

Vom Orbit zur Entscheidung: Satellitenfernerkundung in der Landesverwaltung

(Satelliten-) Fernerkundung in den Wäldern Hessens

Andreas Sommerfeld, HessenForst

2. Oktober 2025

andreas.sommerfeld@forst.hessen.de

- 1 Ausgangsbedingungen bei HessenForst
- 2 Bisherige Nutzung von Satelliten-Fernerkundung
- 3 Potenzielle Nutzung von Fernerkundung
- 4 Forstliche Skalenebenen
- 5 Projekt: Schadflächenerfassung
- 6 Projekt: SENSURE
- 7 weitere Projektideen
- 8 Zusammenfassung





1. Organisation bei HessenForst
2. Zwei Personen die teilweise sich mit Fernerkundung beschäftigen, indirekt Zugriff auf Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
3. Technische Aspekte
4. Software
 - Bisher vieles mit ArcGIS und FME
 - Perspektive zu R, QGIS und spezialisierte Anwendungen
5. Hardware
 - Im Landesnetz
 - Workstation

Bisherige Nutzung von Satelliten-Fernerkundung

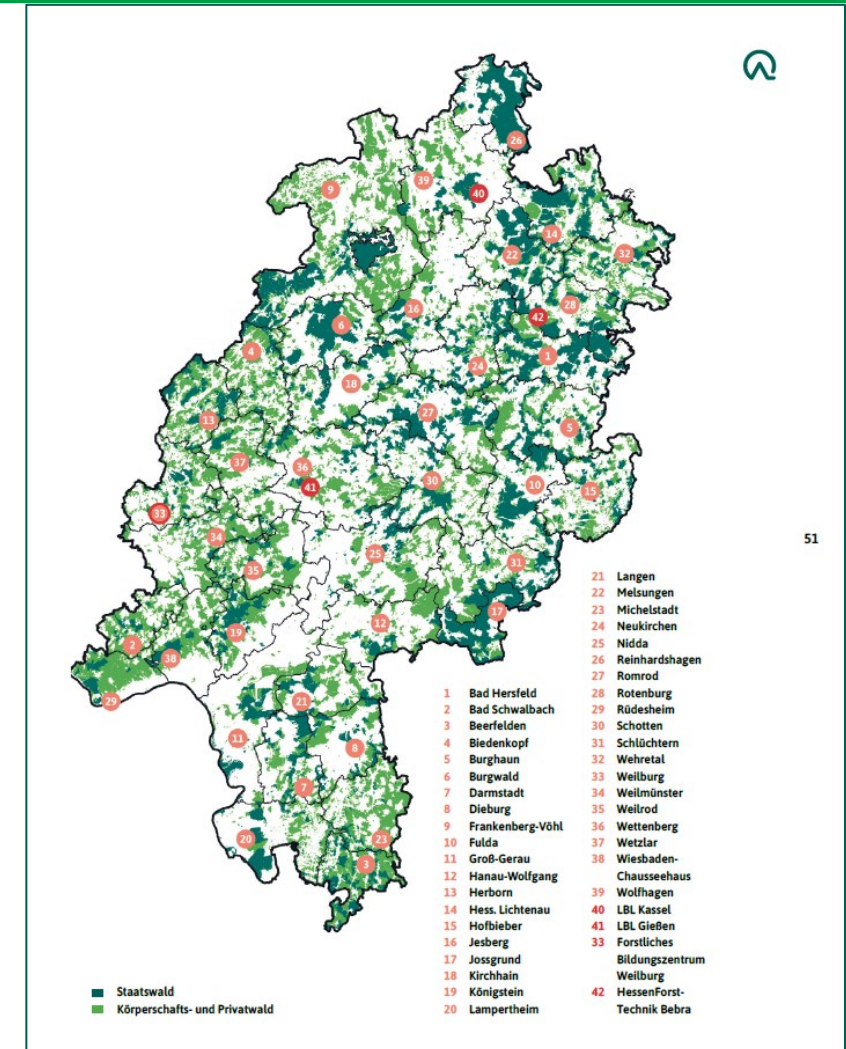


Voraussetzung für Satelliten-Fernerkundung sind gegeben:

- großer Flächenanteil (42% Hessens)
- große Flächenausdehnung
- Einzelflächen meist arrondiert und mit einer Größe bei der 10m und 30m räumliche Auflösungen nutzbar sind
- Wiederkehrintervalle für Wald ausreichend

Jedoch relativ wenige Satelliten-Fernerkundungsprojekte:

- Projekt Schadflächenerfassung
- zukünftiges SENSURE Projekt





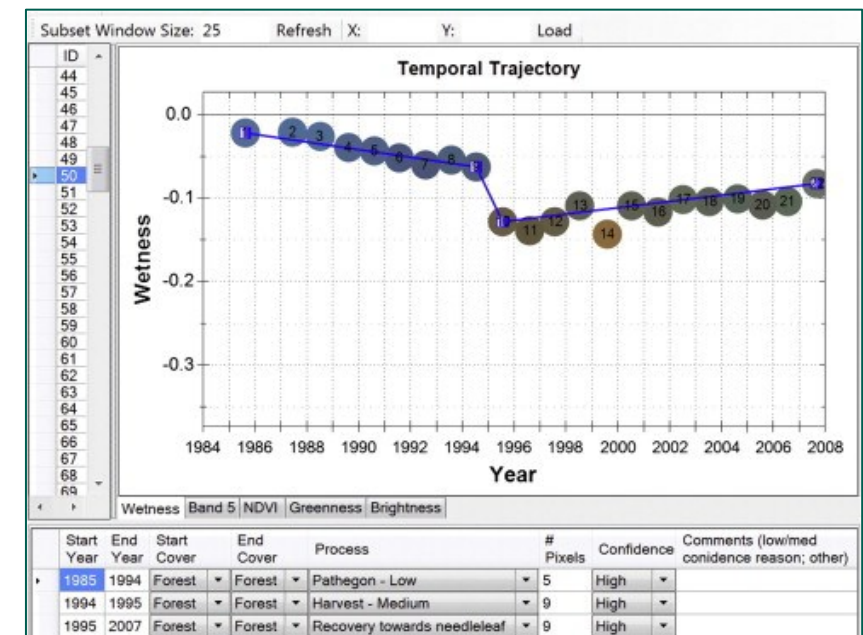
Grundsätzliches Interesse an

Change detection:

- Abrupt:
 - großflächige Störungen
 - [Erntemaßnahmen]
- Graduell –
 - Abnahme der Vitalität (Dürre und Prädisposition für Folgeschädlinge zB.: Eichenprachtkäfer)
 - „Schleichende“ Wiederbewaldung

Phänologie:

- [Blattaustrieb & Laubfall]



Cohen et al., 2010

Räumliche Skalenebene für HessenForst:

- Bestand: forstliche Planung und Umsetzung erfolgt auf dem Bestand: Forsteinrichtung, Pflege und Ernte – [Satelliten]
- **Einzelbaum** als kleinste „Behandlungseinheit“ im Forstbetrieb (Spezies, Entnahme: ja/nein, Habitatbaum: ja/nein) [Luftbilder und Drohnen]
- Kronenteile um Einzelbaum kategorisieren zu können (Schad- bzw. Kalamitätsholz) [Drohnen]



Projekt: Schadflächenerfassung

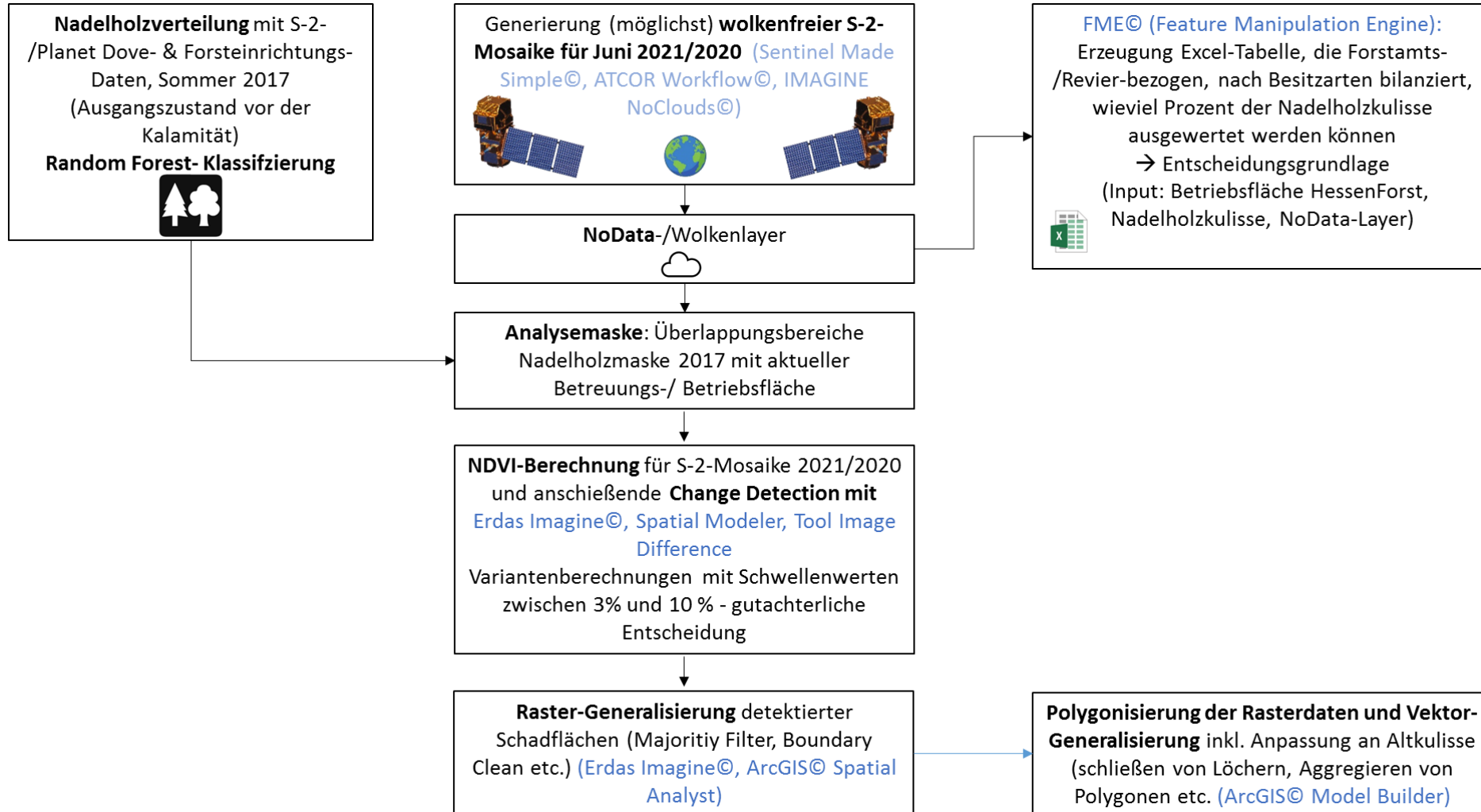


Manuel Weis



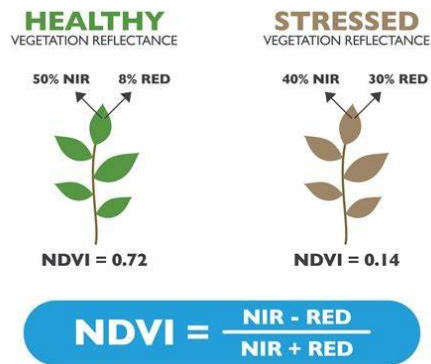
- Mehrjährige Dürre 2018 – 2023 mit initialen Windwurf großem Borkenkäferausbruch
- Flächendeckender Ausfall von Fichtenbeständen
- Geringe Arbeitskapazität durch Größe des Ausbruches
- Großes Interesse am Ausbruch
- Work Flow entwickelt von Manuel Weis

Schadflächenerfassung - Workflow

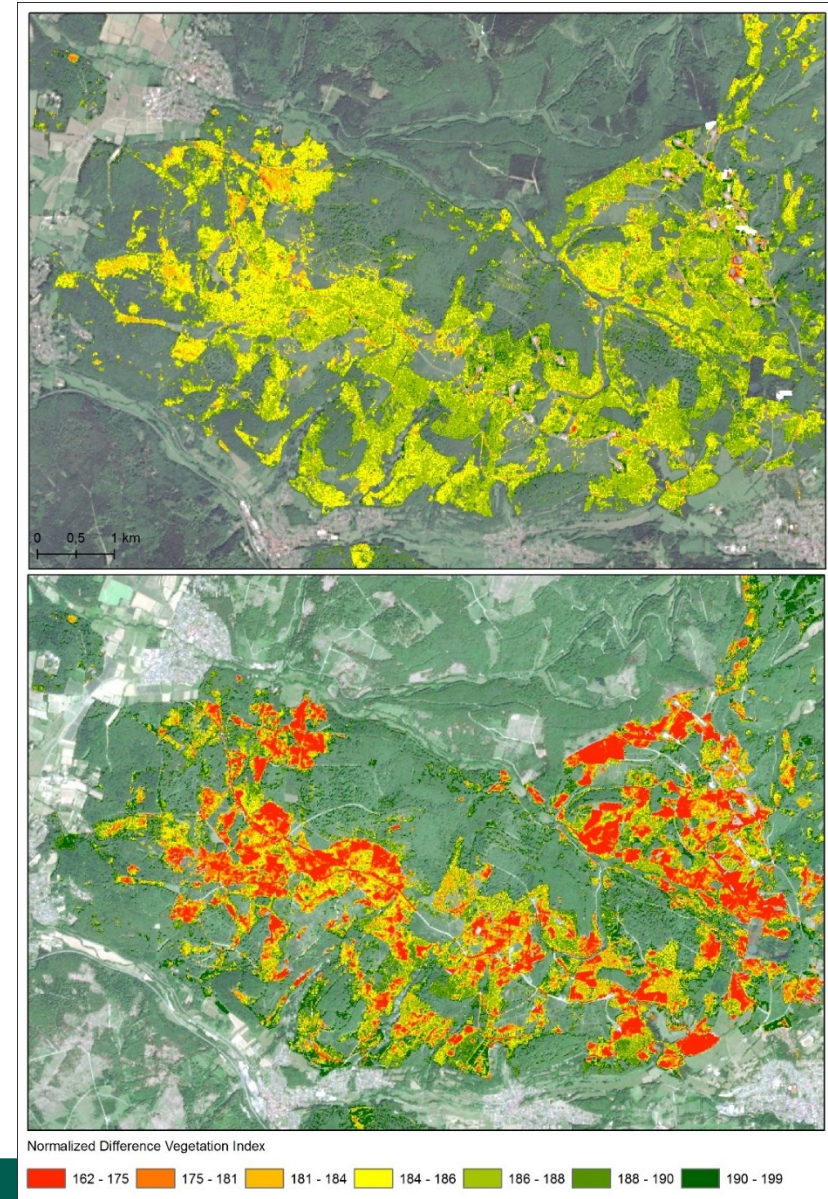


Schadflächenerfassung – Workflow: NDVI

- Sentinel-2 verfügt über einen *Multispectral Imager*
- Elektromagnetische Wellen im nahen- und kurzwelligen Infrarotbereich werden aufgezeichnet
- Gesunde Wälder reflektieren im roten Bereich des sichtbaren Lichts relativ wenig Strahlung und viel im nahen Infrarot
- Bei abnehmender Vitalität verändert sich das Verhältnis der Reflexion von rotem Licht und nahem Infrarot charakteristisch
- Berechnung der Veränderung zwischen zwei Zeitscheiben/ Satellitenaufnahmen mithilfe des „Normierten differenzierten Vegetationsindex“ (NDVI)



agremo.com



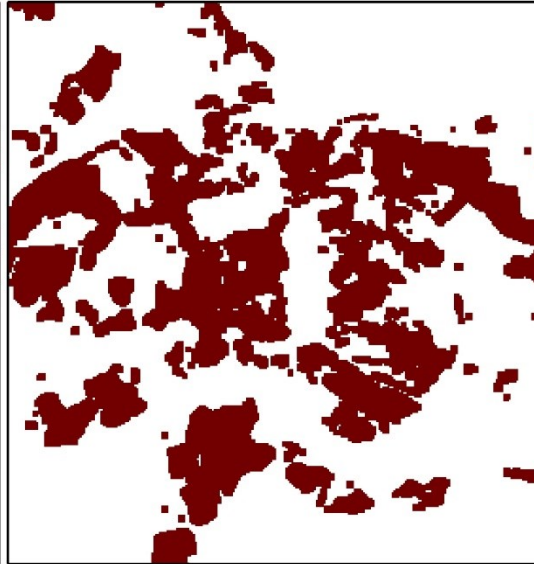
Manuel Weis



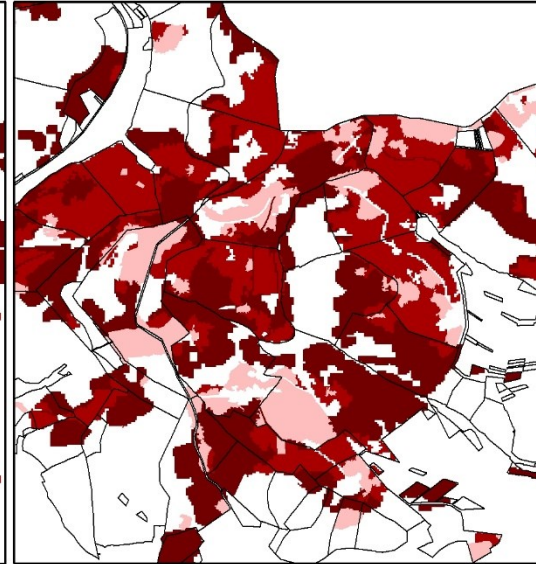
Schadflächenerfassung - Generalisierung, Anpassung an Altkulisse



"Roh-Ergebnis" Change Detection



Rastergeneralisierung



Vektor-Generalisierung, Anpassung an
Altkulisse und Waldeinteilung



Manuel Weis

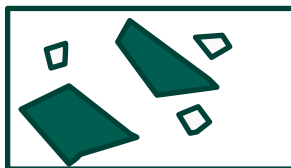
Schadflächenerfassung - Methodische Limitierungen I



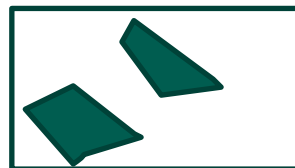
**Aufgrund methodischer Limitierungen wird der reale Umfang der Waldschäden unterschätzt.
Gründe dafür sind:**

1. Das „Auge“ des Satelliten sieht verschwommen

- Die Bodenauflösung des Sensors beträgt 10 m (im Vergleich: Luftbild 0,2 m). Schadflächen < 0,3 ha können daher nicht erfasst werden.
- Beispiel: In Abteilung XY liegen drei räumlich isolierte Schadflächen, die jeweils knapp unter 0,3 ha groß sind. Erfasste Schadflächensumme = 0 ha/Reale Schadflächensumme = fast 1 ha.

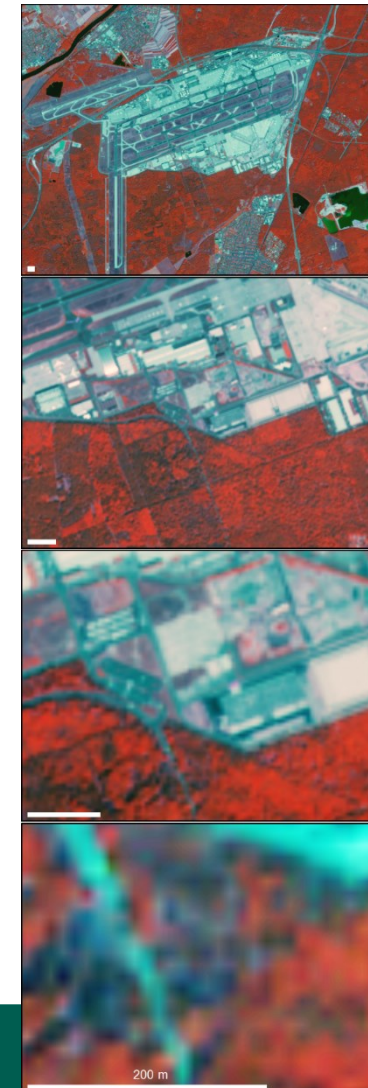


Realität

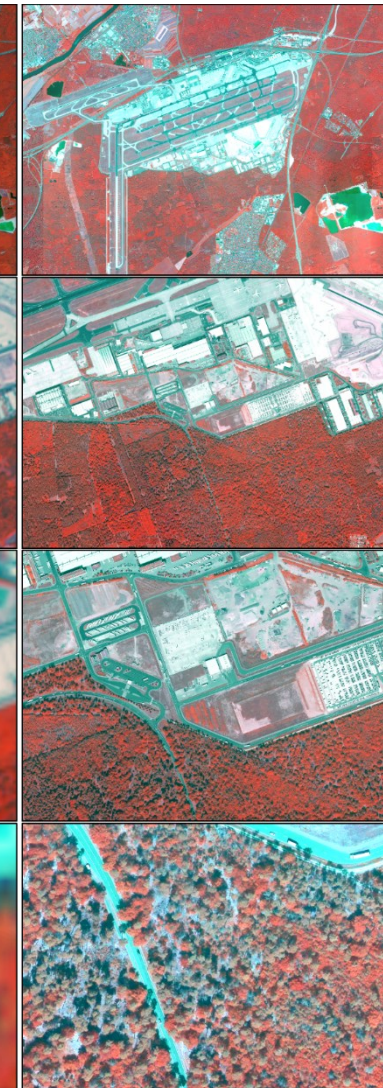


Fernerkundung

Sentinel-2



Luftbild



Manuel Weis



2. Zeitlich hinkt die Satellitenbilddauswertung der Realität hinterher

- Der Sensor des Satelliten ist nicht in der Lage frisch befallene Bestände zu detektieren. Es dauert eine Zeit lang, bis die spektralen Änderungen stark genug sind, um erfasst werden zu können. Was vor Ort bereits ersichtlich ist, lässt sich aus 800 km Höhe ggf. noch nicht erkennen.
- Referenzzeitpunkt der Erhebung ist Juni 2022. Bis zum Ende der Vegetationsperiode 2022 sind Schadflächen hinzugekommen, die noch nicht detektiert sind.

3. Schäden in Laubholzbeständen werden bislang nicht untersucht

- In Buchenbeständen treten zunehmend Schäden auf
- Bodenauflösung von Sentinel-2 nicht ausreichend, wenn einzelne Bäume oder nur Kronenteile absterben
- Absterben der Hauptschicht bzw. einzelner Bäume der Hauptschicht führt nicht unbedingt zu einem sinkenden NDVI (wegen vorhandener Verjüngung).



Sentinel 2:

- häufige (min. 5 Tage) und umfassende Datenquelle (ganz Hessen)
- Auflösung im RGBI mit 10m ist gut aber Management auf Einzelbaumebene noch zu grob

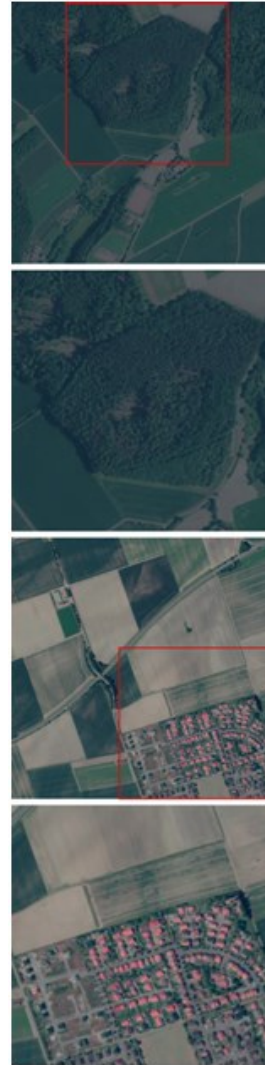
SENSURE Projekt:

- leistungsfähiges fernerkundungsgestütztes Monitoringsystem
- automatisiert Daten zu Ausmaß und räumlicher Verteilung von Waldschäden generieren
- hoher Genauigkeit und Aktualität
- „Super-Resolution“-Ansatz: räumliche Auflösung von Sentinel 2 verbessern
- SWIN2SRtransformer:Deep-Learning-Modell zum Hochskalieren von Bilder

SENSURE - „Super-Resolution“-Ansatz



Sentinel 2



DOP 20



SENSURE

Ali et al., 2025

weitere Projektideen: Prinzip „Tiefhängende Früchte“



- **Relevanz** für unsere betrieblichen Fragestellungen
- **Umsetzbarkeit** mit unseren Ressourcen
- **Kooperation** vor **Anpassung** (Code-Schnipsel) vor **Eigenentwicklung**
- Mut zum **Ideenfriedhof**
- Darstellung und **Zurverfügungstellung** der Ergebnisse

chatgpt.com
prompts: „low hanging fruits“ & „forester“



1. Satelliten-Fernerkundungsdaten von hohem Interesse für HessenForst, da:
 1. Frei verfügbar
 2. Umfassend (hessenweit)
 3. Häufig (mehrmals jährlich)
 4. Nutzbare räumliche Auflösung
2. Satellitendaten werden nicht das einzige Werkzeug in der Werkzeugkiste sein:
Kombination und In-Wertsetzung mit anderen Datenquellen: Drohnenaufnahmen, Luftbilder, LAS-Daten
3. teilweise Schwierigkeiten in der Umsetzung: administrativ, technisch und Arbeitskapazität



agremo.com	https://www.agremo.com/documentation/ndvi-and-precision-agriculture/
Ali et al., 2025	H. Ali , F. Stahl, M. Dolgich, U. Schwanecke, A. Ulges, F. Shafait Manuskript 2025
chatgpt.com	https://www.chatgpt.com/
Cohen et al., 2010	W. B. Cohen, Z. Yang, R. Kennedy, Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync — Tools for calibration and validation, Remote Sensing of Environment, Volume 114, Issue 12, 2010, Pages 2911-2924
ImDialog, 2023	ImDialog, Sonderausgabe, Geschäftsbericht 2022 – 2023

