

Mahd-Dienst READ ME

Stand 26.09.2024, Ann-Kathrin Holtgrave, Prof. Dr. Birgit Kleinschmit, TU Berlin

ZWECK

Der Mahd-Dienst ist eine mit und für Landesumweltämter konzipierte deutschlandweit verfügbare satellitengestützte Web-Anwendung zur Erfassung der Mahdhäufigkeit sowie wahrscheinlicher Mahdzeiträume auf Grünlandflächen.

KURZBESCHREIBUNG

Die Intensität der Grünlandnutzung hat einen großen Einfluss auf die Biodiversität, die Artenzusammensetzung, die Bodengesundheit, die Kohlenstoffbindung und die landwirtschaftliche Produktivität des Grünlands. Ein wichtiger Indikator für die Nutzungsintensität ist die Mahdhäufigkeit, die durch satellitengestützte Fernerkundung erfasst werden kann. Darüber hinaus ist der Zeitpunkt der ersten Mahd entscheidend für effektive Naturschutzmaßnahmen.

Der Dienst basiert auf Daten der Sentinel-2 Satelliten des Copernicus-Programms der ESA sowie Satelliten des Landsat-Programms der NASA. Alle innerhalb der Vegetationsperiode von März bis November verfügbaren und wolkenfreien Aufnahmen werden zu einer Serie von Bildern aufgearbeitet, die eine dichte Zeitreihe von Informationen über den Vegetationszustand in Form eines Vegetationsindex (EVI – Enhanced Vegetation Index) ergeben. Diese Zeitreihen werden verwendet, um Biomasseentnahme zu detektieren. Die Arbeiten basieren auf einem Algorithmus, der Mahdereignisse auf Sentinel-2 und Landsat Rasterdaten berechnet (Schwieder et al. 2022). Deutschlandweite Karten werden ab 2017 jährlich innerhalb einer Grünlandkulisse (Prozessierungsmaske) aktualisiert und vom Johann Heinrich von Thünen Institut bereitgestellt (Schwieder et al. 2024).

Die Ergebnisse des Dienstes werden in Form von Polygonattributen ausgegeben. Dafür werden die pixelbasierten Berechnungsergebnisse jeweils auf die einzelnen Flächenpolygone (z. B. Felder, Schläge, Parzellen) der Nutzenden zusammengefasst. Wünschen Sie Ergebnisse für Suchräume wie ganze Landkreise, Bundesländer oder „Bounding Boxen“ so ist das nicht mit diesem Mahddienst möglich. Nutzen Sie stattdessen die originalen Rasterdateien vom Thünen Institut (Schwieder et al. 2024).

Am Ende des vorliegenden Dokumentes findet sich eine grafische Übersicht des Dienstes.

Für weitere Details wurden eine ebenfalls auf der Website abrufbare technische Dokumentation eine Interpretationshilfe der Ergebnisse erstellt. Sie befinden sich im Downloadbereich.

ERFORDERLICHE EINGANGSDATEN UND PARAMETER

Der Dienst setzt voraus, dass bei den Nutzenden raumbezogene Flächen-Geometrien über die zu prüfenden Flächen (z. B. Felder, Schläge, Parzellen) mit einheitlicher Nutzung vorliegen. Diese werden über eine Eingabemaske hochgeladen. Ergebnisse können NICHT für Suchräume wie ganze Landkreise, Bundesländer oder „Bounding Boxen“ berechnet werden.

Polygone:

- **Formate:** Die Geometrien bzw. Vektordaten oder Polygone können in den gängigen Geodatenformaten ESRI Shapefile, GeoJSON oder KML in das System eingespeist werden.
- **Eindeutige Zuweisung der Polygone:** In der Eingabemaske können aus der Attributtabelle der Geometrien eine oder mehrere Attribute ausgewählt werden, die eine eindeutige Zuweisung (ID) zu jeder Fläche ermöglichen. Dadurch lassen sich später die Ergebnisse leichter mit den Ursprungsdaten verknüpfen. Diese Auswahl ist optional.

- **Projektion:** Die Polygone sollten in einem gültigen Koordinationssystem vorliegen
- **Hinweise:**
 - Jede Fläche sollte einer Fläche mit einheitlicher Nutzung entsprechen. Geometrien, die mehrere reale Flächen inkludieren, können zu verfälschten Ergebnissen führen.
 - Es findet keine Plausibilitätsprüfung der verwendeten Polygone statt. Für die Korrektheit der Polygone und die Einhaltung des Datenschutzes sind die Nutzenden selbst verantwortlich.

Andere Eingabeparameter:

- **Zeitraum:** Die Konfiguration des Dienstes erfordert die Angabe eines Zeitraums, für den die Analyse durchgeführt werden soll (Analysezeitraum ab 01/2017, Aktualisierung fortlaufend und abhängig von der Datenbereitstellung). Wollen Sie Ergebnisse für nur ein Jahr, geben Sie bei Startzeitpunkt und Endzeitpunkt dasselbe Jahr ein. Die Monate werden automatisch ausgewählt, da nur Analysen für ein gesamtes Jahr berechnet werden können. Wünschen Sie Analysen über mehrere Jahre, wählen Sie die entsprechenden Jahre bei Start- und Endzeitpunkt aus. Sie erhalten pro Jahr eigene Ergebnisdateien.

DATENVERARBEITUNGSSCHRITTE

Bearbeitung der Eingangsdaten

Multipolygone in den Eingangsdaten werden durch den Dienst in einem ersten Schritt in einzelne Polygone zerlegt und im Weiteren eigenständig verarbeitet. Dies führt zu mehreren Ergebnissen pro Multipolygon-Eingangsfläche. Um Randeffekte zu vermeiden, werden die Polygone 10 m nach innen gepuffert. Sehr kleine oder schmale Flächen werden dadurch aus der Analyse gelöscht.

Aggregation von raster- zu polygonbasierten Mahdinformationen

Der Algorithmus von Schwieder et al. (2022) basiert auf einem pixelbasierten Schwellenwertverfahren. Die Mahdinformationen werden als deutschlandweite Rasterdaten innerhalb einer Grünlandkulisse vom Thünen Institut zur Verfügung gestellt (Schwieder et al., 2024). Die einzelnen pixelbasierten Mahdereignisse innerhalb eines Polygons werden zusammengefasst, indem zeitlich nah beieinander liegende Ereignisse gemittelt werden. Das ermittelte Mahddatum ist aufgrund von mehreren Faktoren (Lücken in Satellitenzeitreihen, unterschiedliche Zeitreihen der Pixel innerhalb eines Polygons, ...) nur eine ungefähre Annäherung an den tatsächlichen Mahdtermin. Im Rahmen von CopGruen wurde empirisch ermittelt, dass der wahrscheinlichste Zeitraum der tatsächlichen Mahd zwischen 9 Tagen vor und 5 Tagen nach dem angegebenen Mahdtermin liegt.

AUSGABE DER ERGEBNISSE

Die Ausgabe des Dienstes erfolgt im selben Format, in dem die Polygone von den Nutzenden für den Dienst bereitgestellt wurden. Interpretationsbeispiele finden Sie im Downloadbereich des Mahddienstes.

Das Datum wird im Format Jahr-Monat-Tag (YYYY-MM-DD) ausgegeben. Das Dezimaltrennzeichen ist der Punkt (‘.‘). Dieser wird ggf. in Ihrem GIS Programm automatisch als ‘,‘ angezeigt.

Pro (ggf. aufgetrennter) Eingangs-Geometrie (und Jahr) werden zwei Ausgaben generiert:

A: Name_results_<Jahr>

- Polygone mit Angabe aller Mahdereignisse pro Geometrie mit Mahdzeitpunkt und Mahdzeiträumen sowie Fehlermetriken. Ausgabe der nach innen gepufferten Polygone nach Ausschließen von Bereichen, die außerhalb der Prozessierungsmaske liegen.

B: Name_orig_features

- Shapefile der Originalgeometrien, mit der Angabe, welche Polygone prozessiert werden konnten.

AUSGABEATTRIBUTE

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der Felder, die durch den Mahd-Dienst im Download generiert werden und ggf. wie sie in der Kartendarstellung online angezeigt werden.

Attributname Download*	Attributname Online-Karte	Beschreibung	Ausgabe
Originales ID-Attribut	-	Flächenkennung entsprechend der Eingangs-Datei	A, B
cg_ID	-	Eindeutige ID Zuweisung pro Polygon	A, B
ber_ha	Berechnungs Fläche in HA	Fläche für Berechnung in Hektar	A
groesse	Bewertung Flächen-größe	Einteilung der Fläche nach ihrer Größe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ber_ha < 0,01 "extrem klein" (Ergebnis sehr unsicher) ▪ ber_ha < 0,1 "sehr klein" (Ergebnis unsicher) ▪ ber_ha < 0,25 "klein" (Ergebnis eher unsicher) ▪ ber_ha < 0,5 "ok" (Ergebnis eher sicher) ▪ ber_ha > 0,5 "gut" 	A
jahr	Jahr	Ergebnis Jahr	A
anzahl	Mahdhäufigkeit	Mehrheitsvotum (Modalwert) für Mahdanzahl aller gültigen Pixel innerhalb des Polygons; Kann niedriger sein als die Gesamtheit der unter mahd_N aufgeführten Mahdtermine, wenn darunter welche sind, die einen geringen Flächenanteil haben (d.h. der entsprechende Wert bei ant_N ist recht niedrig)	A
ant_anz	-	Prozentsatz (Anteil) an gültigen Pixeln innerhalb der Geometrie, die zu dem Modalwert geführt haben	A
mahd_N**	Datum erste Mahd / Mahd N	potentieller Mahdtermin (durchschnittlicher Mahdtermin aus Gruppe von Pixeln, die Mahdtermine im Abstand von max. 7 Tagen haben)	A
ant_N**	Flächenanteil Mahd-datum N	Flächenanteil (%) für das Mahdereignis N (auch für „Brachen“, also N=00)	A
anz_sum	Summe der Mahd-ereignisse	Anzahl aller gefundenen Mahdtermine innerhalb des Polygons Ein großer Unterschied zwischen anz_sum und anzahl kann auf eine heterogen genutzte Fläche oder unsichere Ergebnisse hinweisen	A
mx_abst	Maximaler Abstand zw. Satellitenszenen	Maximale Lücke zwischen zwei Satellitenbildern pro Polygon in Tagen Bei einer Lücke, die größer ist, als die Zeit die das Grünland braucht, um wieder aufzuwachsen, kann es sein, dass ein Mahdereignis übersehen wurde. Diese Zeit kann je nach Nutzungsintensität und Witterung unterschiedlich sein.	A

min_cso	Minimum Anzahl Satellitenbeobachtungen	Minimale Anzahl an Satellitenbildern, die in die Berechnung mit eingegangen sind („Clear Sky Observation“ Ab ca. 16 Satellitenszenen kann im Normalfall von einer ausreichenden Abdeckung ausgegangen werden.	A
mit_cso	mittlere Anzahl Satellitenbeobachtungen	Durchschnitt Anzahl an Satellitenbildern, die in die Berechnung mit eingegangen sind	A
proz_JJ	-	Information ob dieses Polygon prozessiert wird, zu klein ist oder außerhalb der Prozessierungsmaske lag. JJ steht für das jeweilige Jahr	B

* Die Attributnamen müssen abgekürzt ausgegeben werden, da ArcGIS nur mit kurzen Spaltennamen umgehen

** N = laufende Nummer des detektierten Mahdereignisses

GENAUIGKEIT, FEHLERQUELLEN UND EINSCHRÄNKUNGEN

Die Ergebnisse sind nur so genau wie die von den Nutzenden bereitgestellten Polygone.

Die Aggregation der Mahdereignisse wurde auf insgesamt 390 Polygonen getestet. Je nach Polygon liegen Referenzdaten für ein oder mehrere Jahre zwischen 2017 und 2022 vor. Insgesamt stimmte die Mahdhäufigkeit in 57% der Fälle exakt mit den Referenzdaten überein. In 86% der Fälle stimmte die Mahdhäufigkeit +/- 1 mit den Referenzdaten überein. Bei Fehleinschätzung wird in den meisten Fällen die Mahdhäufigkeit um eine Mahd unterschätzt.

Die errechneten Mahdereignisse weisen auf einen möglichen Zeitraum für Biomasseentnahme hin. Beweidung – insb. Stoßbeweidung – und Grünlandmahd sowie Mulchmahden etc. können nicht unterschieden werden. Kombinationen aus verschiedenen Nutzungsarten können zu fehlerhaften Ergebnissen führen.

Größere Lücken zwischen zwei wolkenfreien Satellitenaufnahmen können zu einer verspäteten Erkennung oder zum Verpassen eines Ereignisses führen. Verbliebene Wolken und Wolkenschatten können die Ergebnisse verfälschen. Zusätzlich erkannte Mahdereignisse können die Folge sein. Auch Überstau oder Überflutungen auf den Flächen können zu gestörten Satellitensignalen führen.

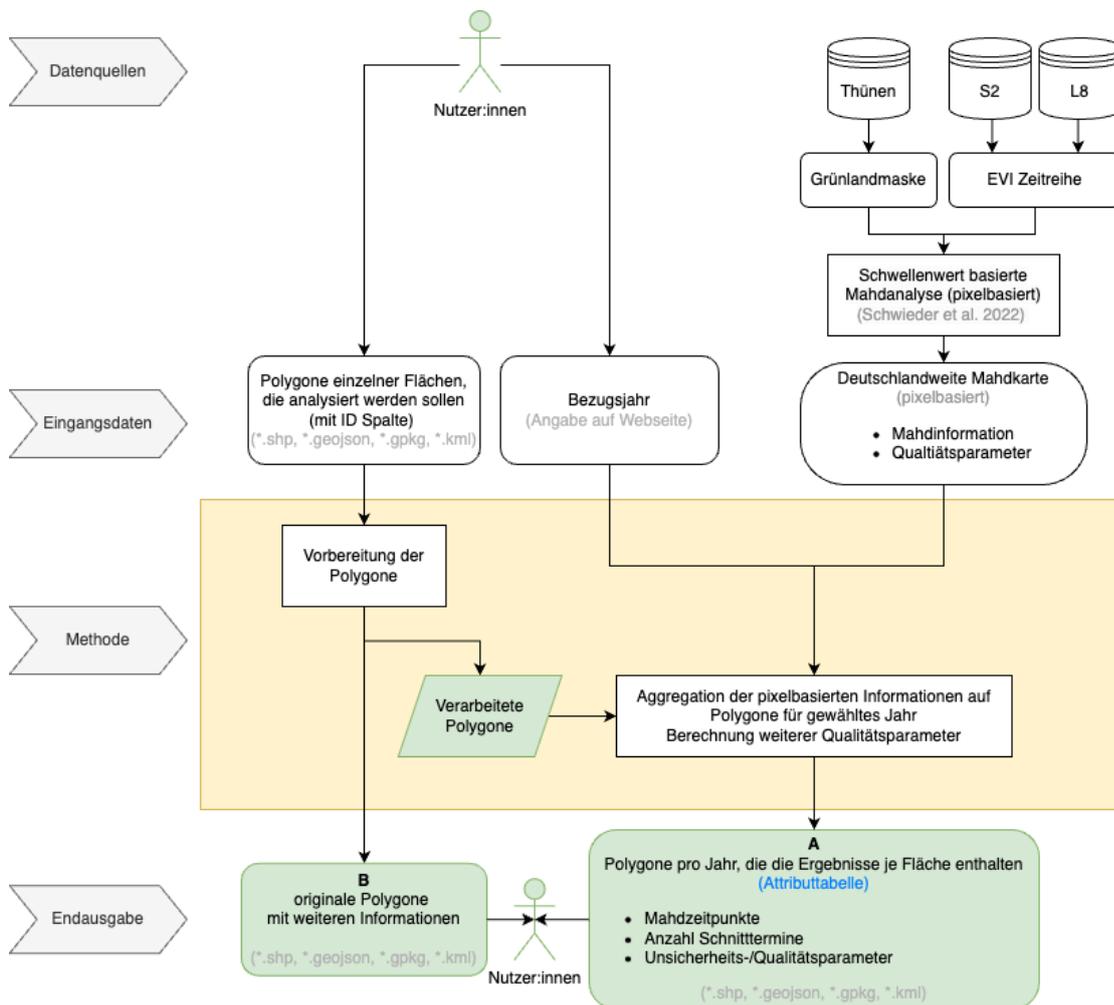
Zur besseren Einordnung der Ergebnisse werden mehrere Qualitätsmetriken ausgegeben (min_CSO, ber_ha, ant_N).

DATENHERKUNFT

Konzeption und technische Umsetzung erfolgten im Rahmen des Verbundprojekts „[Copernicus leuchtet Grün - Integration und Praxistransfer von Copernicus-Aktivitäten für ein umfassendes behördliches Monitoring von Grünland](#)“ als Verbundvorhaben der Landesumweltbehörden aus Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Schleswig-Holstein, der Technischen Universität Berlin, RLP Agrosience und dem Johann Heinrich von Thünen Institut.

Die Daten zur Ableitung der Mahdinformationen stammen von optischen Sensoren der Copernicus-Mission Sentinel-2 sowie des NASA-Satelliten Landsat-8. Die Arbeiten basieren auf einem Algorithmus von Schwieder et al. 2022; Schwieder et al. 2024, <https://github.com/davidfrantz/force-udf/tree/main/python/ts/mowingDetection> und werden als deutschlandweite Rasterdaten innerhalb einer Grünlandkulisse vom Johann Heinrich von Thünen-Institut bereitgestellt.

GRAFISCHE ÜBERSICHT DES DIENSTABLAUFES



QUELLEN

- Schwieder, M., Wesemeyer, M., Frantz, D., Pfoch, K., Erasmi, S., Pickert, J., Nendel, C., & Hostert, P. (2022). Mapping grassland mowing events across Germany based on combined Sentinel-2 and Landsat 8 time series. *Remote Sensing of Environment*, 269, 112795. DOI: 10.1016/j.rse.2021.112795
- Schwieder, M., Lobert, F., Tetteh, G. O., & Erasmi, S. (2024). Grassland mowing events across Germany detected from combined Sentinel-2 and Landsat time series for the years 2017 - 2021 [Data set]. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.10609590