

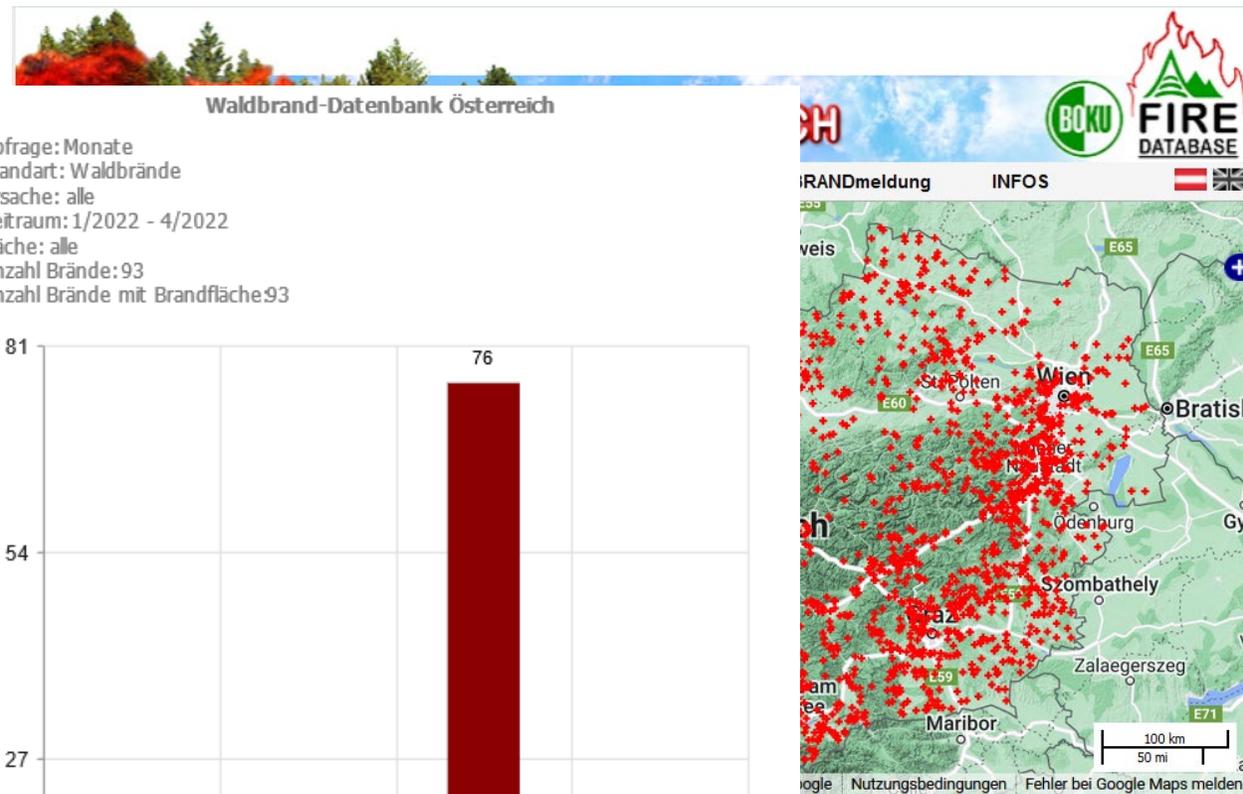
Fernerkundung für verbesserte Waldbrandgefahrenereinschätzung in Österreich

**Ruxandra Zotta, Stefan Schlaffer, Wouter Dorigo, Markus Hollaus,
Harald Vacik, Mortimer Müller, Clement Atzberger**



Hintergrund

- Obwohl nicht als Waldbrandhotspot bekannt, brennt es in Österreich häufig
- Häufigkeit und Ausmaß von Waldbränden wird durch Klimawandel steigen (Müller et al., 2015)
- Seit 2010 mehr als 2500 Feuer in Österreich gemeldet
 - 85% der Waldbrände anthropogen verursacht
 - natürliche Ursache: Blitzschlag
- Schwerpunkte: Föhrenwaldregion, Kärnten, Steiermark, aber auch Tirol
- Frühjahrs- und Sommerwaldbrandsaison
- Gebirgiges Terrain
 - lokales Mikroklima durch Exposition
 - begünstigt Feuerausbreitung
 - erschwert Löscharbeiten



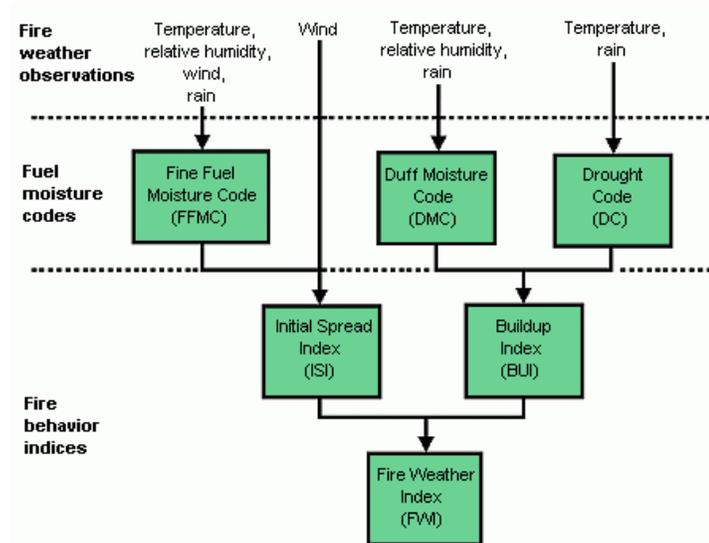
© 2022 Institut für Waldbau, BOKU Wien

Abgerufen am: 11.04.2022

Waldbrandgefahrenvorhersage in Österreich

- Kanadischer „Fire Weather Index (FWI)“ wird täglich aus INCA-Vorhersagedaten berechnet für aktuellen Tag + 2 darauffolgende Tage
- Auflösung 1x1 km²

Situation am 26.10.2021



Quelle: Natural Resources Canada

- Nur meteorologische Information berücksichtigt, keine Topografie, Baumarten oder sozio-ökonomischen Faktoren

Großbrand Hirschwang/Rax

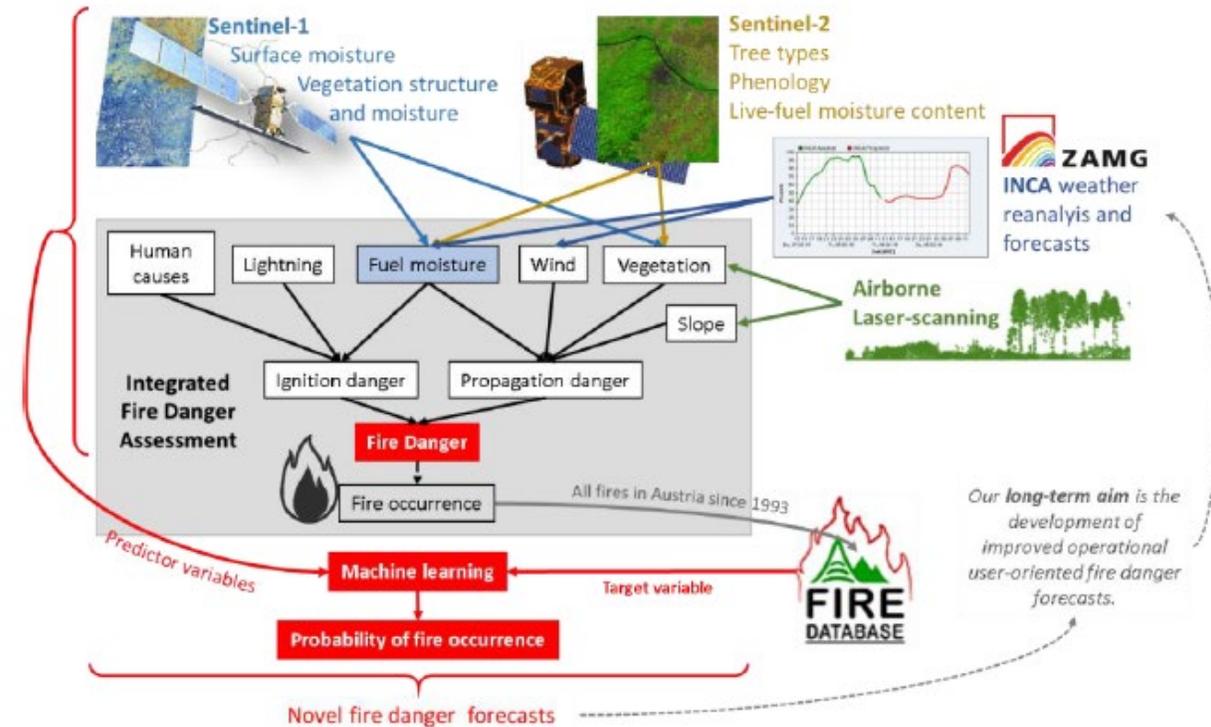
Veröffentlicht am 26. Oktober 2021 von Mortimer M. Müller

Quelle:
fire.boku.ac.at

Gestern am späten Vormittag ist im Steilgelände oberhalb der Ortschaft Hirschwang an der Rax, Bezirk Neunkirchen (Niederösterreich) vermutlich durch Fahrlässigkeit ein Waldbrand ausgebrochen. Zunächst war in erster Linie der offene Schwarzkiefernwald von dem **Bodenfeuer** geringer bis mäßiger Intensität betroffen, danach ergriffen die Flammen auch die Streuschicht des hangabwärts gelegenen Buchenmischwalds. Bis zum Abend konnte das Feuer nicht unter Kontrolle gebracht werden und breitete sich über Nacht großflächig aus.



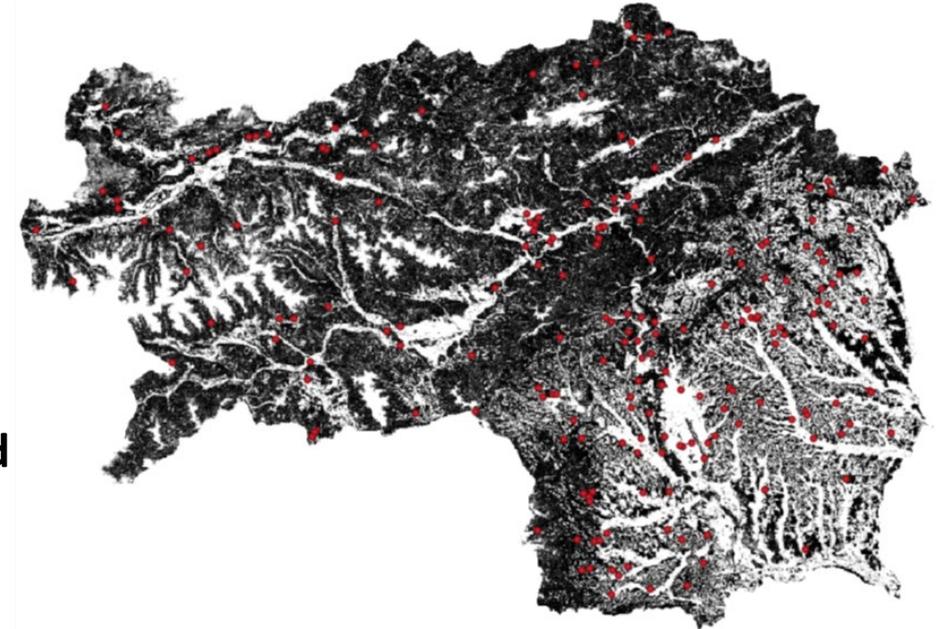
- Projektziele:
 - Räumlich hochaufgelöstes und satellitengestütztes **Integriertes Waldbrandvorhersagesystem (IFDS)** für Österreich
 - Integration von **Satellitendaten** sowie **Laserscanning-Daten** der Waldstruktur, hochaufgelösten **Wetterprognosen**, **sozioökonomischen** und **topografischen** Daten, und der österreichischen **Waldbranddatenbank**
 - Evaluierung der Nutzbarkeit und Qualität durch **Stakeholder**
- Kombination der Daten und Abschätzung der Waldbrandgefahr mittels
 - Expertenbasierten Ansatz
 - Maschinellern Lernen



- Zielauflösung: 100 x 100 m
 - Studiengebiet: Steiermark
 - Trainingsdaten:
 - **Anthropogene Waldfeuerereignisse**
 - **Zufällig gesampelte Referenzdaten**
 - von der Waldmaske
 - In Tagen mit erhöhter Feuergefahr laut FWI
- **Anthropogene Entzündungswahrscheinlichkeit wird modelliert**

Machine Learning Setup:

- Random Forest
- 5-Fold Kreuzvalidierung
- Wichtigkeit der Prädiktoren, PDPs



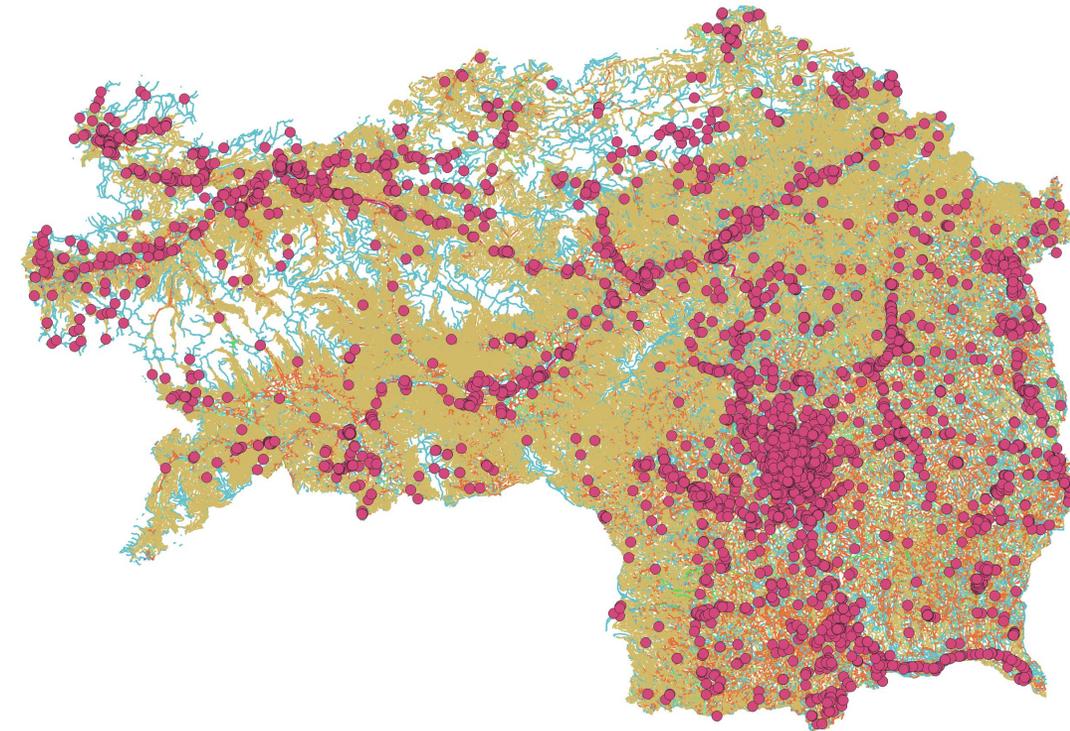
Trainingsdaten: ~ 160 anthropogene Waldbrände 2016 – August 2021
fire.boku.ac.at

Machine Learning

Eingangsdaten:

- **Meteorologie:** ZAMG – INCA-Daten (1 km)
 - Niederschlag, Temperatur, tägl. T-Amplitude, Windgeschwindigkeit, rel. Luftfeuchte
 - Feuerwetterindizes
 - Zeitserien, tägliche Auflösung
- **Satellitenbasierte Daten:**
 - Soil Water Index (500 m)
 - Baumartenklassifikation (10 m)
- **Sozioökonomische Daten:**
 - Entfernung zu Straßen, Entfernung zu Geschäften

- Geschäfte
- Straßen
 - Alm- und Forststraßen
 - Ergänzendes Bahnnetz
 - Hochrangiges Bahnnetz
 - Lokales Straßennetz
 - Rad- und Fußwege
 - Regionales Straßennetz
 - Seilbahnen und Sonstige
 - Sonstige Straßen
 - Straßenbahnnetz
 - Transnationales Straßennetz
 - Transregionales Straßennetz
 - Wanderwege



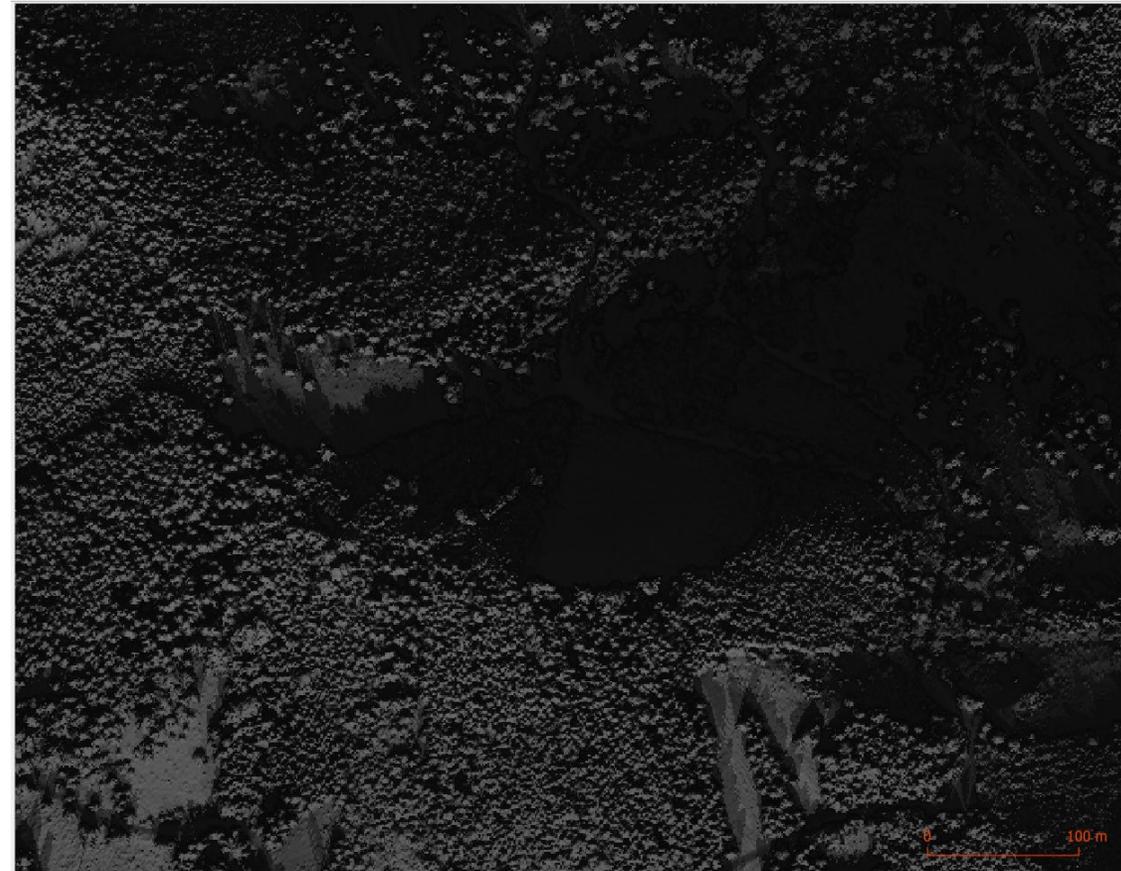
- **LiDAR-basierten Daten**

- Waldstruktur: Lücken (10 m)
- Solar potential (2 m) :
 - Jahreszeitliche Mittel als Proxy für Streufeuchte am Boden
 - Fokus auf Waldlücken (höhere Sonneneinstrahlung)
- Digitales Höhemodell (10 m)

- **Zusätzliche Datensätze**

- SNOWGRID
- LiDAR-basierte Waldmaske (10 m)

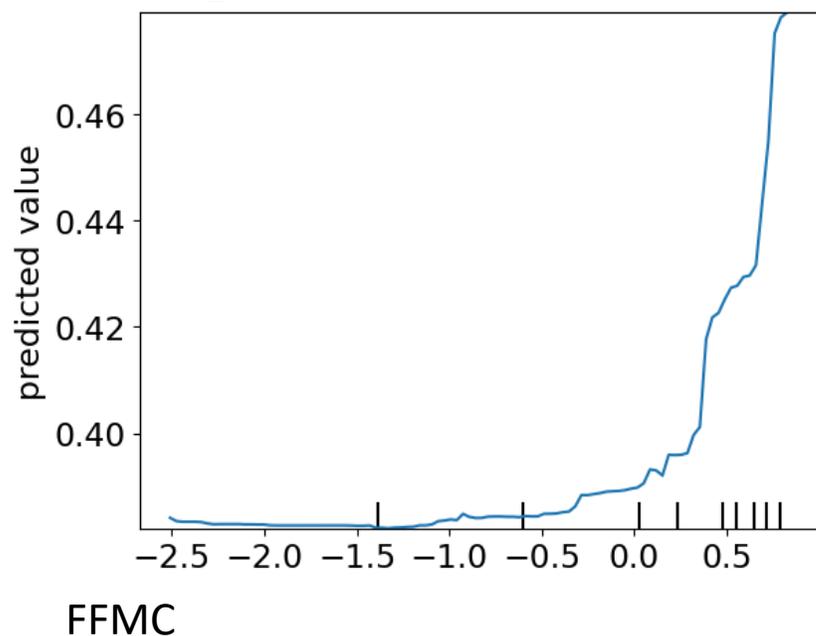
21 Dezember



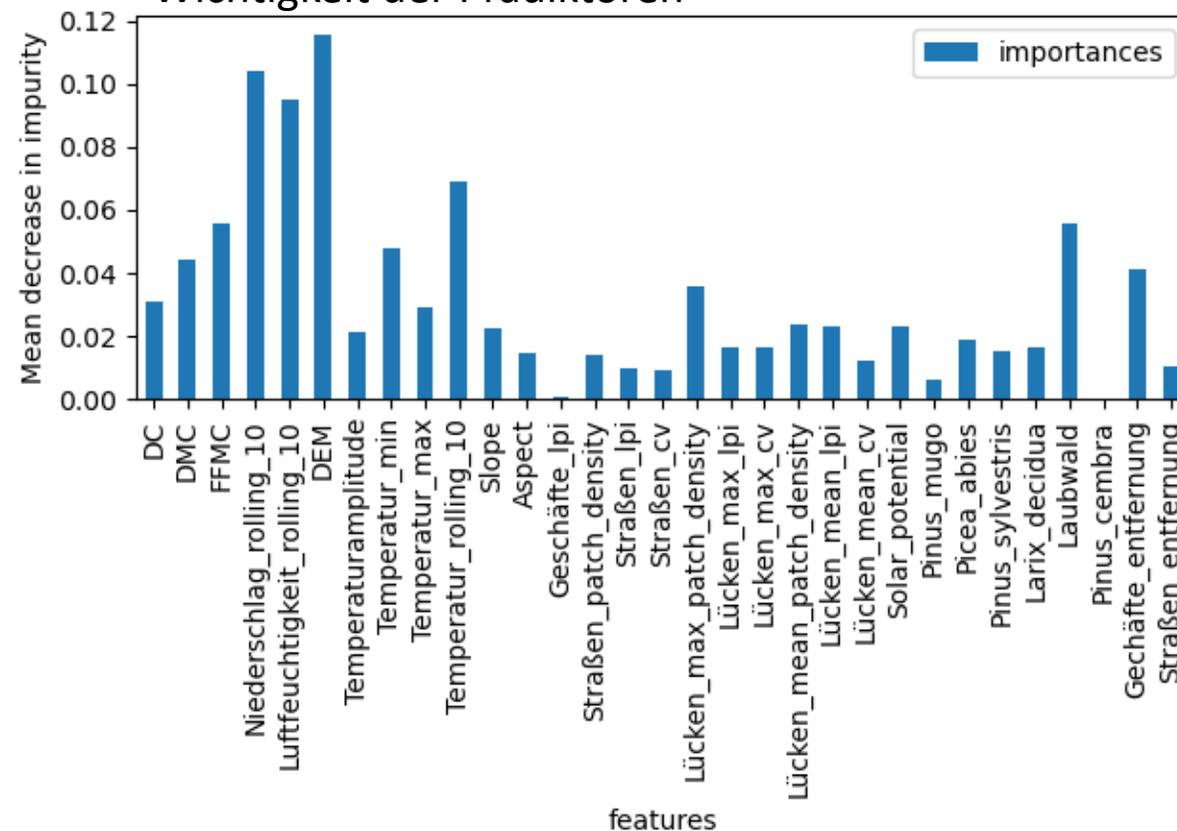
Potentiell einfallende Solarstrahlung in kWh m^{-2}
 Tag^{-1} (schwarz: 0,0, weiß: 2,5)

Random Forest - Ergebnisse

- Random Forest ist eine nicht-parametrische Methode zur Erkennung von Mustern mittels Ensembles von Klassifizierungs-/ Regressionsbäumen
- Lücken, Baumarten, Höhenlage und Entfernung zu Geschäften neben Feuerwetterindizes und meteorologische Variablen sehr wichtig.



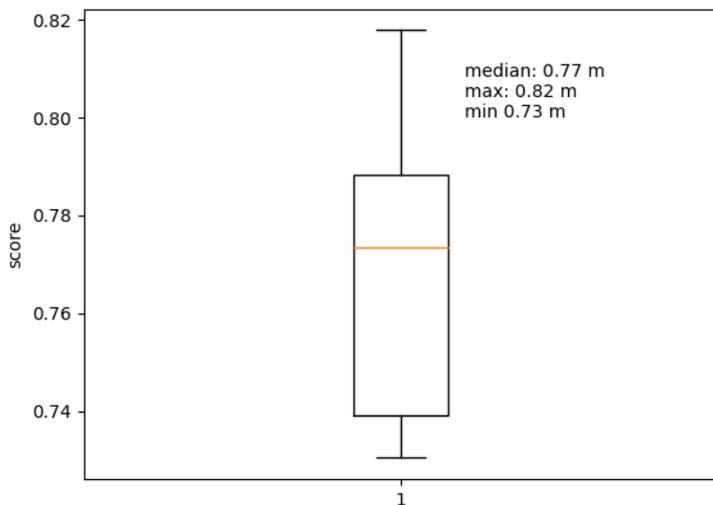
Wichtigkeit der Prädiktoren



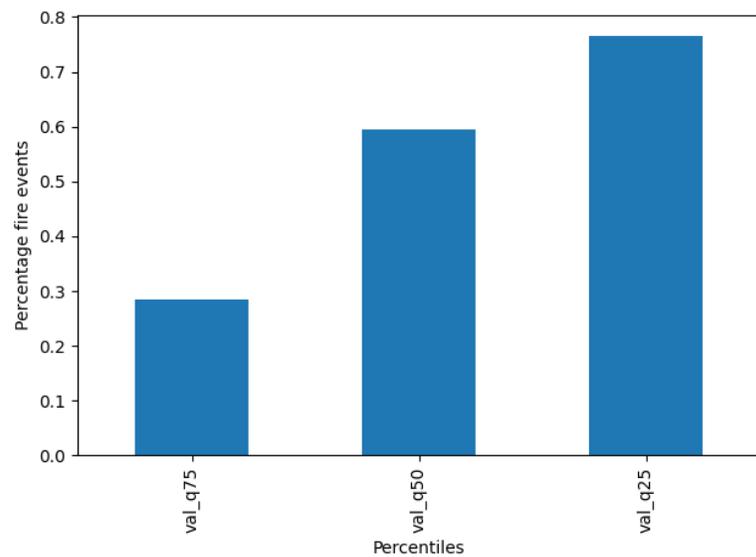
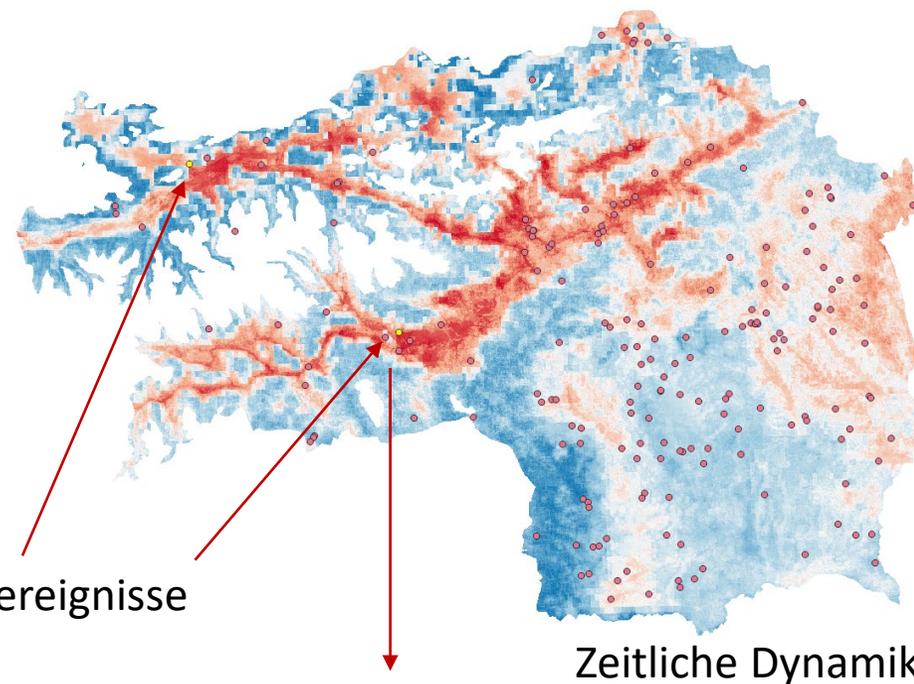
Random Forest - Ergebnisse

Vorhersagewahrscheinlichkeit
26-04-2020

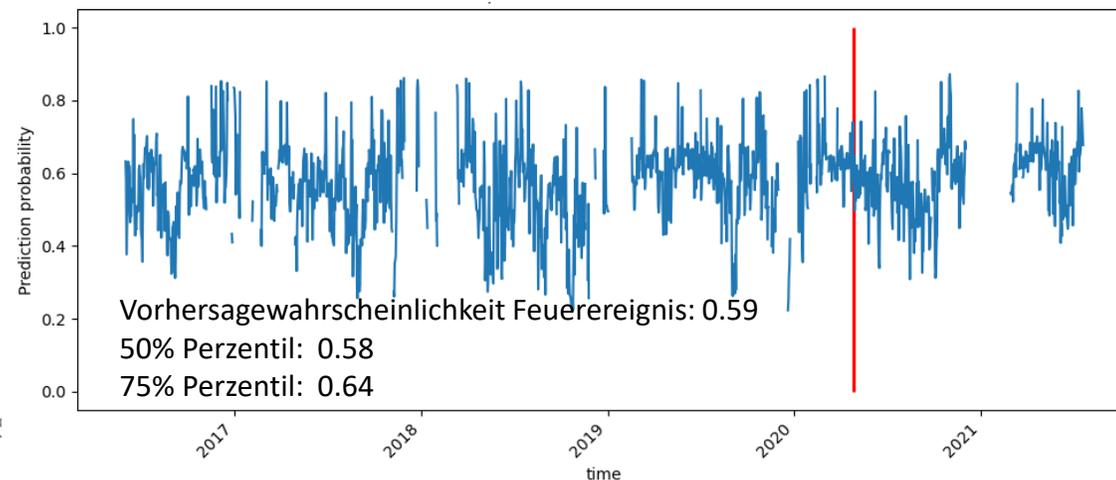
[%] Erkannte Feuerereignisse - Testsatz



Kreuzvalidierung
10 Modelle



Binning im Zeitbereich –
Vorhersagewahrscheinlichkeit
für die Feuerereignisse 2016 -
2021



Zusammenfassung



- Vielzahl neuer Informationslayer
 - Vegetationsstruktur
 - Baumarten
 - Topografie
 - Sozioökonomische Daten
- Waldlücken, einige Baumarten, Höhenlage und Entfernung zu Geschäften besonders wichtig
- Bei ca. 60% der Feuerereignisse ist die Vorhersagewahrscheinlichkeit > als den 50% Perzentil für 2016 – August 2021
- Bei ca. 30 % der Feuerereignisse ist die Vorhersagewahrscheinlichkeit > als den 75% Perzentil für 2016 – August 2021
- Gebiete mit erhöhtem Risiko aufgrund von Vegetationsstruktur, Infrastruktur und Topografie lassen sich erkennen: z.B. : Graz-Umgebung, Leoben-Umgebung

- Arpaci, Alexander, et al. "Using multi variate data mining techniques for estimating fire susceptibility of Tyrolean forests." *Applied Geography* 53 (2014): 258-270.
- Bruggisser, Moritz, et al. "Potential of Sentinel-1 C-band time series to derive structural parameters of temperate deciduous forests." *Remote Sensing* 13.4 (2021): 798.
- Forkel, Matthias, et al. "A data-driven approach to identify controls on global fire activity from satellite and climate observations (SOFIA V1)." *Geoscientific Model Development* 10.12 (2017): 4443-4476.
- Müller, Mortimer M., Harald Vacik, and Eva Valese. "Anomalies of the Austrian forest fire regime in comparison with other Alpine countries: A research note." *Forests* 6.4 (2015): 903-913.
- Müller, Mortimer M., Lena Vilà-Villardell, and Harald Vacik. "Towards an integrated forest fire danger assessment system for the European Alps." *Ecological Informatics* 60 (2020): 101151.
- Vacik, Harald, et al. "Characterisation of forest fires in Austria." *Austrian Journal of Forest Science* 128.1 (2011): 1-31.

Vielen Dank!

Fragen?