weitgehend vorhanden	lebensraumtypisches Arteninventar nur in Teilen vorhanden
Beeinträchtigungen	keine bis gering	mittel	stark

Beeinträchtigungen	keine bis gering	mittel	stark
Deckungsgrad [%] Verbuschung bzw. Bewaldung	$\leq 10\%$	> 10 bis $\leq 35\%$	$> 35\%$

Bewertungsschema für das bundesweite FFH-Monitoring – Lebensraumtypen (BfN)

Deckungsgrad [%] Verbuschung bzw. Bewaldung	$\leq 10\%$	> 10 bis $\leq 35\%$	$> 35\%$
Aufforstung bzw. angepflanzte Gehölze (Flächenanteil [%] nennen; Bezugsraum: Erstabgrenzung des Vorkommens)	0 %	> 0 bis $\leq 5\%$ (Einzelgehölze)	$> 5\%$
Vergrasung/Deckungsanteil [%] von Gräsern wie Draht-Schmiele	$\leq 25\%$	> 25 bis $\leq 50\%$	$> 50\%$
weitere Beeinträchtigungen für LRT 4030 (Expertenvotum mit Begründung)	keine	geringe bis mittlere	starke

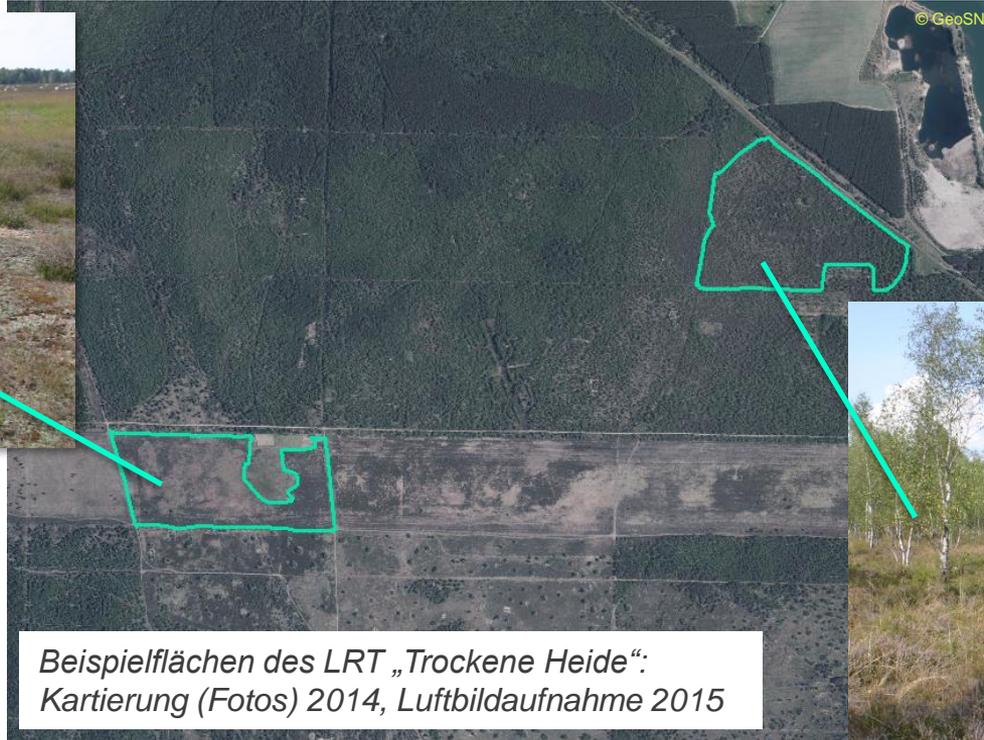
Heide-Verbuschung

Definition



© Uwe Fischer, 2014

offene Heide



*Beispielflächen des LRT „Trockene Heide“:
Kartierung (Fotos) 2014, Luftbildaufnahme 2015*



© Uwe Fischer, 2014

verbuschte Heide

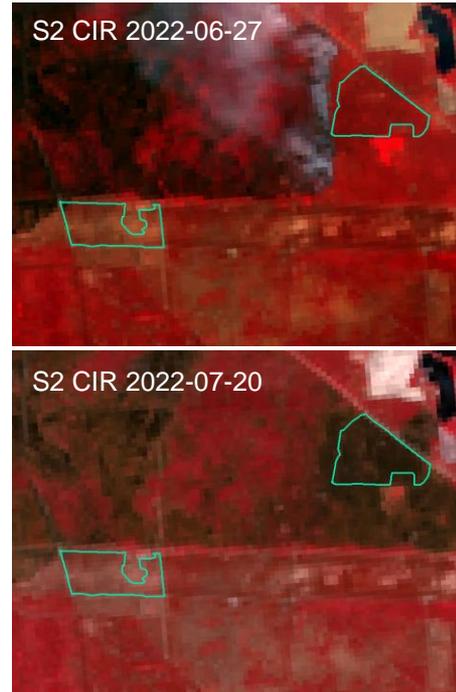
*Verbuschung =
Beeinträchtigung durch
überschirmende Gehölze*

Heide-Verbuschung

- **Situation:** Kartierungen liegen mehrere Jahre zurück, daher keine Kenntnis des aktuellen Zustands
- **Bedarf:** Vorbereitung / Priorisierung der bevorstehenden Kartierung (ggf. auch im Nachgang Kontrolle der Kartiererergebnisse)
- **Lösung:** Verbuschung* als robust mit Fernerkundung erfassbarer Indikator für aktuellen Zustand von Flächen der trockenen Heide-LRT

Heide-Brand

Praxisbeispiel



© ESA Copernicus Sentinel Daten

Potential Satellitendaten:

LRT „Trockene Heide“
Letzte Kartierung 2014

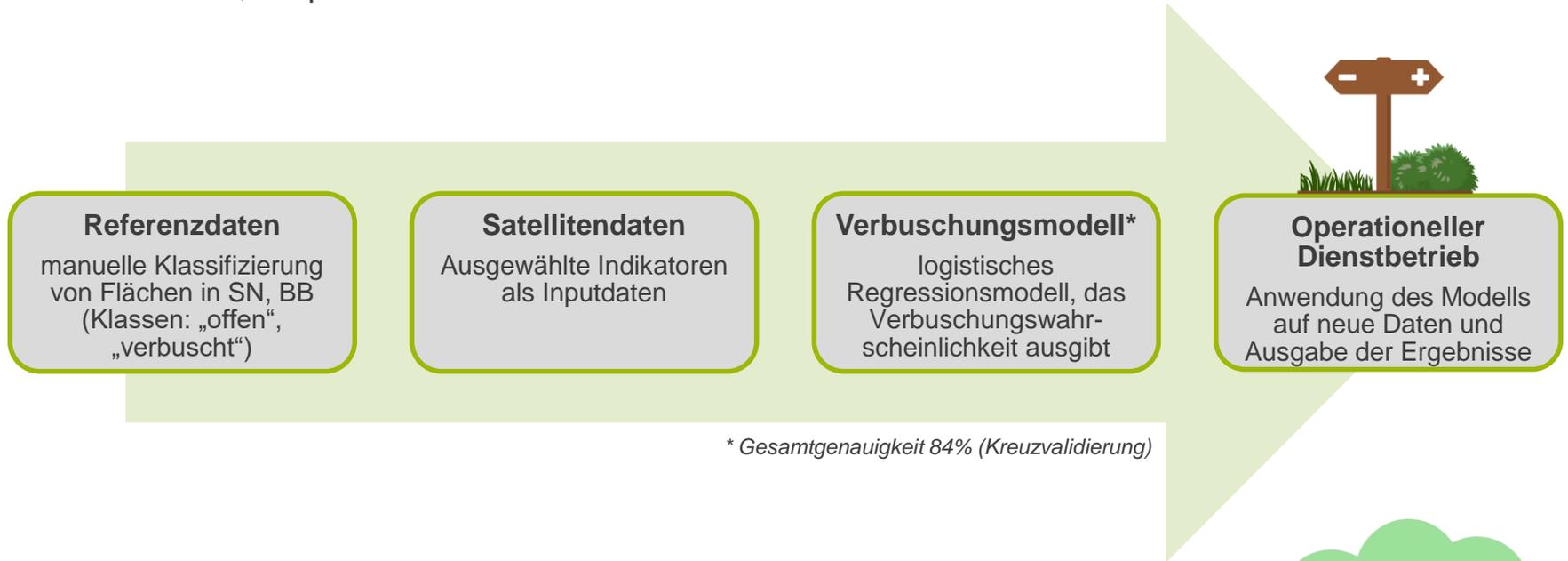
Aktuellstes Luftbild
wenige Tage vor diesem
Brand aufgenommen →
keine vorab Kenntnis der
Veränderung in den
letzten Jahren

Sentinel-2 Daten
zeigen LRT-Änderung
und aktuellen Zustand

Heide-Verbuschung

Erfassungsmethode

Ziel: Robuster, simpler Ansatz mit etablierten Methoden und Indizes



* Gesamtgenauigkeit 84% (Kreuzvalidierung)

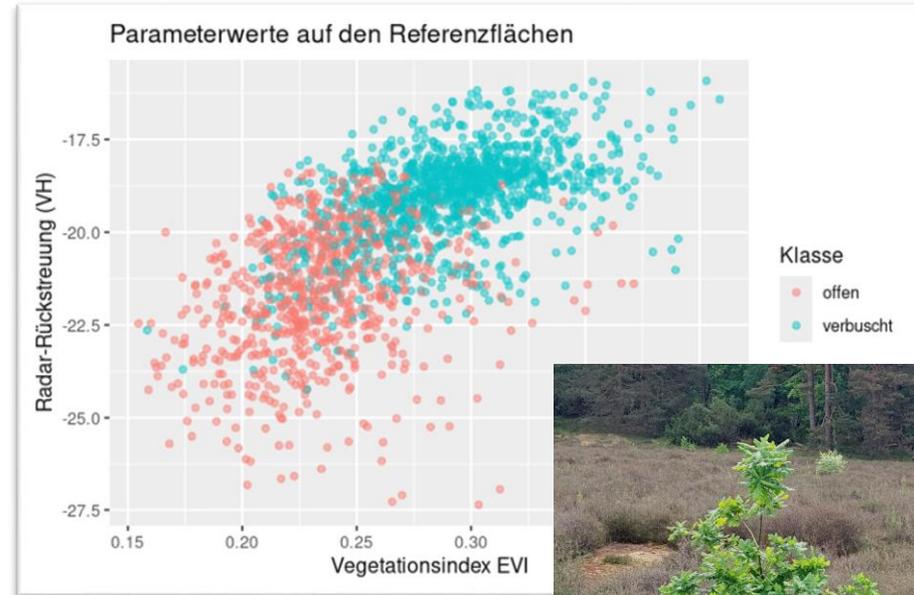
Heide-Verbuschung

Erfassungsmethode

Zwei Parameter als Modell-Inputdaten zur Unterscheidung von offenen und verbuschten Flächen:

- Enhanced Vegetation Index (EVI)
 - Erfassung photosynthetisch aktiver Vegetation (**Biomasse**) (*Sentinel-2*; *Landsat 8 + 9*)
- Radar-Rückstreuung in vertikal-horizontaler (VH) Polarisierung
 - Beschreibung der **Vegetationsstruktur** (*Sentinel-1*)

... als gemittelt **Frühjahrskomposit** pro Referenzfläche



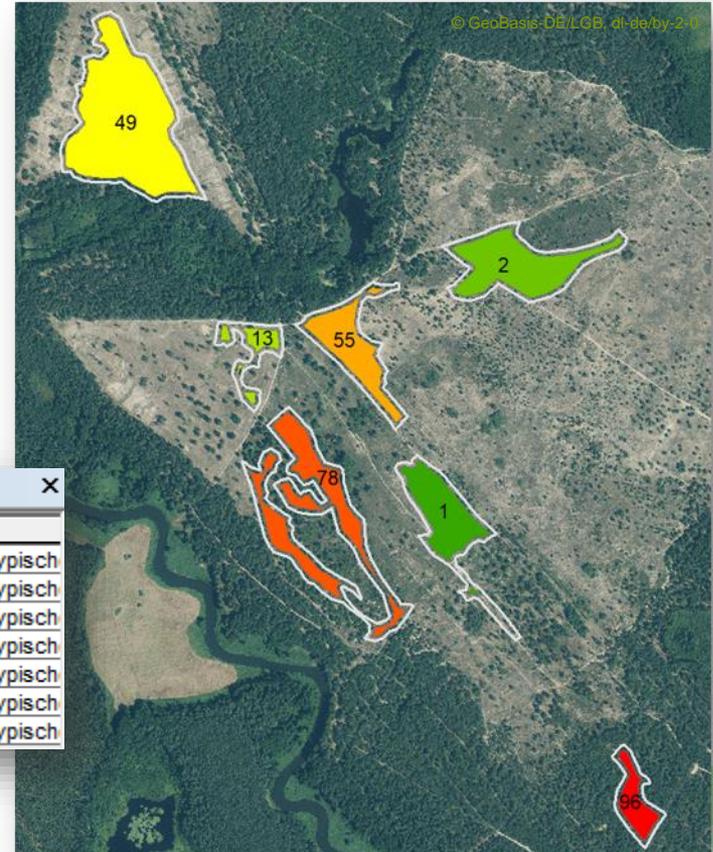
Heide-Verbuschung

Ergebnis

- Ausgabe der *Wahrscheinlichkeit* (nicht des Grads!) von Verbuschung auf den angefragten Flächen zum angefragten Jahr (genauer: Frühjahrszeitraum)
- Ergänzend: zugrundeliegende Parameterwerte u.a.
- nur gültig für LRT 4030 und 2310

Darstellung des Ergebnisses (Attribut Verbuschungswahrscheinlichkeit) für sieben Testflächen im GIS

cg id	verb_wkeit	jahr	evi kom	vh komp	grosse	wert pruef	
1	55	2024	0,29	-21,45	gut	Wertkombination typisch	im typisch
2	1	2024	0,27	-26,15	gut	Wertkombination untypisch	im typisch
3	78	2024	0,29	-20,36	gut	Wertkombination typisch	im typisch
4	96	2024	0,31	-18,55	gut	Wertkombination typisch	im typisch
5	2	2024	0,23	-24,54	gut	Wertkombination typisch	im typisch
7	13	2024	0,26	-23,27	ok	Wertkombination typisch	im typisch
8	49	2024	0,29	-21,9	gut	Wertkombination typisch	im typisch

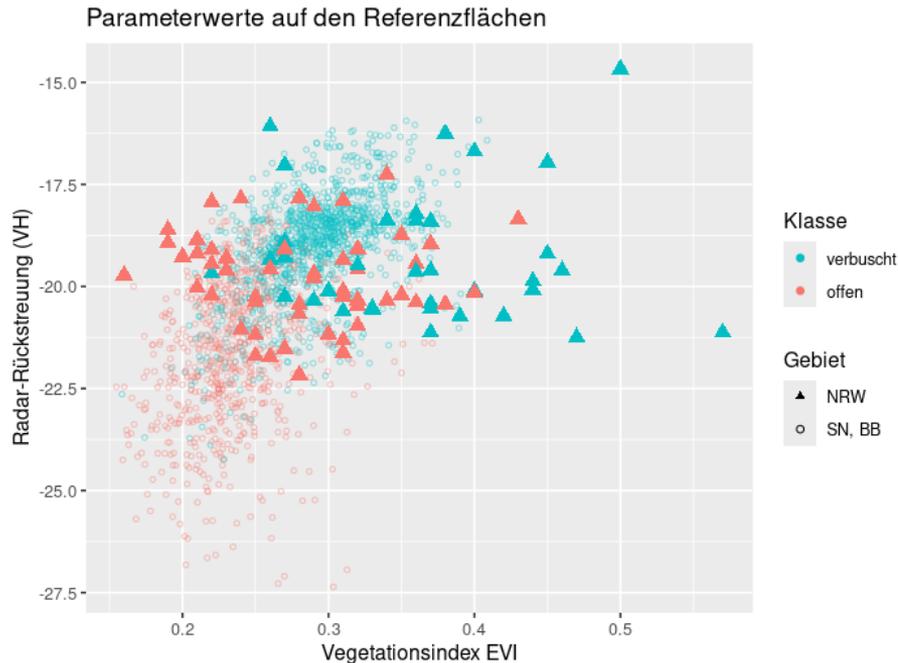


Heide-Verbuschung

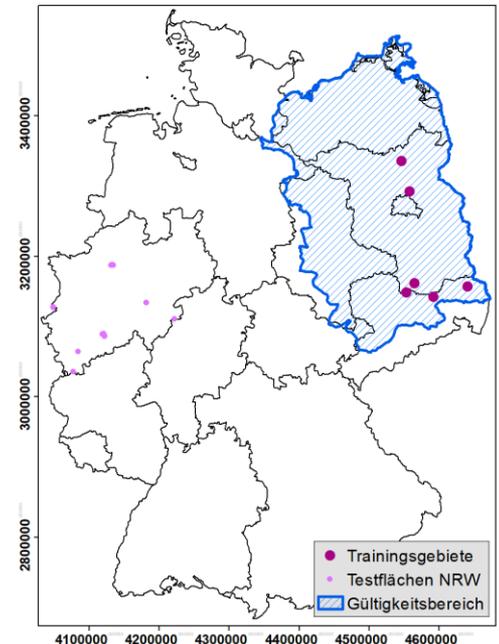
Ergebnis

Aktuelles Modell auf z.B. NRW nicht übertragbar

→ **Gültigkeit regional begrenzt** auf
Naturräumliche Großlandschaft
„Nordostdeutsches Tiefland“ (BfN 2022)



Bewertung:
Offenbar gibt es
radar-sensitive
Unterschiede in der
regionalen
Ausprägung dieser
LRT → mehr
Trainingsdaten
und/oder separates
Modell erforderlich



- Bis Ende November 2024:
 - Plattform im Testzustand
 - Freier Zugang für alle Interessierten (nach Registrierung)
 - <https://offenland.lup-umwelt.de/?id=1>
 - Restarbeiten (u.a. FAQ, Endbericht)
 - Nutzungsbedingungen beachten
- Anfang 2025:
 - Abschließende Klärung von Zuständigkeiten, Betriebsbedingungen

Vorläufige Ansprechpersonen:

Technische Fragen:

Felix Kessler LUP GmbH

Felix.Kessler@lup-umwelt.de

Fachliche Fragen:

Matthias Herkt LANUV NRW

Matthias.Herkt@lanuv.nrw.de

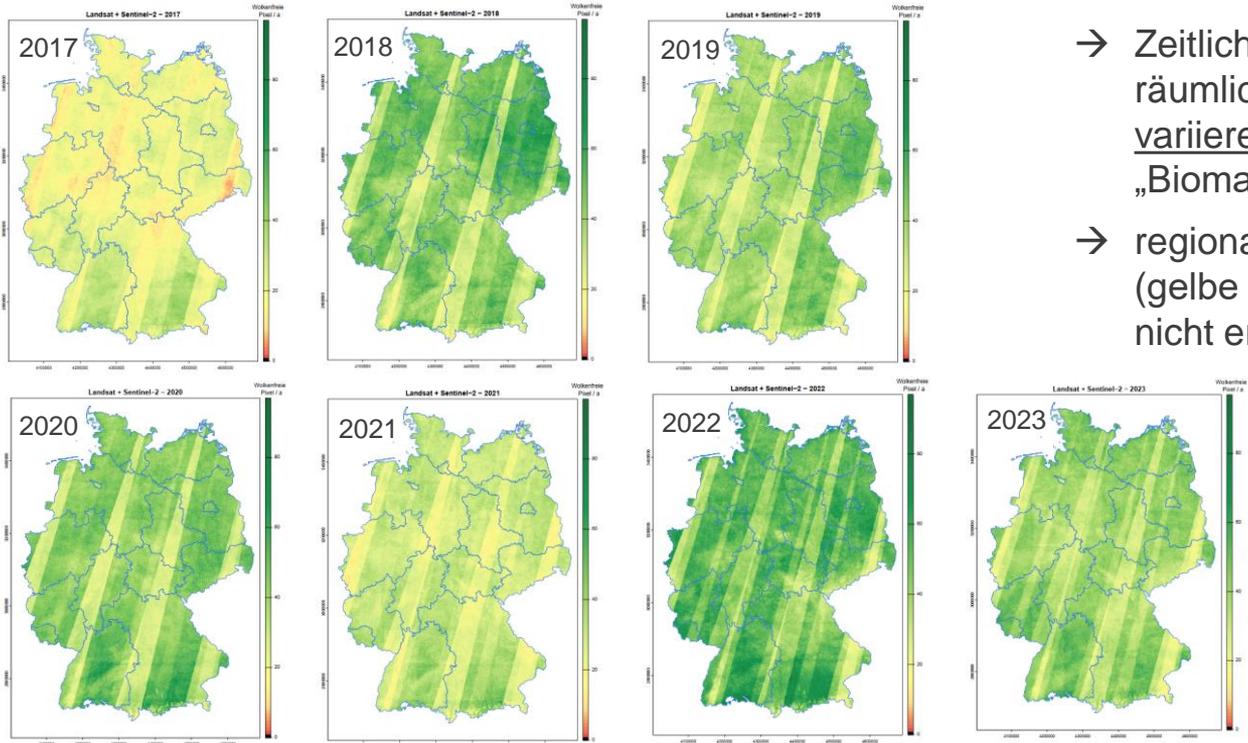
Diskussion

- Ihre Fragen...



Danke an alle die das Projekt ermöglicht haben!

Datenverfügbarkeit Sentinel-2 & LandSat 8/9



Bilder: modifizierte NASA LandSat und ESA Copernicus Sentinel Daten

- Zeitlich (infolge Bewölkung) und räumlich (infolge Überflugsbahn) variierende Datengrundlage für „Biomasse“-Erkennungsdienste
- regional erhöhte Wahrscheinlichkeit (gelbe Bereiche) dass eine „Mahd“ nicht erkannt wird