

Fernerkundungsbasierte Kalamitätsdetektion

Jakob Wernicke



THÜRINGENFORST



Überblick

Was sind Kalamitäten?

Was ist Fernerkundung?

Wie wird Fernerkundung bei ThüringenForst zur Kalamitätsdetektion verwendet?

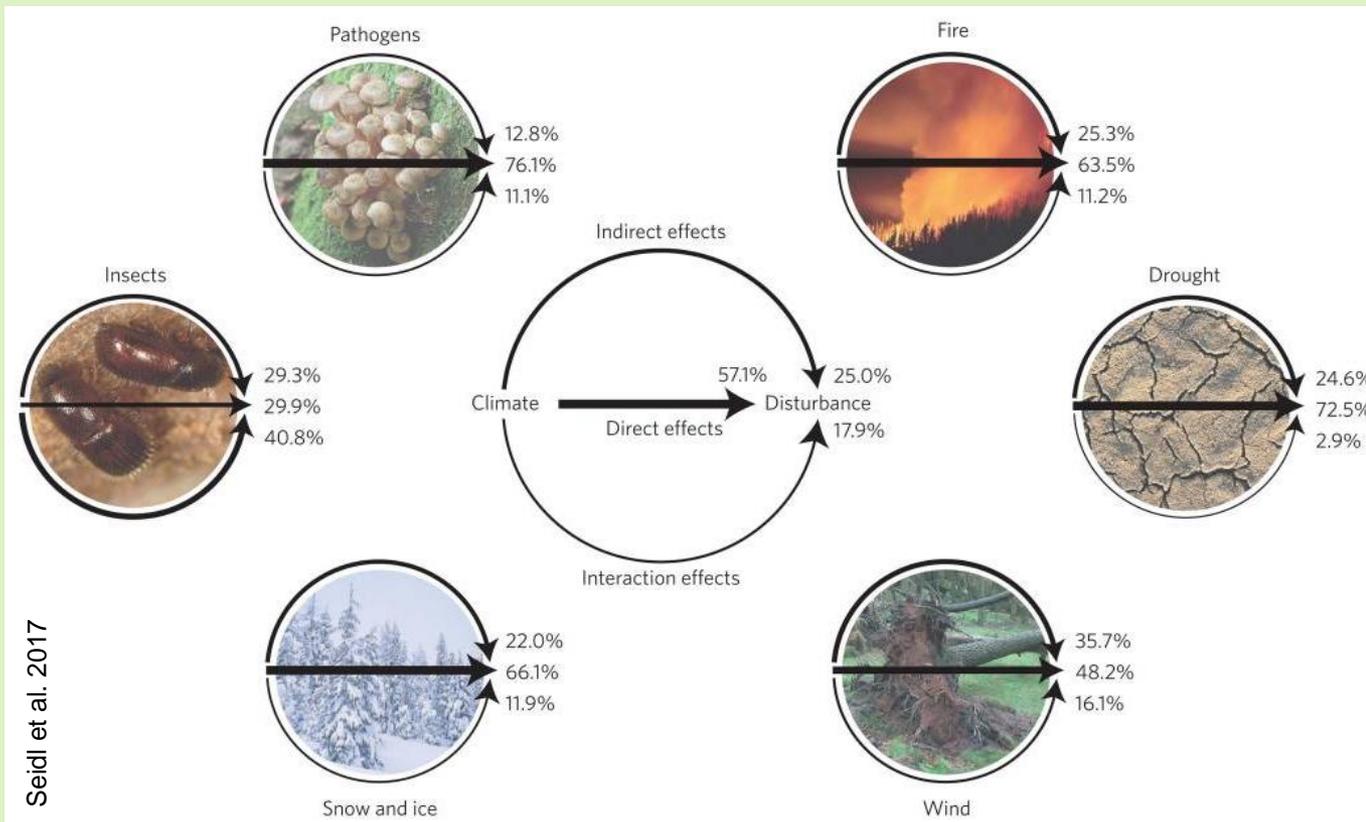
Wie sehen die Ergebnisse aus und wo kann ich sie finden?

Zusammenfassung / Ausblick



Was sind Kalamitäten?

Definition: „Großflächige Störungen von Waldfunktionen“



Seidl et al. 2017



Bild: Wenzel



Bild: Stürtz



Bild: Stürtz



Bild: Hodel



Monitoring des Kalamitätsgeschehens?

Monitoring der Kalamitätsdynamik ist wichtig, weil:

- Schadabschätzung
- Prozesse verstehen (Risikoabschätzung, Frühwarnsysteme)
- Planung der Wiederaufforstung (welche Baumart, wohin, wieviel Pflanzmaterial?)



Monitoring des Kalamitätsgeschehens?

Monitoring der Kalamitätsdynamik ist wichtig, weil:

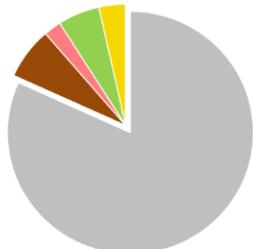
- Schadabschätzung
- Prozesse verstehen (Risikoabschätzung, Frühwarnsysteme)
- Planung der Wiederaufforstung (welche Baumart, wohin, wieviel Pflanzmaterial?)

Monitoring der Kalamitätsdynamik bei ThüringenForst AöR:

(A) Waldschutzmeldewesen

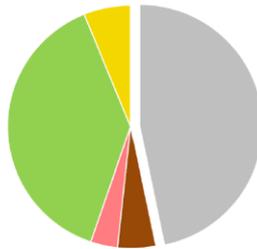
(B) Umweltmonitoring (Fallen, Waldzustandserhebung)

Schadholz durch Sturm [Bruch- und Wurf]

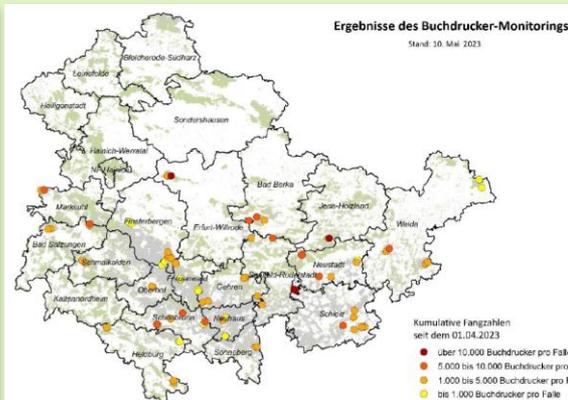


81,8% - Fichte [2.050.532 fm]
6,9% - Kiefer [173.344 fm]
2,3% - sonst. Nadelholz [57.746 fm]
5,5% - Buche [138.145 fm]
3,5% - sonst. Laubholz [88.068 fm]

Schadholz durch Trockenheit



46,8% - Fichte [2.383.588 fm]
4,9% - Kiefer [252.241 fm]
3,5% - sonst. Nadelholz [180.316 fm]
38,6% - Buche [1.968.406 fm]
6,1% - sonst. Laubholz [313.496 fm]





Monitoring des Kalamitätsgeschehens?

Monitoring der Kalamitätsdynamik ist wichtig, weil:

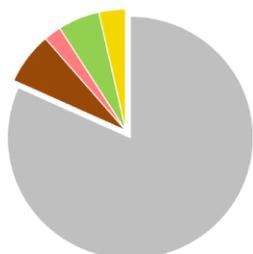
- Schadabschätzung
- Prozesse verstehen (Risikoabschätzung, Frühwarnsysteme)
- Planung der Wiederaufforstung (welche Baumart, wohin, wieviel Pflanzmaterial?)

Monitoring der Kalamitätsdynamik bei ThüringenForst AöR:

(A) Waldschutzmeldewesen

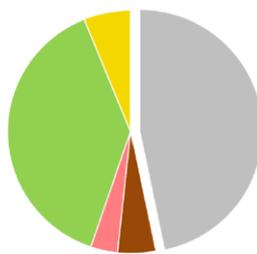
(B) Umweltmonitoring (Fallen, Waldzustandserhebung)

Schadholz durch Sturm [Bruch- und Wurf]



■ 81,8% - Fichte [2.050.532 fm]
■ 6,9% - Kiefer [173.344 fm]
■ 2,3% - sonst. Nadelholz [57.746 fm]
■ 5,5% - Buche [138.145 fm]
■ 3,5% - sonst. Laubholz [88.068 fm]

Schadholz durch Trockenheit



■ 46,8% - Fichte [2.383.588 fm]
■ 4,9% - Kiefer [252.241 fm]
■ 3,5% - sonst. Nadelholz [180.316 fm]
■ 38,6% - Buche [1.968.406 fm]
■ 6,1% - sonst. Laubholz [313.496 fm]

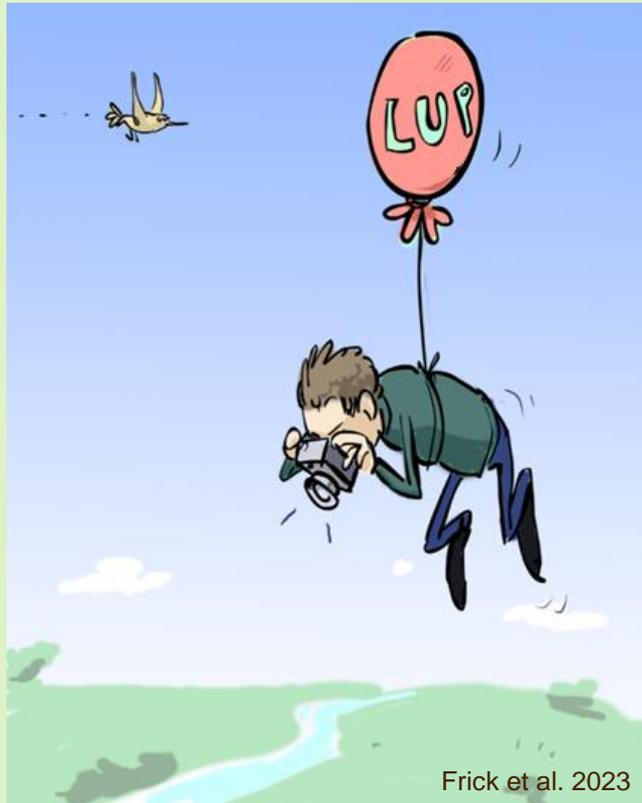


=> sehr gute Daten, **ABER**: diskrete raum-zeitliche Auflösung, betreuungsintensiv



Was ist Fernerkundung?

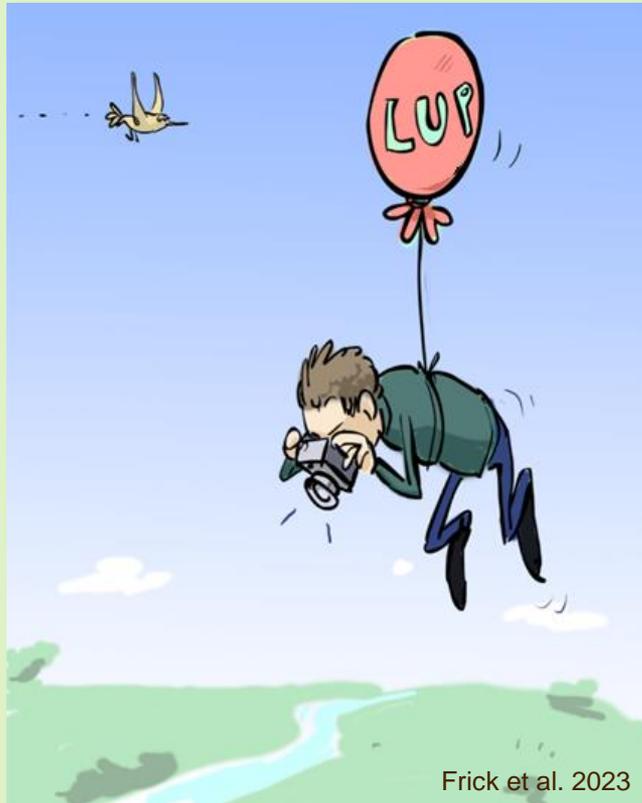
Albertz (2006): „Fernerkundung ist ein indirektes Beobachtungsverfahren. Sie vermag uns Informationen über Gegenstände zu vermitteln, ohne dass diese unmittelbar berührt werden müssen.“





Was ist Fernerkundung?

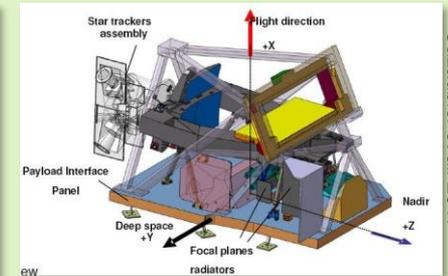
Albertz (2006): „Fernerkundung ist ein indirektes Beobachtungsverfahren. Sie vermag uns Informationen über Gegenstände zu vermitteln, ohne dass diese unmittelbar berührt werden müssen.“



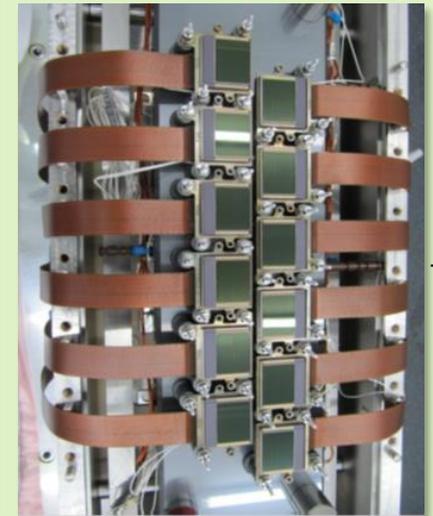
Frick et al. 2023



www.esa.int



Cazaubiel et al. 2017



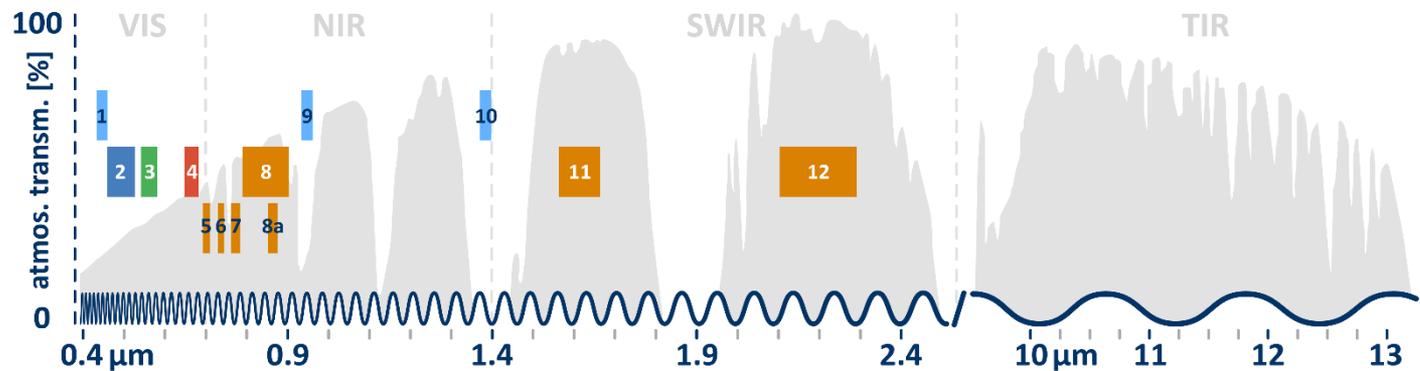
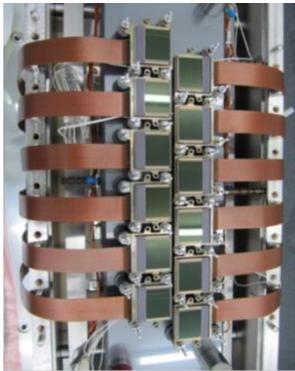
sentinels.copernicus.eu



Was ist Fernerkundung?

Physikalische Grundlagen der optischen (passiven) Fernerkundung (Sentinel-2)

sentinels.copernicus.eu



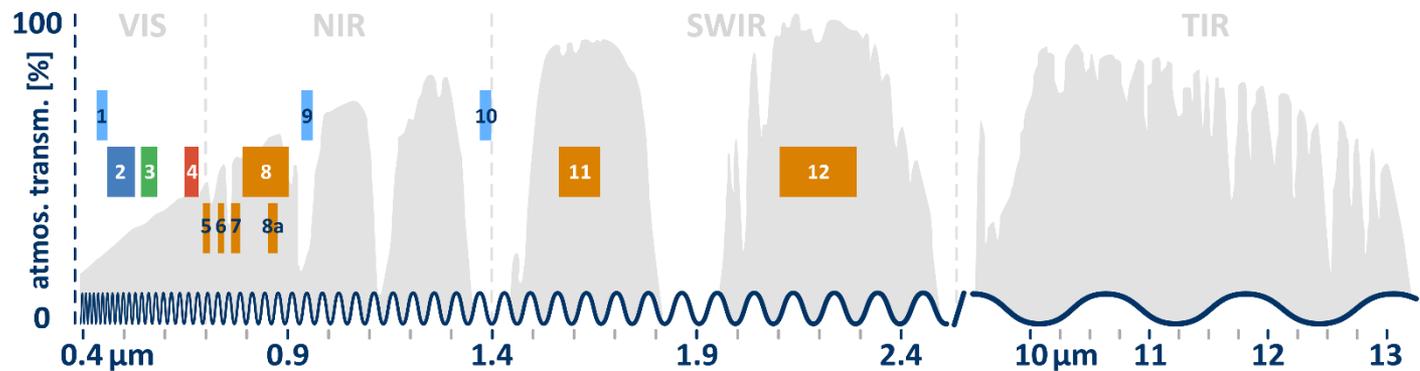
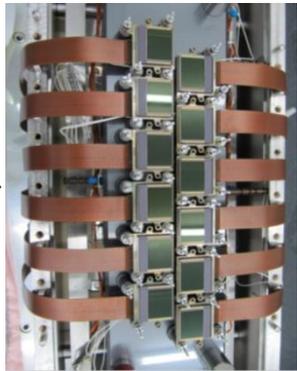
<https://blogs.fu-berlin.de/research/sentinel-2/>



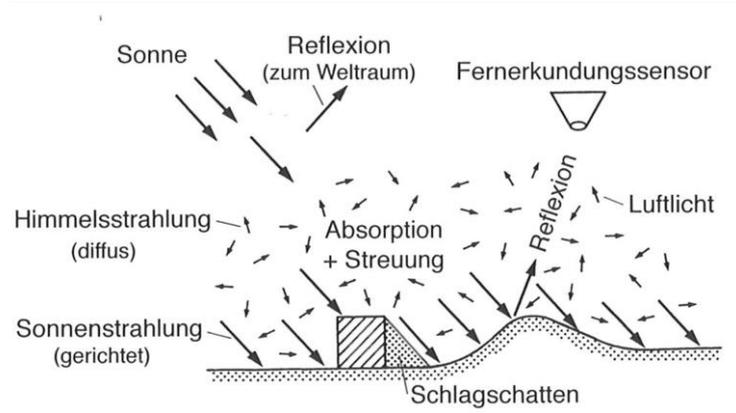
Was ist Fernerkundung?

Physikalische Grundlagen der optischen (passiven) Fernerkundung (Sentinel-2)

sentinels.copernicus.eu



<https://blogs.fu-berlin.de/research/sentinel-2/>

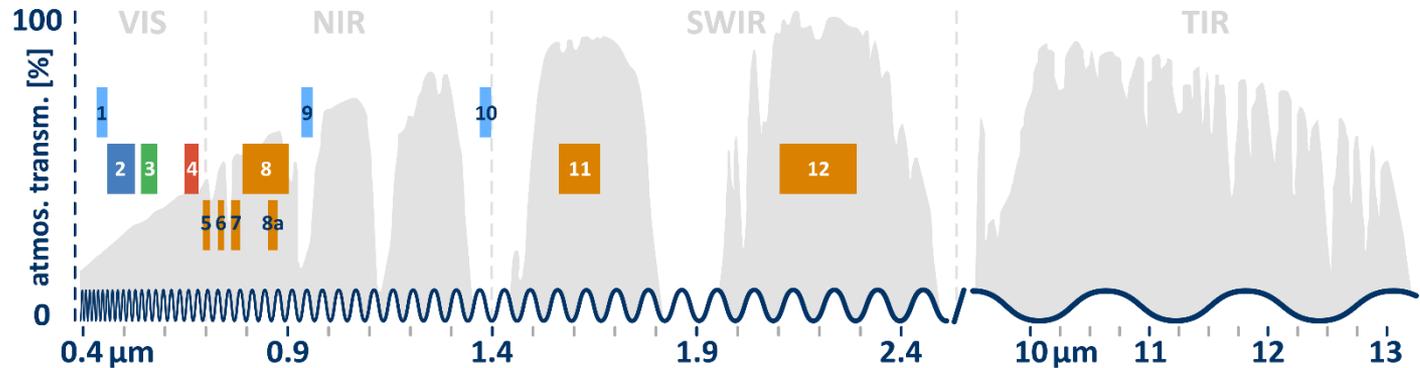
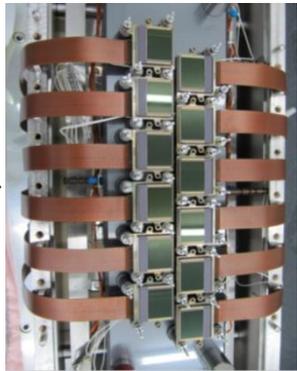




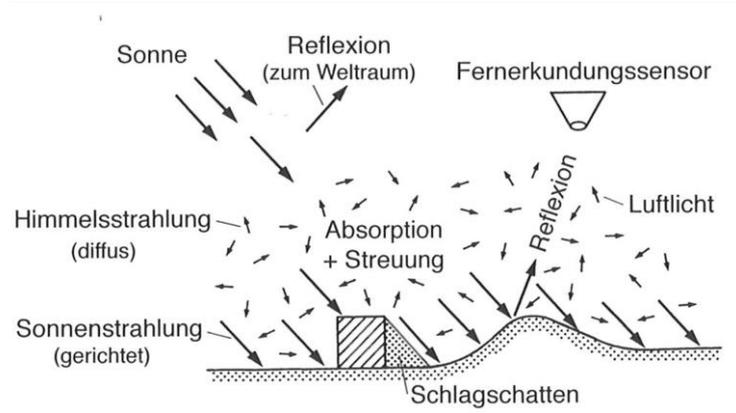
Was ist Fernerkundung?

Physikalische Grundlagen der optischen (passiven) Fernerkundung (Sentinel-2)

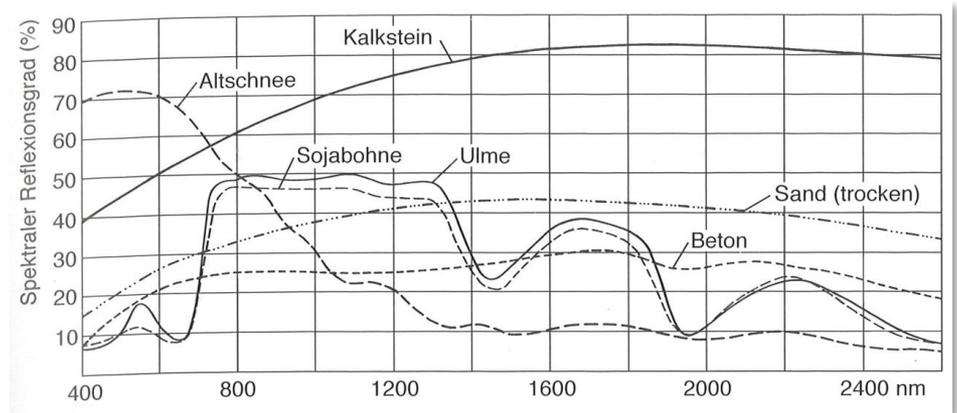
sentinels.copernicus.eu



<https://blogs.fu-berlin.de/research/sentinel-2/>



Albertz (2006)



Albertz (2006)



Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Warum Sentinel-2?

- Daten kostenfrei
- Hohe räumliche Auflösung (max. 10 m)
- Hohe zeitliche Auflösung (5 Tage Wiederkehrrate)
- Kontinuität der Daten (weitere Missionen geplant: Sentinel 2C in 2024)



Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Warum Sentinel-2?

- Daten kostenfrei
- Hohe räumliche Auflösung (max. 10 m)
- Hohe zeitliche Auflösung (5 Tage Wiederkehrrate)
- Kontinuität der Daten (weitere Missionen geplant: Sentinel 2C in 2024)

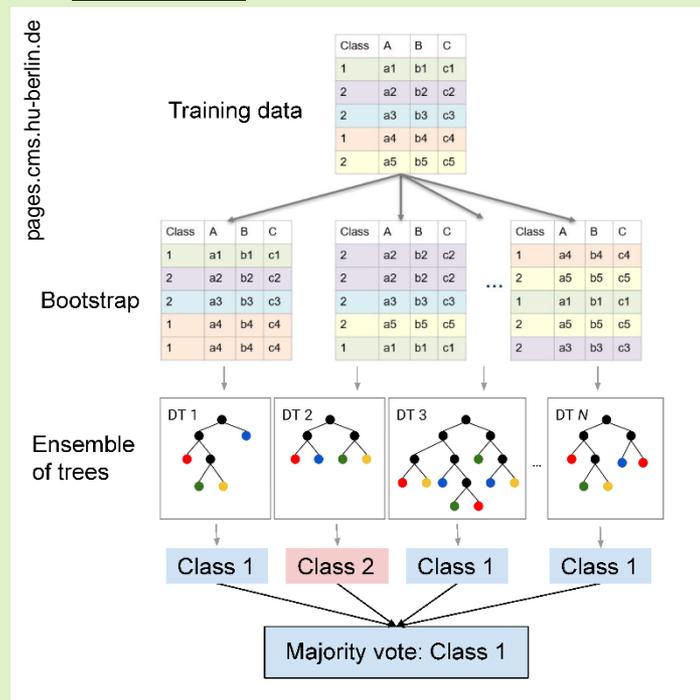
Wie werden Kalamitätsflächen aus Sentinel-2 Daten detektiert?

- Firma „Luftbild Umwelt Planung Potsdam“ (LUP GmbH)
- Nachprozessierung ThüringenForst AöR (Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum)
- Verfahren: Überwachte Klassifikation: Random Forest (maschinelles Lernen, Breiman 2001)

Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Wie werden Kalamitätsflächen aus Sentinel-2 Daten detektiert?

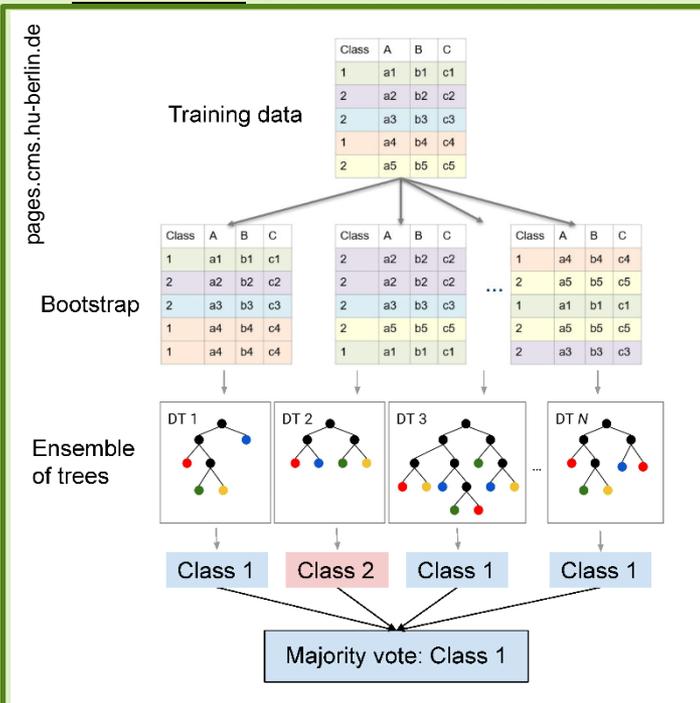
- Firma „Luftbild Umwelt Planung Potsdam“ (LUP GmbH)
- Nachprozessierung ThüringenForst AöR (Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum)
- Verfahren: Überwachte Klassifikation: Random Forest (maschinelles Lernen, Breiman 2001)



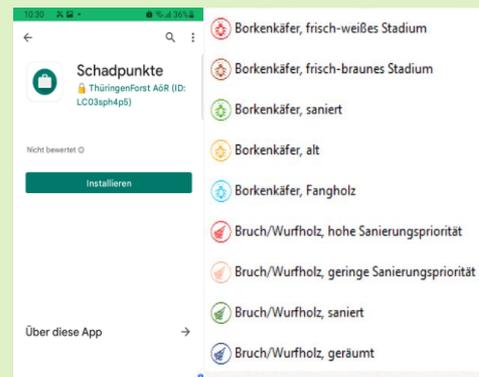
Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Wie werden Kalamitätsflächen aus Sentinel-2 Daten detektiert?

- Firma „Luftbild Umwelt Planung Potsdam“ (LUP GmbH)
- Nachprozessierung ThüringenForst AöR (Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum)
- Verfahren: Überwachte Klassifikation: Random Forest (maschinelles Lernen, Breiman 2001)



Trainingsdaten lokalisieren und charakterisieren



NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
 DSWI (Disease Water Stress Index)
 NDWI (Normalized Difference Water Index)
 SR-SWIR (Simple Ratio - Short Wave Infrared)
 NBR (Normalized Burn Ratio)



Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Wie werden Kalamitätsflächen aus Sentinel-2 Daten detektiert?

- Firma „Luftbild Umwelt Planung Potsdam“ (LUP GmbH)
- Nachprozessierung ThüringenForst AöR (Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum)
- Verfahren: Überwachte Klassifikation: Random Forest (maschinelles Lernen, Breiman 2001)

pages.cms.hu-berlin.de

Training data

Class	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a2	b2	c2
2	a3	b3	c3
1	a4	b4	c4
2	a5	b5	c5

Bootstrap

Class	A	B	C
1	a1	b1	c1
2	a2	b2	c2
2	a3	b3	c3
1	a4	b4	c4
1	a4	b4	c4

Class	A	B	C
2	a2	b2	c2
2	a2	b2	c2
2	a3	b3	c3
2	a5	b5	c5
1	a1	b1	c1

Ensemble of trees

DT 1

DT 2

DT 3

...

Class 1

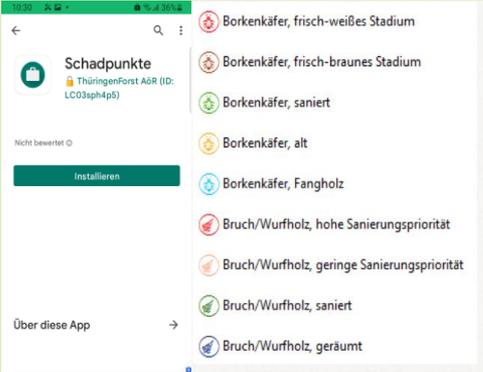
Class 2

Class 1

Class 1

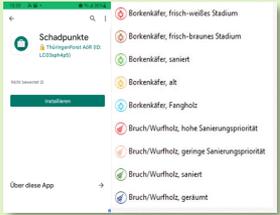
Majority vote: Class 1

Trainingsdaten lokalisieren und charakterisieren



NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
DSWI (Disease Water Stress Index)
NDWI (Normalized Difference Water Index)
SR-SWIR (Simple Ratio - Short Wave Infrared)
NBR (Normalized Burn Ratio)

Validierung



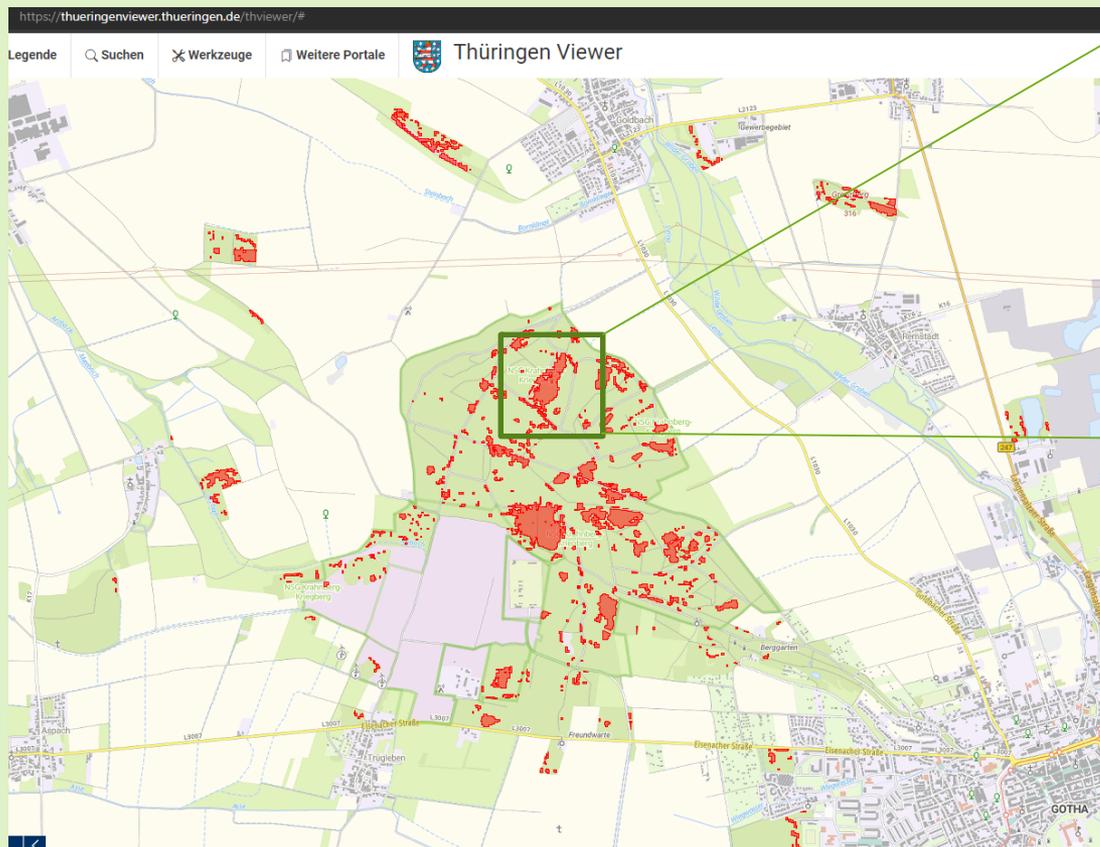
+

User Accuracy



Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

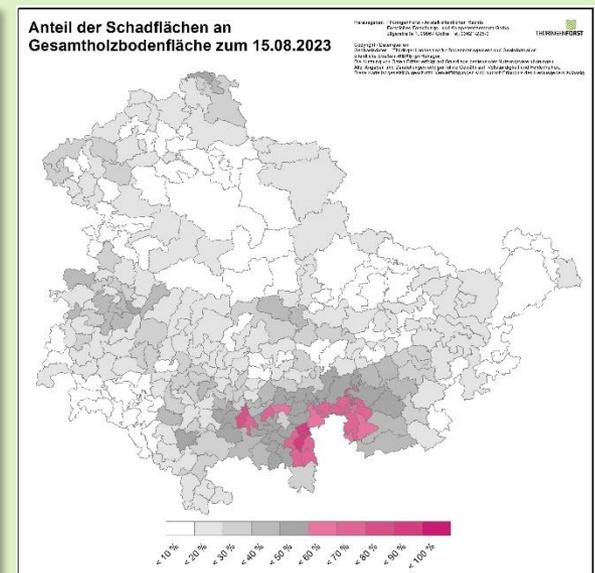
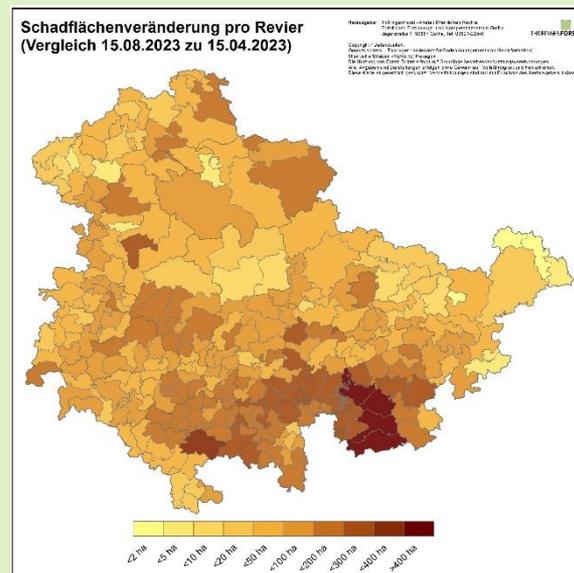
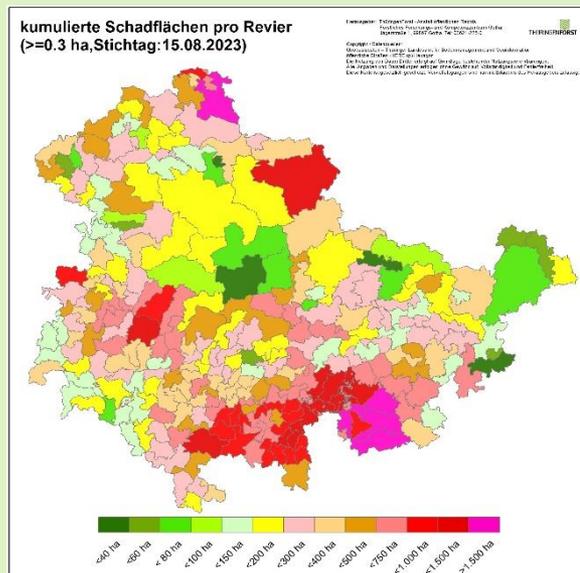
Detektionsergebnisse (Kumulative Auswertung: 2x pro Jahr)





Fernerkundung (Sentinel-2) bei ThüringenForst AöR

Detektionsergebnisse (Kumulative Auswertung: 2x pro Jahr)

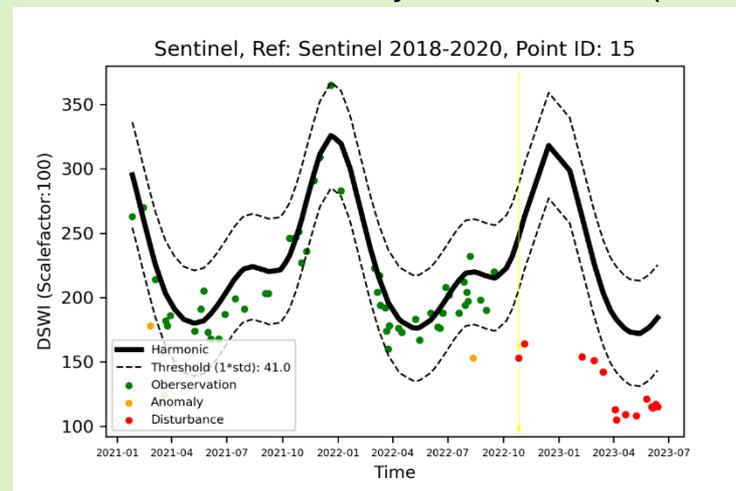


FANR	Forstamt	Bundesforst	Körperschaftswald	Privatwald	Staatswald	davon im Eigentum von TF AöR	Verwertungswald der BVVG	Unbekannt	Besitz der WGT/LEG	Gesamtsumme
5	Schleiz	245	467	10.270	68	67	1.052			12.102 (+3.536)
6	Neustadt	1	227	2.701	459	456	1			3.389 (+886)
8	Weida	52	146	1.788	591	590	20		10	2.606 (+382)
9	Jena-Holzland	10	227	1.659	1.005	1.004	1	1		2.903 (+544)
14	Sonneberg	0	52	2.149	6.709	6.709				8.910 (+954)
16	Neuburg		7	112	0.075	0.075				0.194 (+2.001)



Zusammenfassung und Ausblick

- ⇒ Hohe Detektionsgenauigkeit, insbesondere im immergrünen Nadelholz
 - ⇒ Unterstützendes Instrument zum Monitoring der Kalamitätsflächen und Wiederbewaldungsmaßnahmen
 - ⇒ Sonderstandorte führen zu Fehlklassifikationen (ohnehin vitalitätsgeschwächte Bestände)
 - ⇒ Einzelbaumausfälle nicht detektierbar
 - ⇒ Schäden im Laubholz sind schwierig zu detektieren
- ⇒ Die ganze Zeitreihe in den Blick nehmen! Projekt ForstEO (FKZ: 2220WK81B4)



Frick et al. 2023

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



THÜRINGENFORST



Literaturverzeichnis

- Albertz,J. (2006): Einführung in die Fernerkundung, Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern, 3.Auflage, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Breiman,L. (2001): Random Forests. Machine Learning, 45, 5-32, <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Frick,A., Klinke,R., Stöckigt,B., Gey,S., Kessler,F, Lehmler,S. (2023): ForestWatch 3.0, Vortrag 14.November 2023, AFL-Tagung Gotha.
- Seidl,R., Thom,D., Kautz,M., Martin-Benito,D., Peltoniemi,M., Vacchiano,G., Wild,J., Ascoli,D.,Petr,M., Honkaniemi,J., Lexer,M.J., Trotsiuk,V., Mairota,P., Svoboda,M., Fabrika,M., Nagel,T.A., Reyer,C.P.O (2017): Forest disturbances under climate change, Nature Climate Change (7), <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Cazaubiel,V., Chorvalli,V., Miesch,C. (2008): The multispectral instrument of the Sentinel2 program, Conference: International Conference on Space Optics, doi: 10.1117/12.2308278.
- blogs.fu-berlin.de (Zugriff: 20.11.2023)
- www.esa.int (Zugriff: 20.11.2023)
- Thüringen Viewer (thuringen.de) (Zugriff: 20.11.2023)