



Ein Modell zur Ausbreitung von Waldbränden

- schnellere Vorhersagen durch den Einsatz von maschinellem Lernen, Fernerkundung und Copernicus-Daten



Simon Müller, Philipp Benner, Kristin Vogel, Anja Hofmann-Böllinghaus
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung
Referat eScience
Simon.Mueller@bam.de



TREEADS has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101036926.



Ganzheitliches Brandmanagement-Ökosystem

01.12.2021 – 31.05.2025

- ✓ 47 Partner in 13 Ländern (EU + Taiwan)
- ✓ Entwicklung von Lösungen für verschiedene Stadien von Waldbränden:

Vorher – Prävention und Vorbereitung

Während – Detektion und Reaktion

Danach – Wiederherstellung und Anpassung



BAM eScience – Entwicklung eines Waldbrand-Ausbreitungsmodells





Waldbrand-Ausbreitungsmodelle – Stand der Dinge

Physikalische Simulationen

- ✓ Input-Parameter teils schwierig zu ermitteln
- ✓ Individuelle Anpassung notwendig
- ✓ Vorhersagen langsam(er)
- ✓ Frei wählbare Zeitabschnitte modellierbar

Maschinelles Lernen

- ✓ Benötigen große Datensätze
- ✓ Black Box
- ✓ Input und Output fixiert
- ✓ Vorhersagen schnell



Waldbrand-Ausbreitungsmodelle – Stand der Dinge

Physikalische Simulationen

- ✓ Input-Parameter teils schwierig zu ermitteln
- ✓ Individuelle Anpassung notwendig
- ✓ Vorhersagen langsam(er)
- ✓ Frei wählbare Zeitabschnitte modellierbar

Maschinelles Lernen

- ✓ Benötigen große Datensätze
- ✓ Black Box
- ✓ Input und Output fixiert
- ✓ Vorhersagen schnell



Waldbrand-Ausbreitungsmodelle – Stand der Dinge

Physikalische Simulationen

- ✓ Input-Parameter teils schwierig zu ermitteln
- ✓ Individuelle Anpassung notwendig
- ✓ Vorhersagen langsam(er)
- ✓ Frei wählbare Zeitabschnitte modellierbar

Maschinelles Lernen

- ✓ Benötigen große Datensätze
- ✓ Black Box
- ✓ Input und Output fixiert
- ✓ Vorhersagen schnell



Waldbrand-Ausbreitungsmodelle – Stand der Dinge

Physikalische Simulationen

- ✓ Input-Parameter teils schwierig zu ermitteln
- ✓ Individuelle Anpassung notwendig
- ✓ Vorhersagen langsam(er)
- ✓ Frei wählbare Zeitabschnitte modellierbar

Maschinelles Lernen

- ✓ Benötigen große Datensätze
- ✓ Black Box
- ✓ Input und Output fixiert
- ✓ Vorhersagen schnell

Reale Ereignisse



Waldbrand-Ausbreitungsmodelle – Stand der Dinge

Physikalische Simulationen

Predicting Wildland Fire Spread Using a Mixed-Channel Approach

Fire Technology, 55, 2115–2142, 2019
© 2019 Springer Science + Business Media, LLC, part of Springer Nature.
Manufactured in The United States
<https://doi.org/10.1007/s10694-019-00846-4>

Wildland Fire Spread Modeling Using Convolutional Neural Networks

Jonathan L. Hodges*^a, and Brian Y. Lattimer, Jensen Hughes, 2020 Kraft Drive, Suite 3020, Blacksburg, VA 24060, USA

Convolutional LSTM Neural Networks for Modeling Wildland Fire Dynamics

Running Head: ConvLSTMs for Wildland Fire Dynamics

John Burge^{a,c}, Matthew Bonanni^b, Matthias Ihme^{a,b}, and R. Lily Hu^a

Electrical Engineering, Northeast Forestry University, No. 26, Hexing Road, Harbin 150040 Heilongjiang, China

Received: 10 October 2022/Accepted: 16 May 2023/Published online: 20 June 2023

Maschinelles Lernen

- ✓ Benötigen große Datensätze
- ✓ Black Box
- ✓ Input und Output fixiert
- ✓ Vorhersagen schnell

Reale Ereignisse

Fire

**Next Day Wildfire Spread:
A Machine Learning Data Set to Predict Wildfire
Spreading from Remote-Sensing Data**

Fantine Huot¹, R. Lily Hu², Nita Goyal, Tharun Sankar, Matthias Ihme, and Yi-Fan Chen



Aufbau eines eigenen Datensatzes für Europa

- ① Räumlich- und zeitliche Ausbreitungs-Datenbank
- ② Oberflächeninformationen
- ③ Meteorologische Informationen

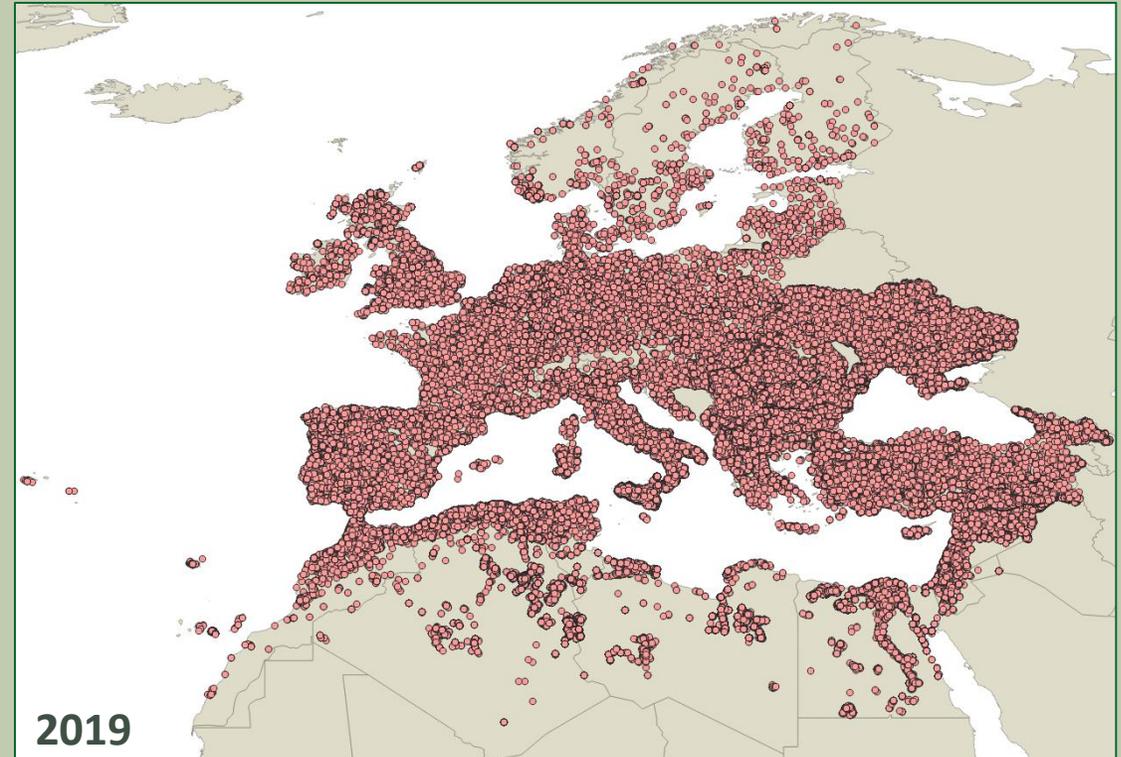


① Räumlich- und zeitliche Ausbreitungs-Datenbank

EFFIS-Datensatz mit verbrannter Fläche
(Flächen ohne zeitliche Komponente)

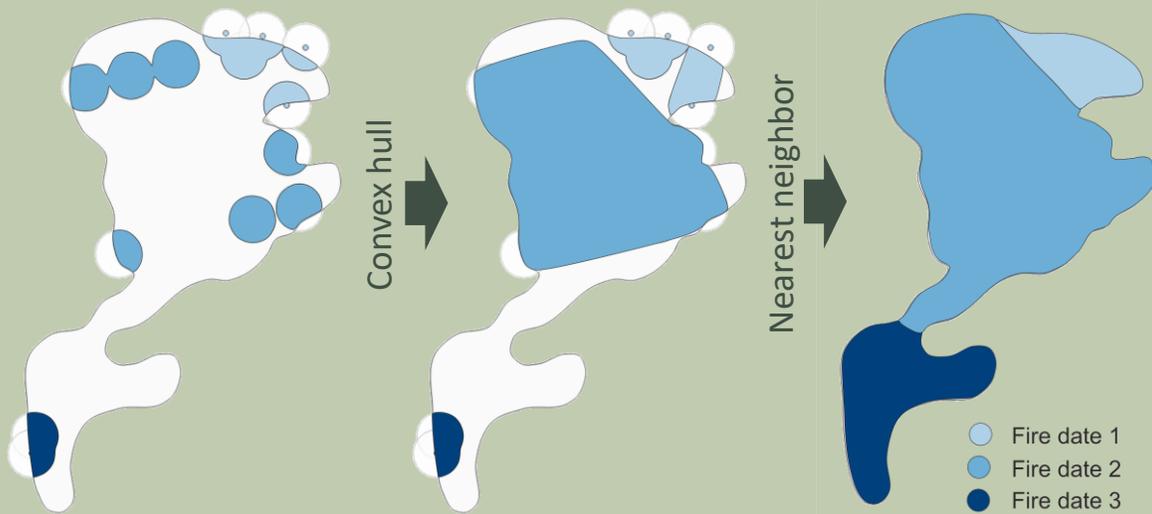
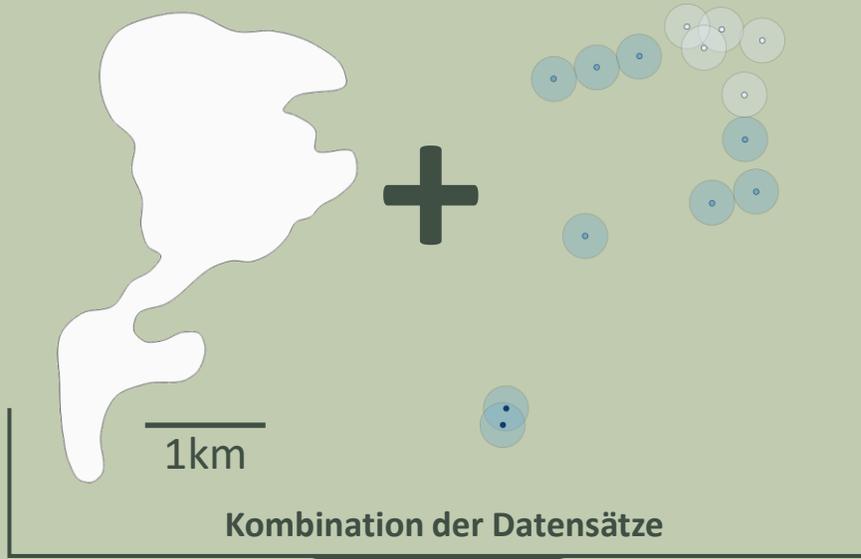


VIIRS 375 m Active Fire Product
(Punkte mit zeitliche Komponente)



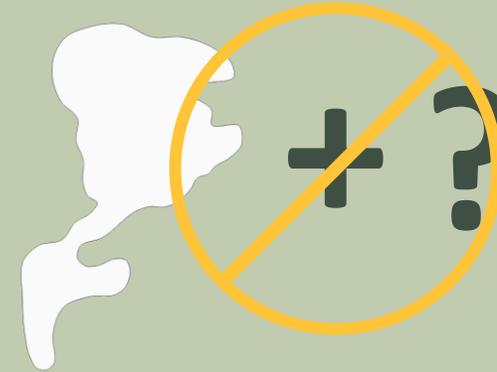
EFFIS-Datensatz

VIIRS-Datensatz

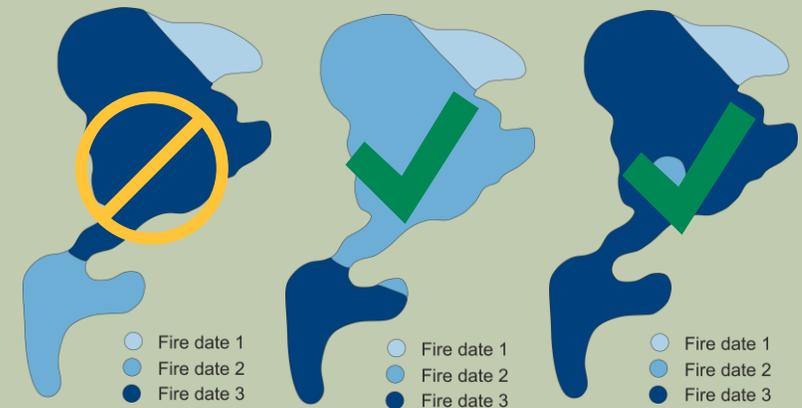


Auftretende Probleme

Keine VIIRS-Daten

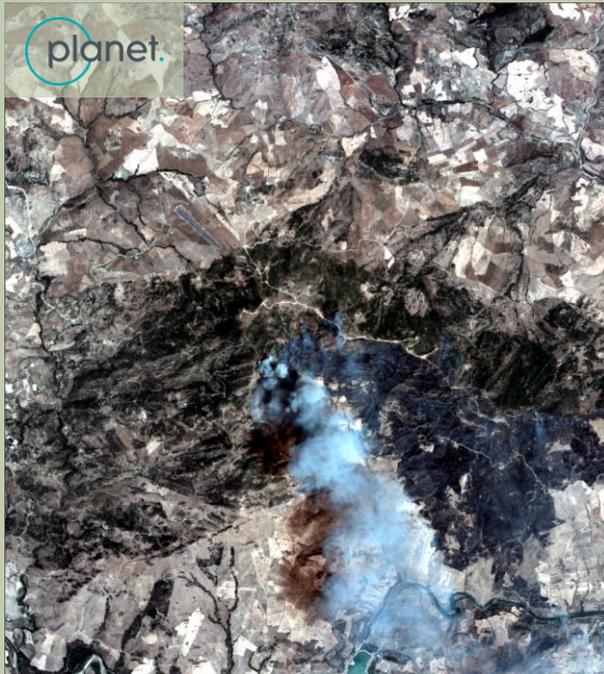


Unrealistische Ausbreitung des Feuers

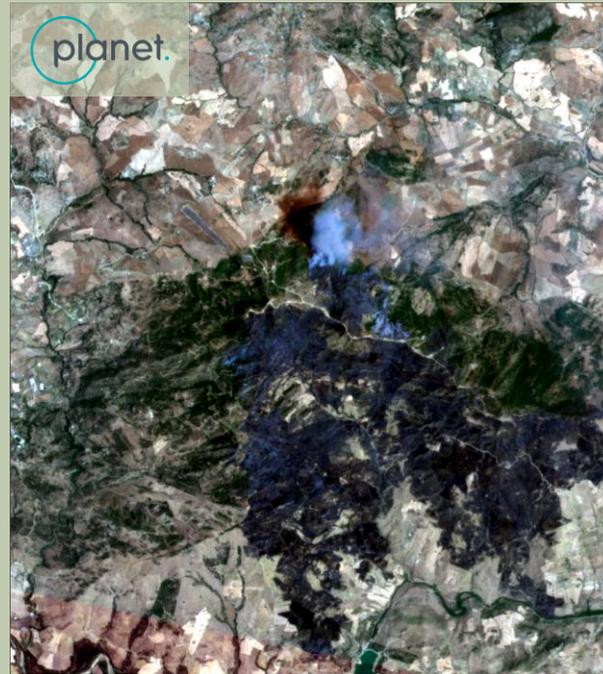




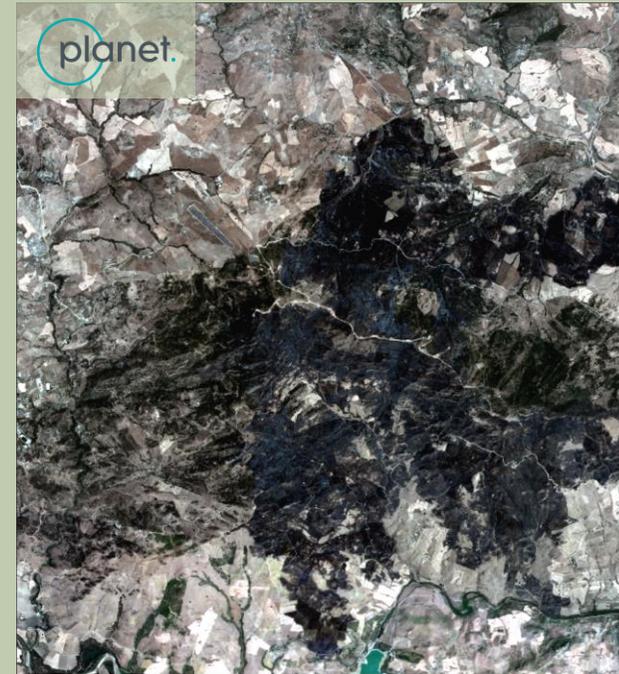
Validierung mit hochaufgelösten Planet-Daten



+ 24 Stunden



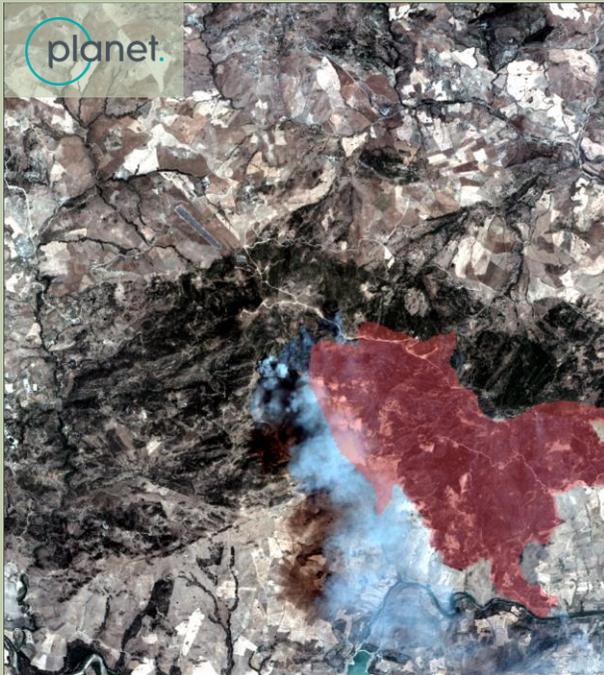
+ 24 Stunden



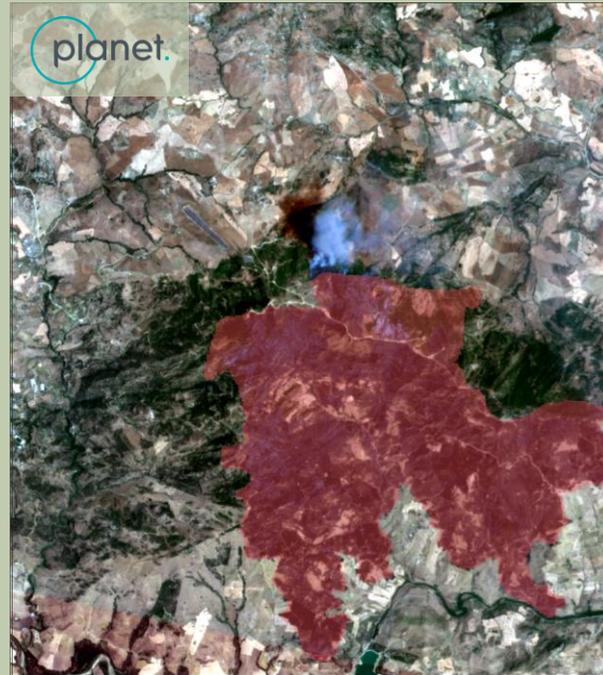
5km



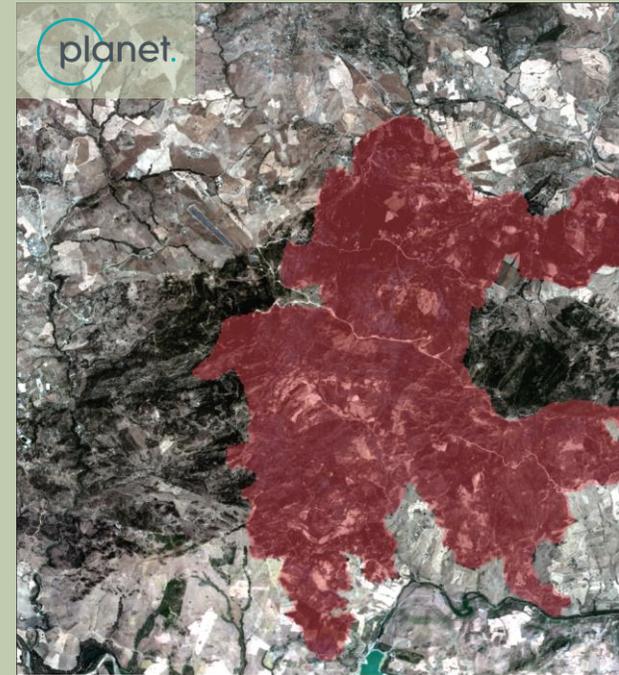
Validierung mit hochaufgelösten Planet-Daten



+ 24 Stunden



+ 24 Stunden



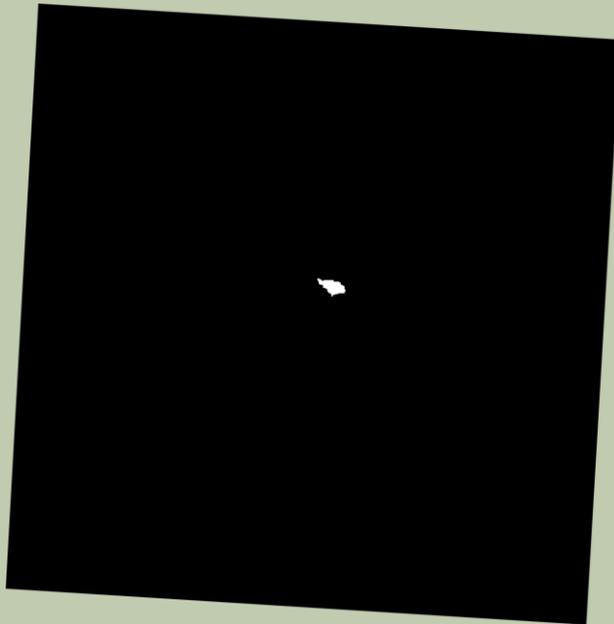
5km



① Räumlich- und zeitliche Ausbreitungs-Datenbank



Zeitpunkt 1

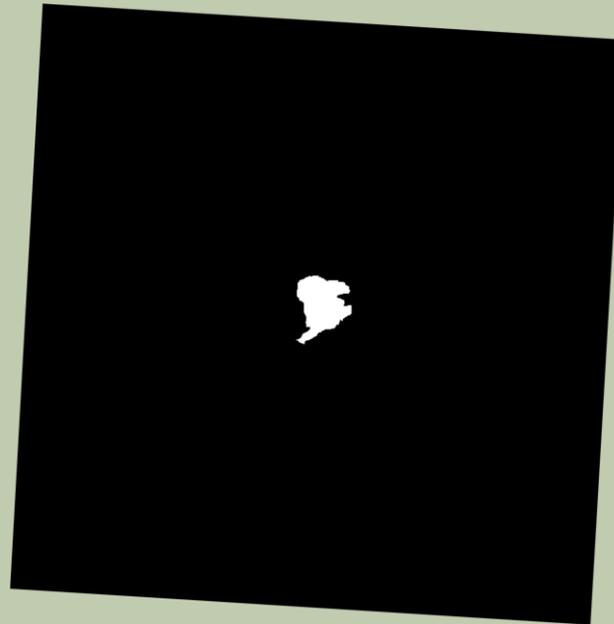


10km

+ 12 Stunden



Zeitpunkt 2



+ 12 Stunden



Zeitpunkt 3



Insgesamt **11630** individuelle **12-Stunden Schritte** von **5783** einzelnen **Waldbrandevents**



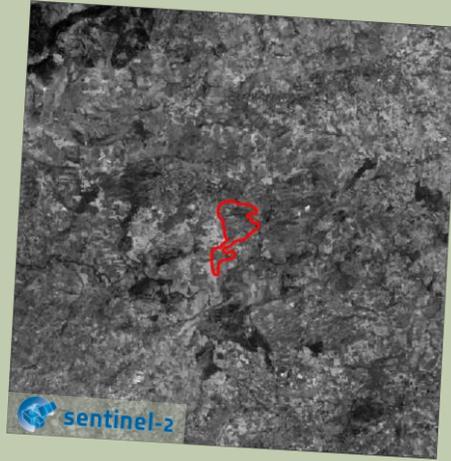
② Oberflächeninformationen



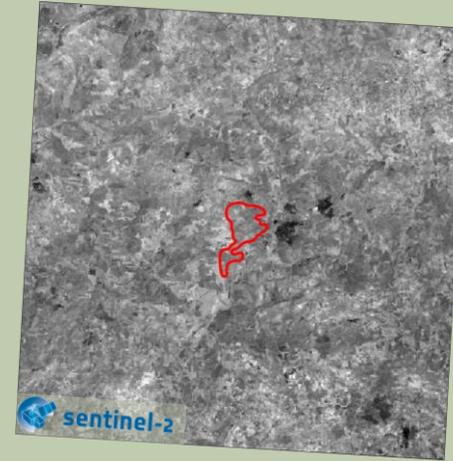
5km B2 490nm



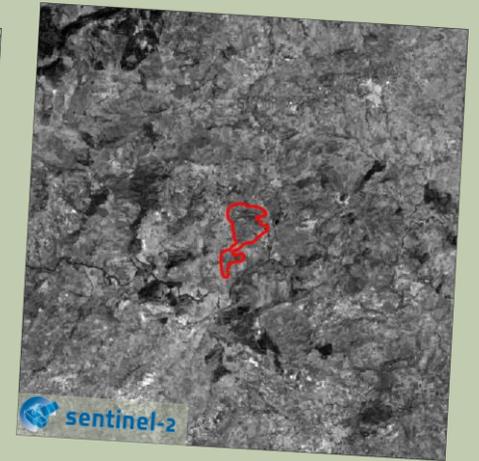
B3 560nm



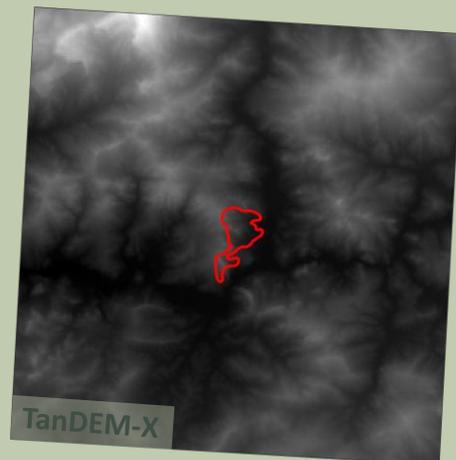
B4 665nm



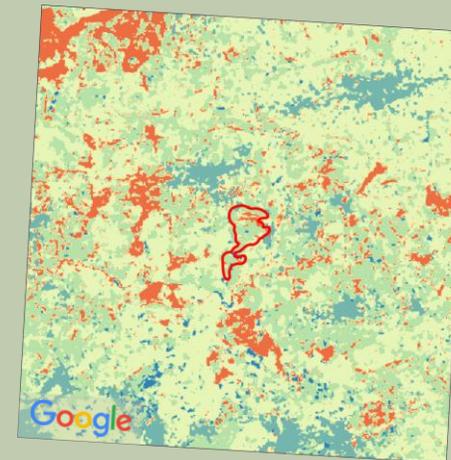
B8 842nm



B12 2190nm



DEM



Dynamic World



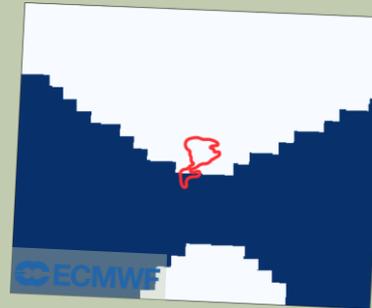
③ Meteorologische Informationen ✓



Copernicus-Reanalysen

- ✓ ERA5-Land und CERRA
- ✓ Ermöglichen mehrtägige Updates
- ✓ Auflösung deutlich unter den Satellitenprodukten

Wind-
geschwindigkeit



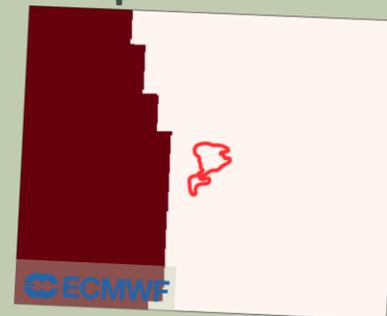
Windrichtung



Relative
Luftfeuchte

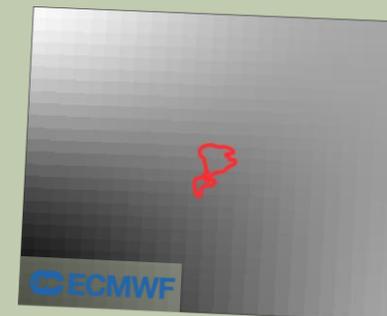


Temperatur

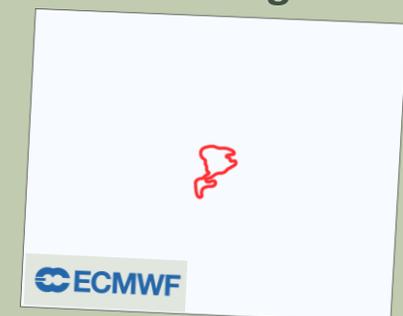


10km

Luftdruck

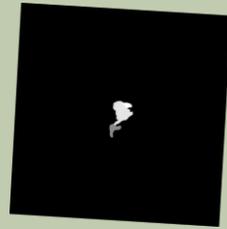


Niederschlag

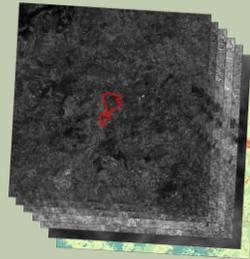


Ein neuer Datensatz für Europa

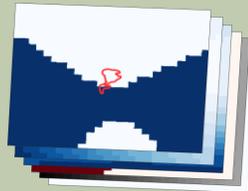
① Räumlich- und zeitliche
Ausbreitungs-Datenbank



② Oberflächeninformationen



③ Meteorologische Informationen



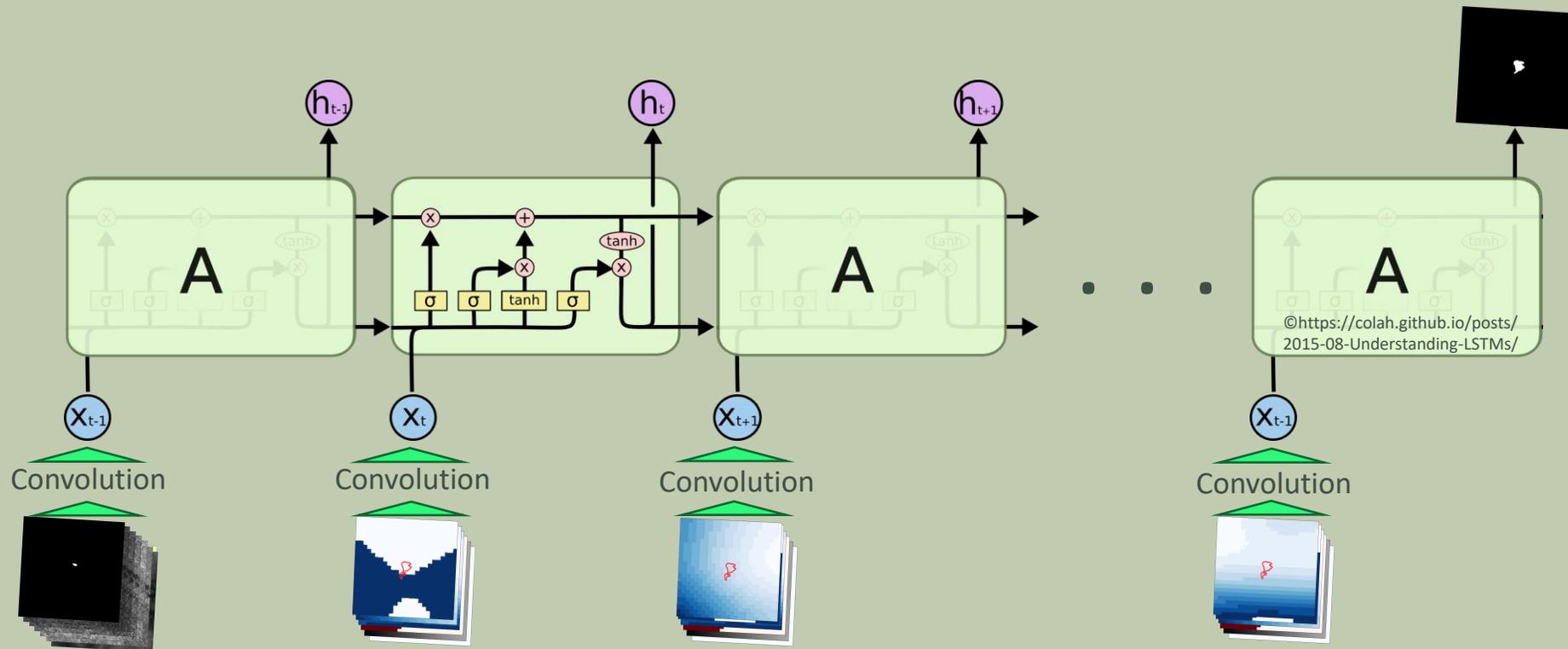
Fernerkundung
notwendig!

Input für Waldbrand-
Ausbreitungsmodell



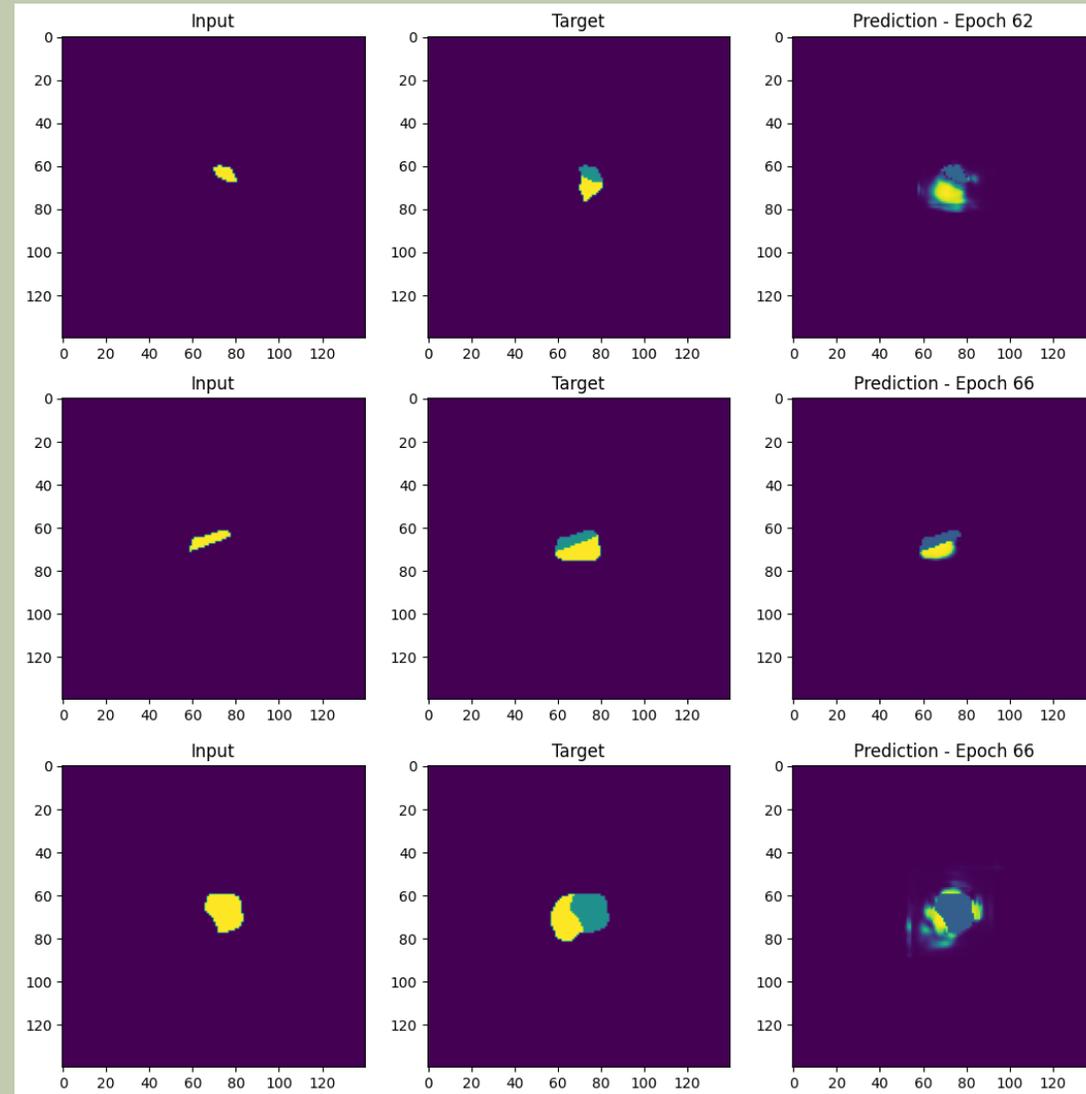
Convolutional Neural Network (CNN) mit Long Short-Term Memory (LSTM)

- CNN berücksichtigt räumliche Zusammenhänge
 - LSTM berücksichtigt zeitliche Zusammenhänge
- } convLSTM



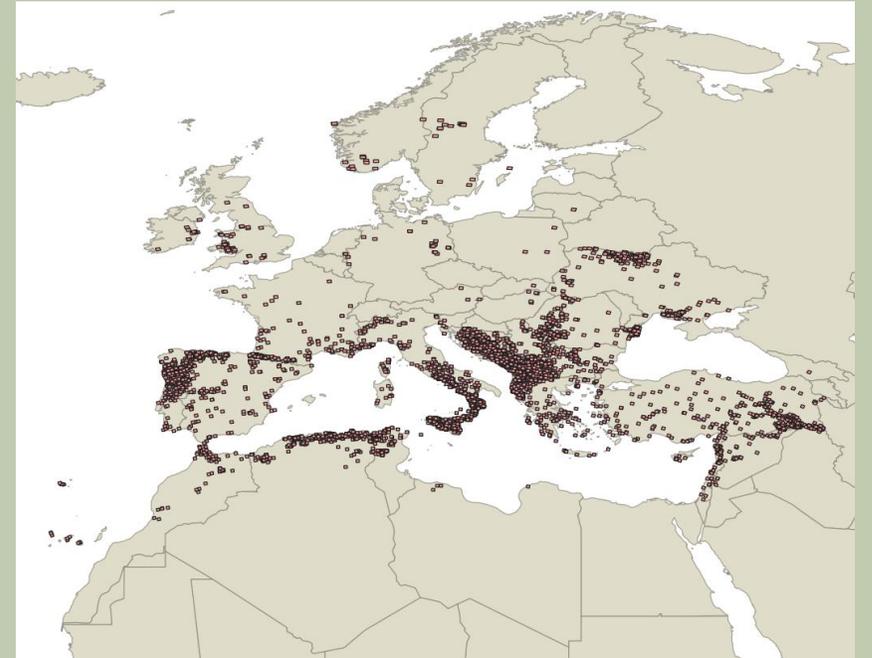


Erste Ergebnisse für Waldbrände in Europa

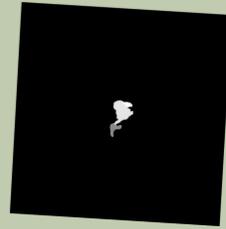


Herausforderungen bei der Anwendung in Deutschland

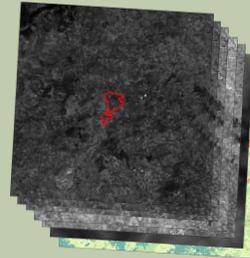
- ✓ Datensatz hat geographisch heterogene Verteilung
- ✓ Wenige Ereignisse in Deutschland registriert
- ➔ Physikalische Simulationen zur Erweiterung des Datensatzes?



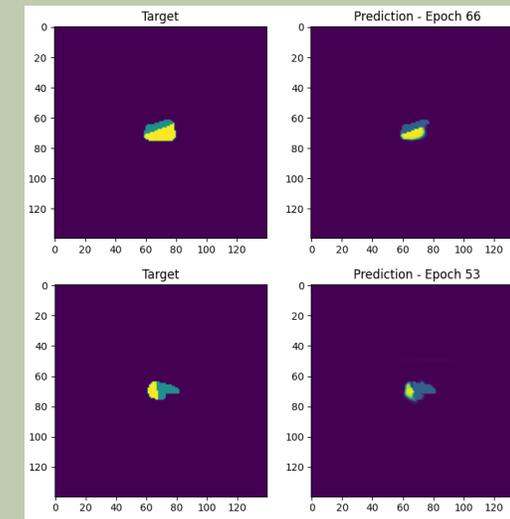
Ausbreitungs-Datenbank für
Feuer in Europa erstellt
(Basis: Fernerkundung)



Verschneidung mit
Fernerkundungsprodukten
und ERA5-Daten



Erste Ergebnisse eines europäischen
Ausbreitungsmodells vielversprechend

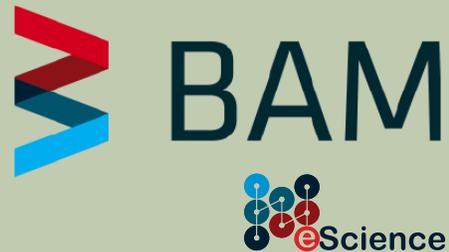


ABER: Direkte Anwendung für Deutschland (*noch*) schwierig



Vielen Dank!

Gibt es Fragen?



Dr. Simon Müller

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Referat eScience

Simon.Mueller@bam.de



www.treads-project.eu



[@treads-h2020](https://www.linkedin.com/company/treads-h2020)



[@TREEDSH2020](https://twitter.com/TREEDSH2020)



[@Bam eScience](https://twitter.com/Bam_eScience)



TREEADS has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101036926.