

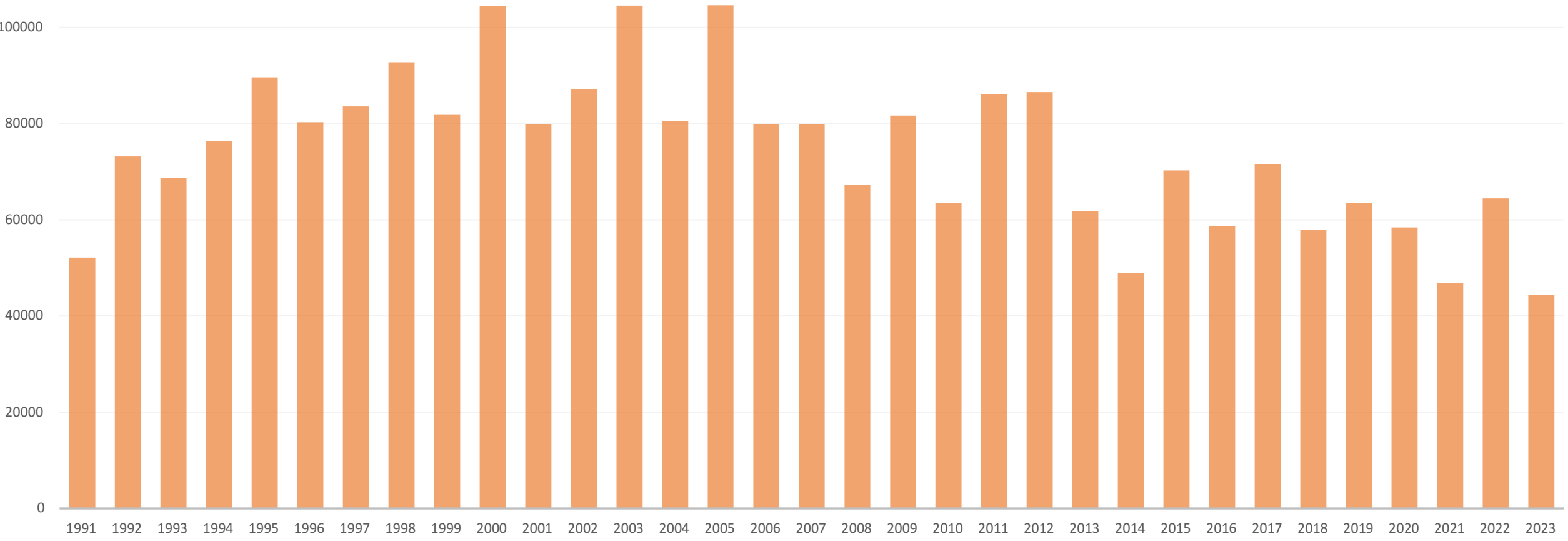
Lehren mit dem All

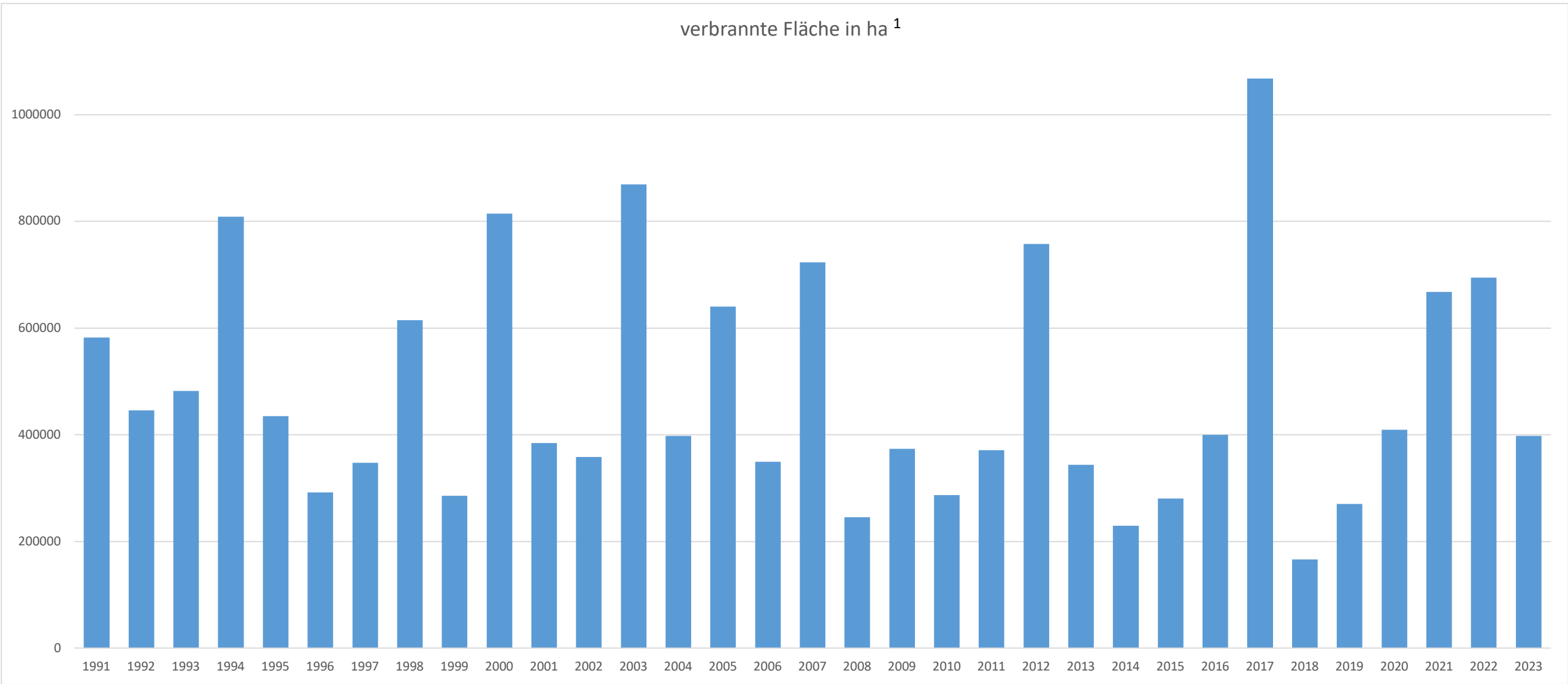
Waldbrände mit Künstlicher Intelligenz erkennen

Auswertung von Satellitendaten

1. Einführung zu Waldbränden
2. Vorstellung des Copernikus Browser
3. Vorstellung heutiges Projekt und Ziel
 1. Trainingsdaten sammeln
 2. KI-Modell trainieren
 3. Modell auf verschiedenen Gebieten auswerten
4. Vorstellung *Teachable Machine*
5. Abschluss

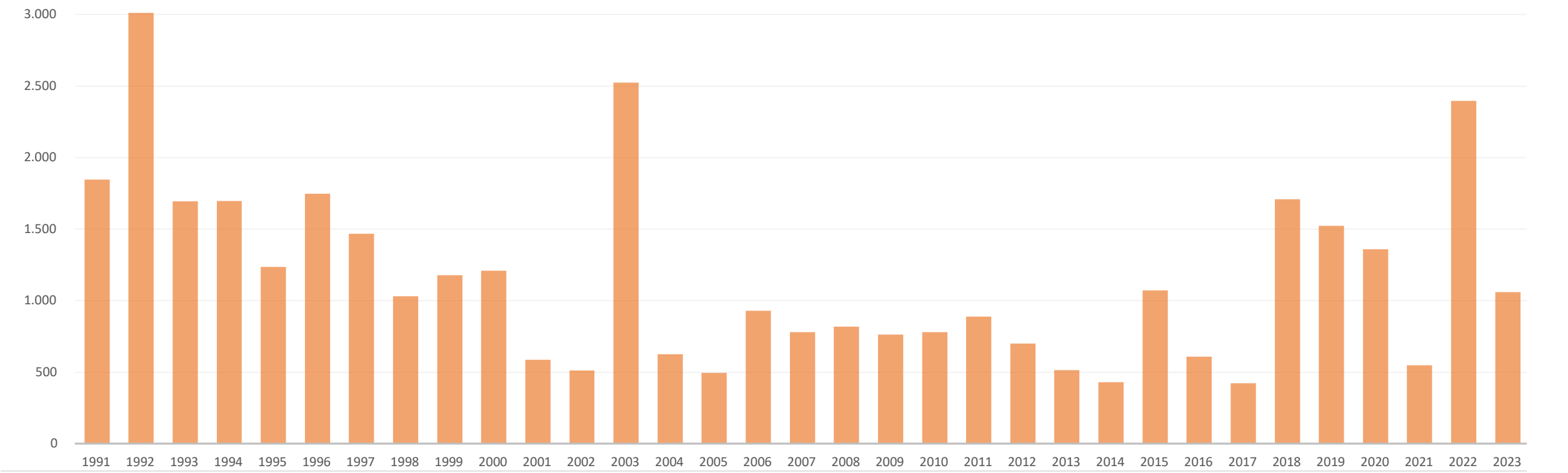
Anzahl der Waldbrände in Europa ¹

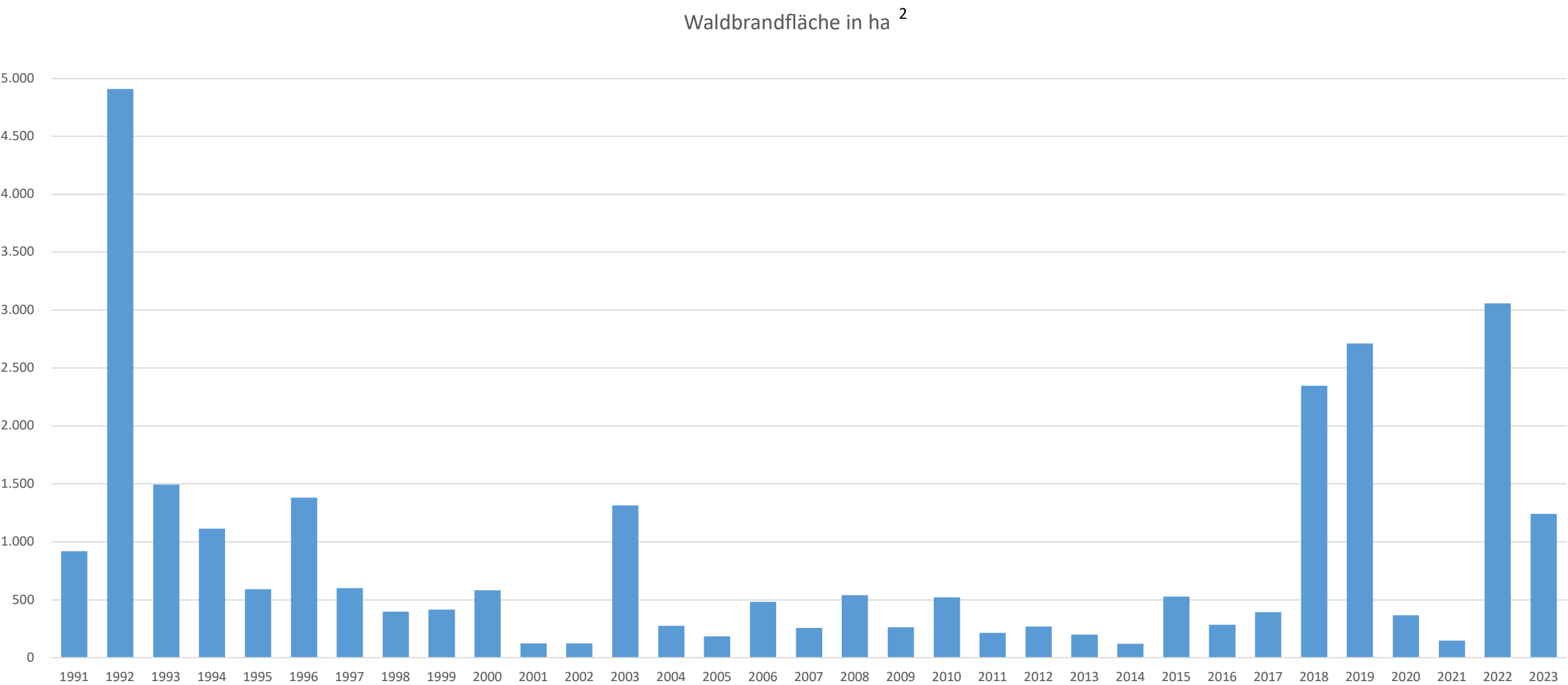




- Klimawandel-Folgen: Extreme Dürre- und Hitzewellen erhöhen das Waldbrandrisiko
 - längere Feuersaisons
 - Ausdehnung nach Mittel- und Nordeuropa
- Kleiner Trend: Verbrannte Fläche seit 2000er Jahren rückläufig
 - wirksame Prävention und Brandbekämpfung
- Generell haben Waldbrände eine positive Wirkung auf die Walderneuerung und Schädlings- & Krankheitsbekämpfung
- Häufige und großflächige Brände: negative Effekte auf Biodiversität, Böden & Landschaft
- 2025 Rekordjahr: Höchste CO₂-Emissionen seit Messbeginn

Anzahl der Brände ²

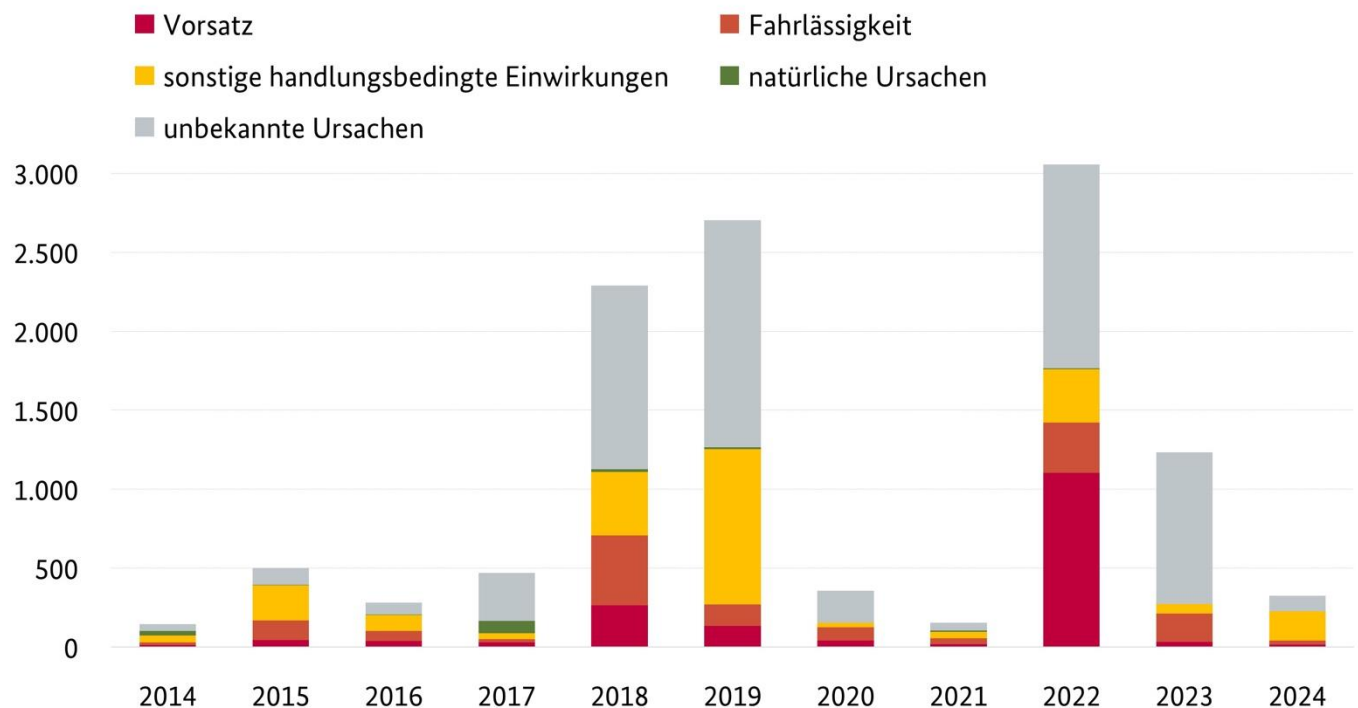




- Anzahl der Brände und verbrannten Flächen in Deutschland nehmen zu
- Faktor Mensch hat erheblichen Einfluss auf Brände

Ursachen von Waldbränden in Deutschland³

Waldbrandfläche in Hektar



Quelle: Waldbrandstatistik

- kostenlose Onlineanwendung
- bietet Zugang zu Satellitenbildern verschiedener Erdbeobachtungsmissionen
- verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten in beliebigem Gebiet, zum Beispiel:
 - Gesundheit der Vegetation
 - Atmosphäre und Luftverschmutzung
 - Waldbrände

Kennenlernen:

1. Copernicus Browser öffnen, kein Login nötig
2. Sprache auf Deutsch einstellen
3. Datensatz: Sentinel-2 L2A bietet benutzbare Daten des Sentinel-2-Satelliten
4. Suche den großflächigen Brand in Griechenland bei Alexandroupolis im Osten am 23.08.2023.
→ Datum auswählen und in der Karte navigieren

Copernicus
BROWSER

DE ▼ Login <

ANZEIGEN

SUCHE

DATUM: SINGLE

<

YYYY-MM-DD

>

30%

Aktuellstes Datum anzeigen >

Produkte für ausgewählten Ausschnitt finden

KONFIGURIERUNGEN:

Standard ▼

DATASETS:

Sentinel-2 ▼ i

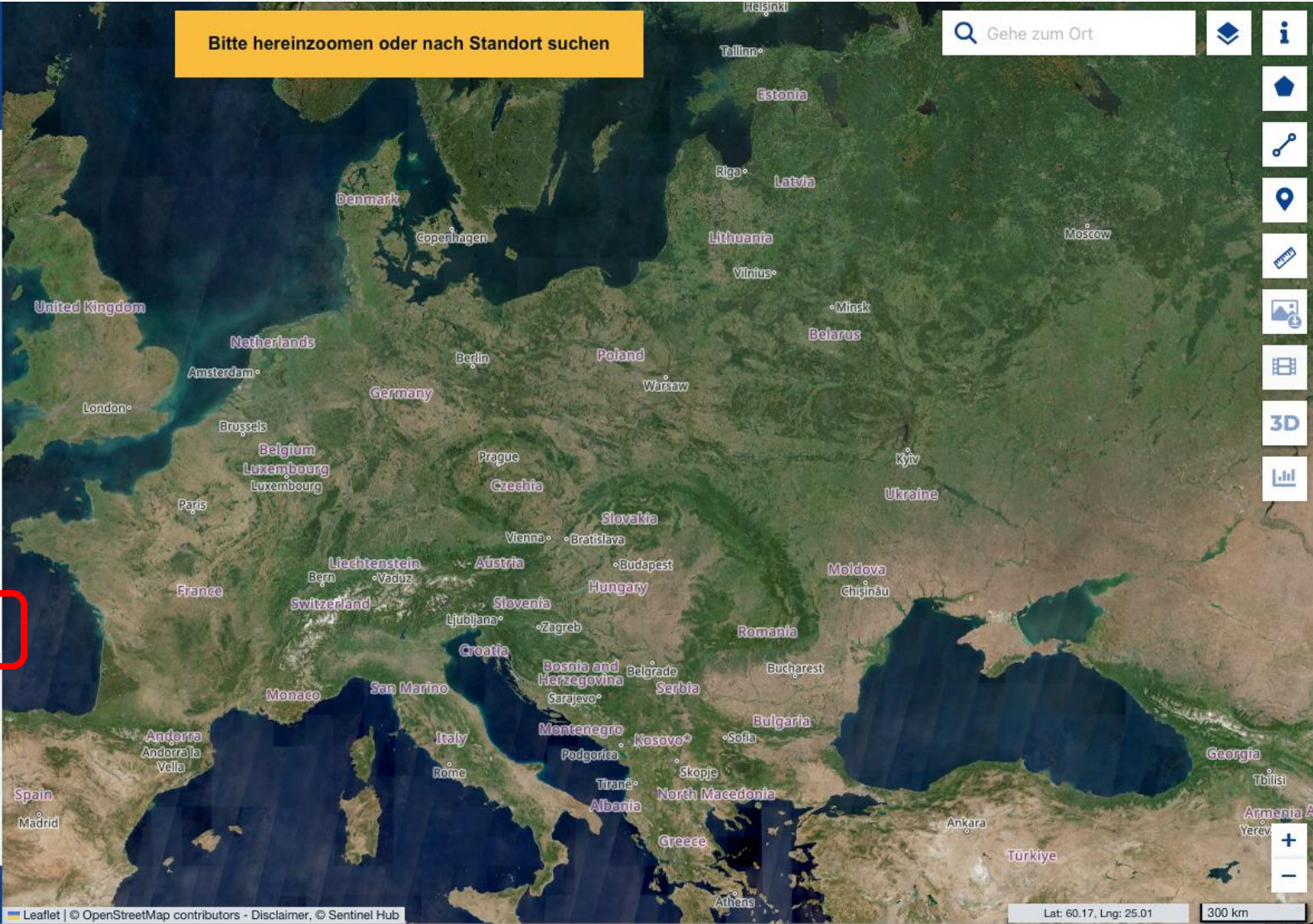
Sentinel-2 L1C i

Sentinel-2 L2A ✓ i

Bitte hereinzoomen oder nach Standort suchen

Gehe zum Ort

📁 📍 🔗 📌 🗺️ 📄 📺 3D 📊

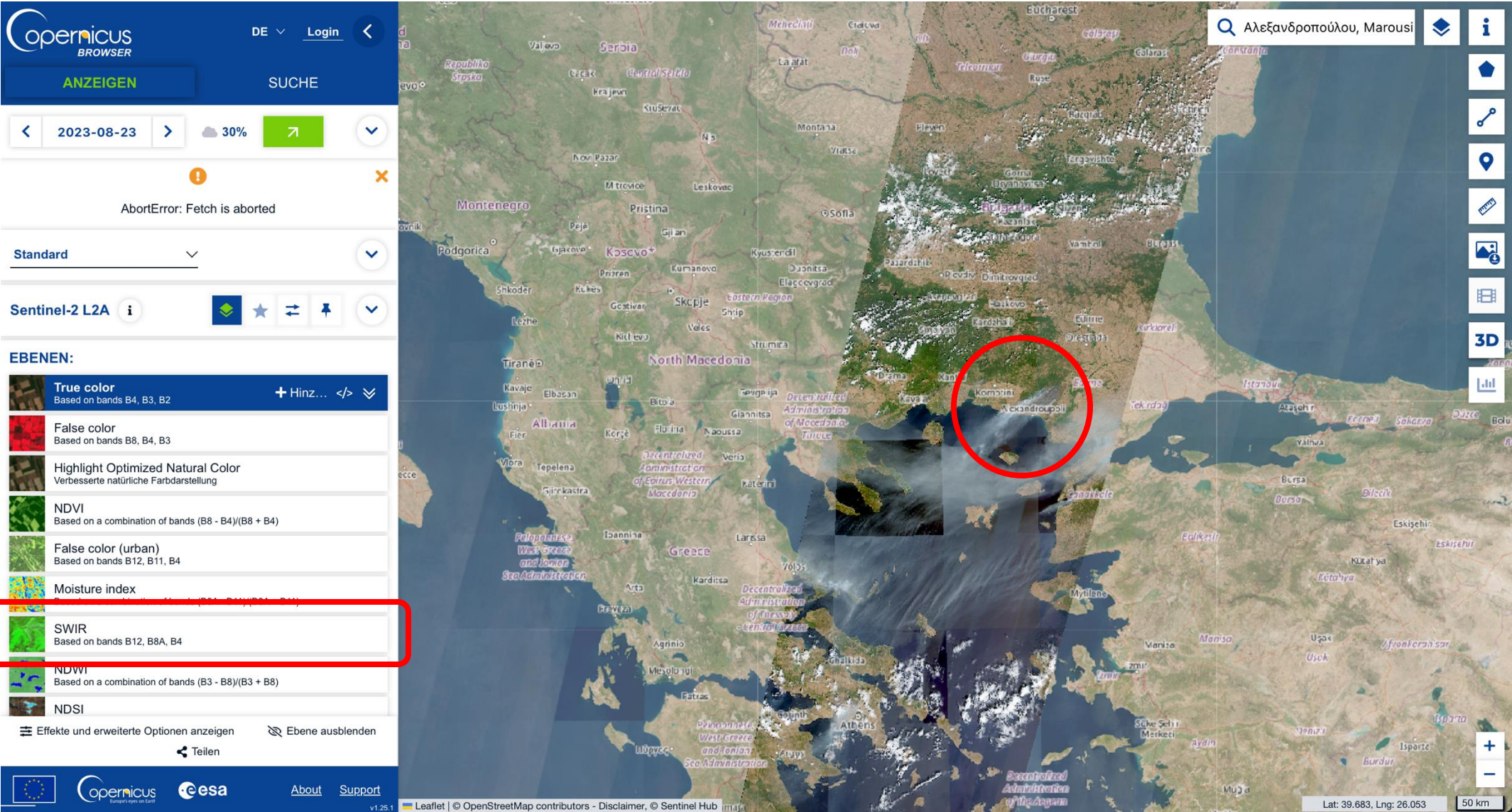


Lat: 60.17, Lng: 25.01 300 km

Lehren mit dem AI – Waldbrände mit Künstlicher Intelligenz erkennen

11

- Beim Reinzoomen lädt das Satellitenbild
- Rauch wird sichtbar
- Bei *Ebenen* auf *SWIR* umstellen
 - basiert auf kurzwelliger Infrarotmessung
 - hilft abzuschätzen, wie viel Wasser in Pflanzen & Böden vorhanden ist
 - nass: sattes grün
 - trocken: braun
 - Brand: rot



Copernicus
BROWSER

DE ▼ Login ◀

ANZEIGEN

SUCHE

◀ 2023-08-23 ▶

☁ 30% ↗ ▼

Max. Wolkenbedeckung: ◼ 30%


◀ August ▼ 2023 ▶

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

Standard ▼

Sentinel-2 L2A i 🗲 ★ ↔ 📌 ▼


EBENEN:


 True color

☑ Effekte und erweiterte Optionen anzeigen

☑ Ebene ausblenden

Teilen

 Copernicus
Europe's eyes on Earth

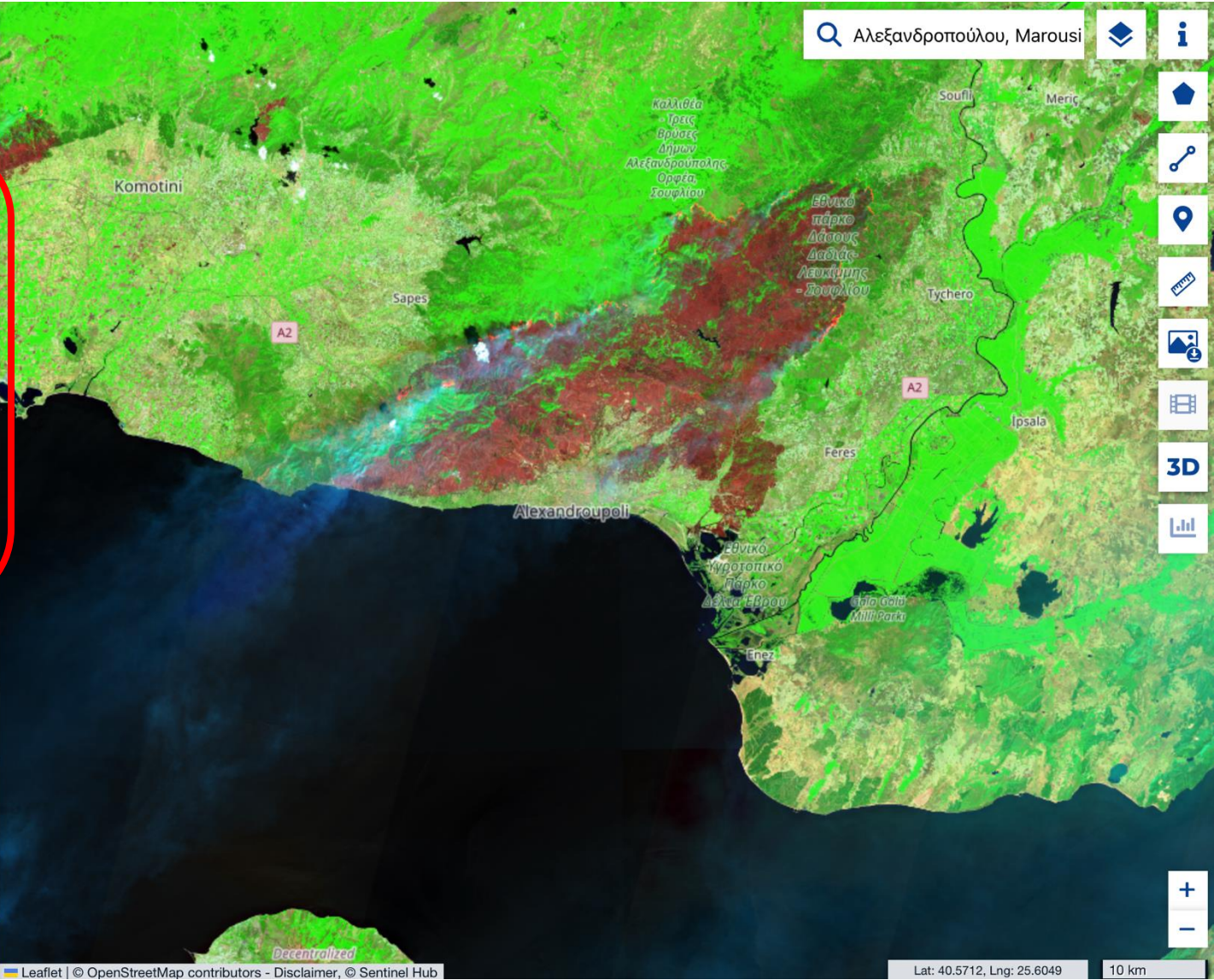
 esa

[About](#) [Support](#)

v1.25.1

Αλεξανδροπούλου, Marousi

📏 i 🏠 🔗 📍 📄 📺 3D 📊



Lat: 40.5712, Lng: 25.6049

10 km

Lehren mit dem AI – Waldbrände mit Künstlicher Intelligenz erkennen

14

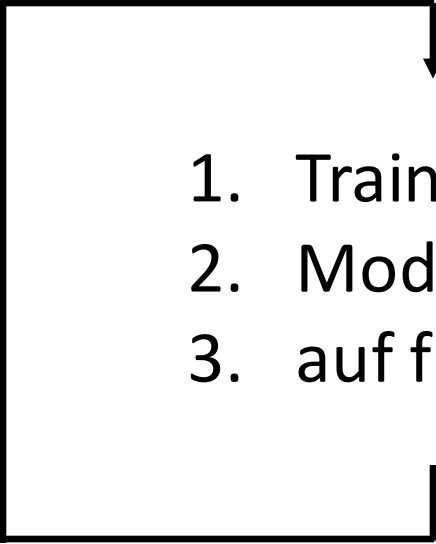
- SWIR-Ebene: Brand ist gut sichtbar

- Brand: rot
- kein Brand: grün oder braun
- Wasser: tiefes blau / schwarz

→ eignet sich, um ein KI-Modell zu trainieren

- Über Datumseinstellung wird sichtbar, für welche Tage im jeweiligen Gebiet Satellitendaten vorhanden sind
- Wolkenbedeckung ist auf $\leq 30\%$ gesetzt

Wir wollen automatisiert Bilddaten auf Brände auswerten und ein KI-Modell zur Bildklassifizierung trainieren.

- 
1. Trainingsdaten sammeln
 2. Modell trainieren
 3. auf fremden Bildern auswerten / anwenden

- KI sind Systeme, die aus Daten Muster lernen und damit verschiedenen Aufgaben lösen
- sind nicht fest programmiert nach Regeln
- Bildklassifizierung ist ein Teilbereich: Bilder werden einer Kategorie zuordnet, z.B. Hund oder Katze, Apfel oder Banane
es wird mit Wahrscheinlichkeiten gearbeitet
- zuerst werden einfache Formen erkannt (Kanten/Farben), dann Formen und Teile, am Ende die Klasse
- beim Training wird die richtige Antwort mit der Vorhersage verglichen

Copernicus
BROWSER

DE ▼ [Login](#) ◀

ANZEIGEN

SUCHE

◀ 2023-08-23 ▶ ☁ 30% ↗ ▼

Max. Wolkenbedeckung: ◯ ☁ 30%

◀ August ▼ 2023 ▼ ▶

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

! ✕

AbortError: Fetch is aborted


Standard ▼

Sentinel-2 L2A ⌵


☰ Effekte und erweiterte Optionen anzeigen

☑ Ebene ausblenden

🔗 Teilen



Copernicus
Europe's eyes on Earth

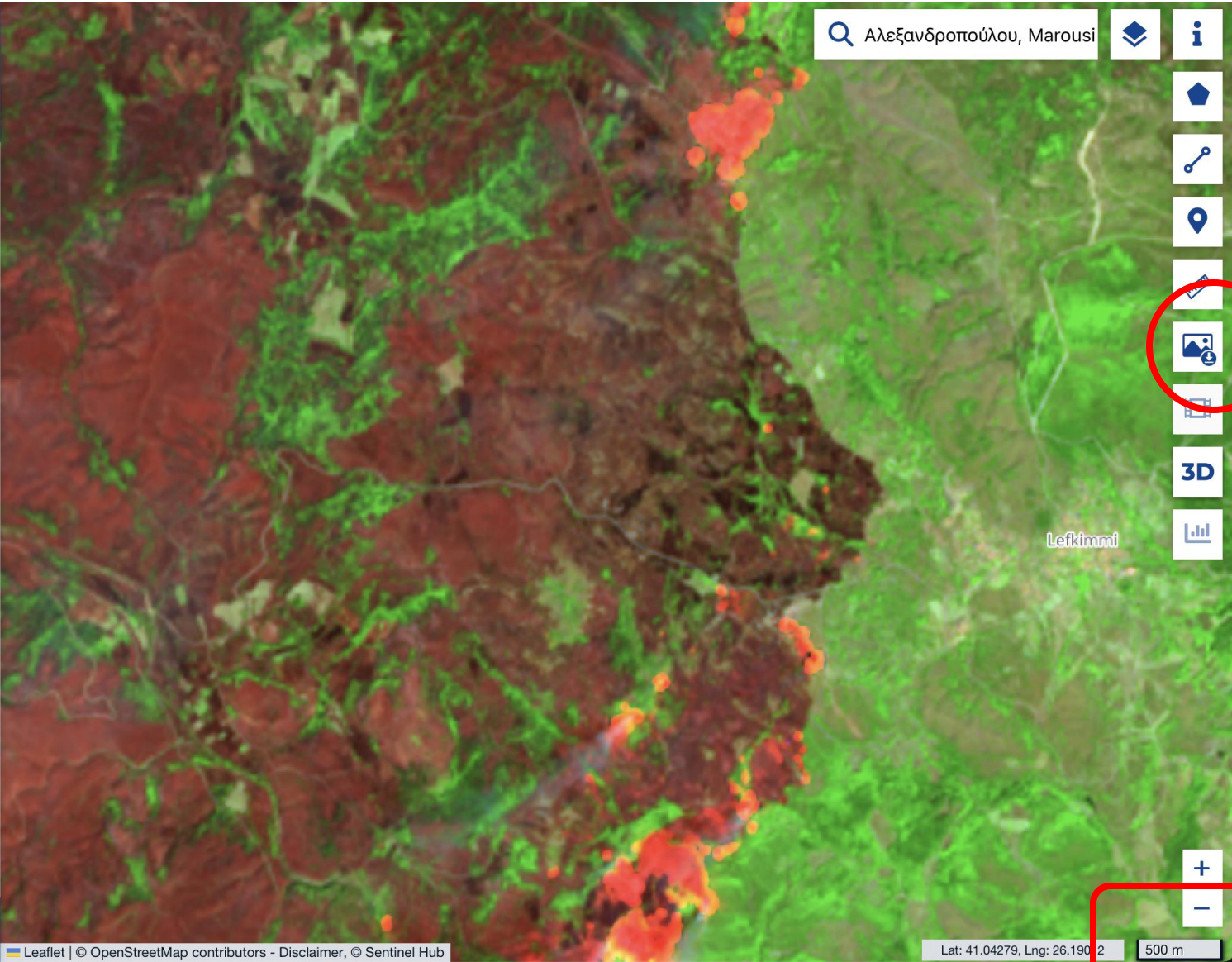


esa

[About](#) [Support](#)

v1.25.1

Leaflet | © OpenStreetMap contributors - Disclaimer, © Sentinel Hub



Beim Download unbedingt beachten:

1. Wir arbeiten im **Vollbildmodus**.
2. Wir stellen die Zoomstufe **500m** ein.
3. Wir schalten die **Kartenbeschriftung aus**.

4

Einfach Analytisch Hochauflösender Druck **Download** X

Bild-Download

Beschriftungen anzeigen ☒ *i*

Karten-Beschriftung hinzufügen ☐ *i*

Add OSM background ☐ *i*

Legende anzeigen ☐ *i*

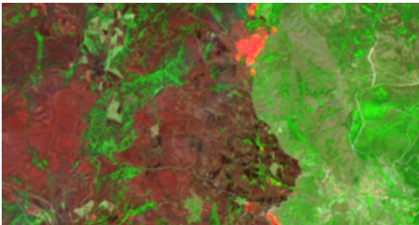
Crop to AOI ☐ *i*

Draw AOI or Line on image ☐ *i*

Beschreibung

Bildformat: JPG (no georeference) ▼

Preview



Beim Download unbedingt beachten:

1. Wir arbeiten im **Vollbildmodus**.
2. Wir stellen die Zoomstufe **500m** ein.
3. Wir schalten die **Kartenbeschriftung aus**.

Eure Aufgabe:

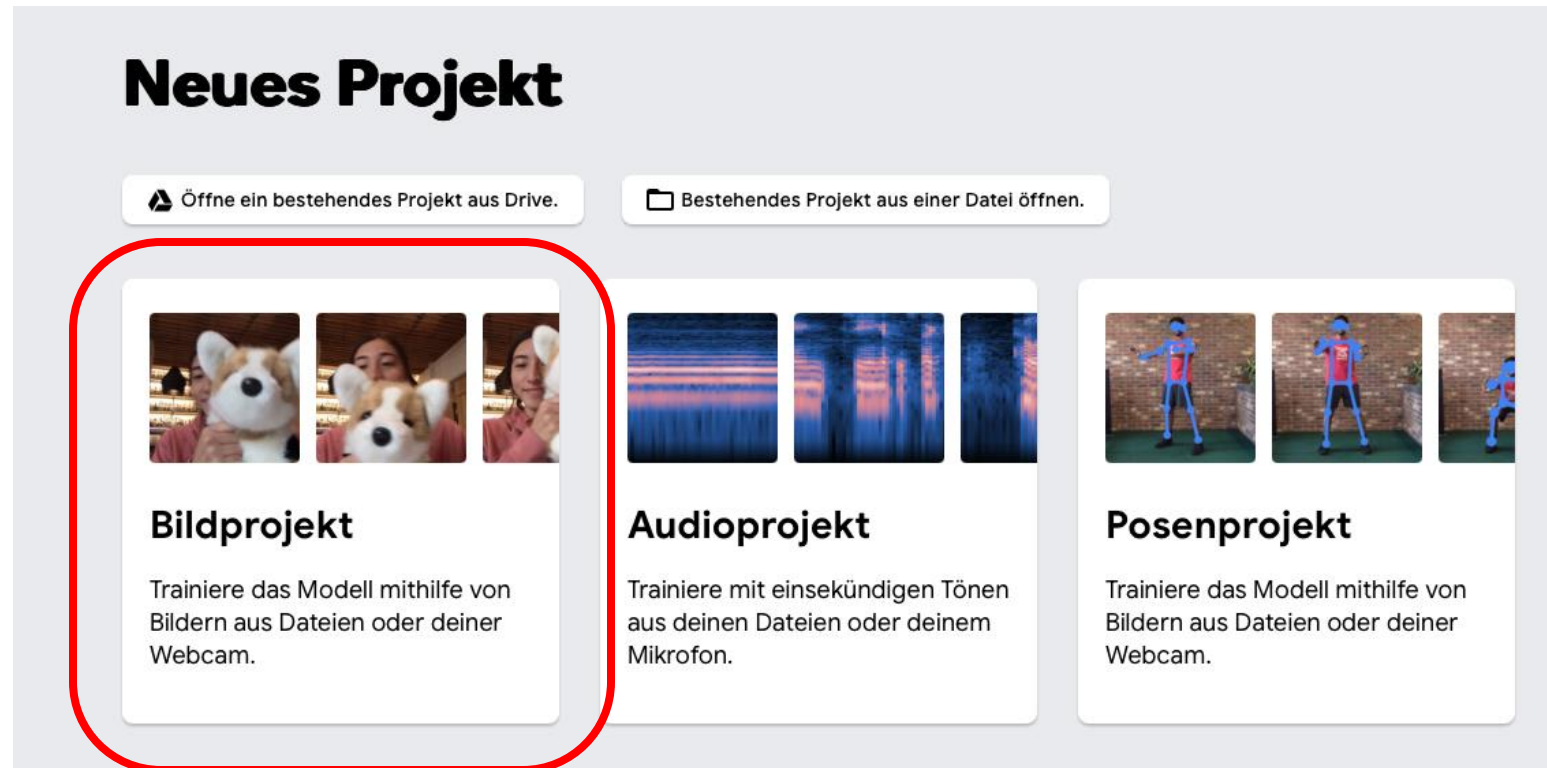
Sammelt Trainingsdaten und speichert sie in zwei Ordnern auf dem Desktop: *Waldbrände* und *keine Waldbrände*.

Wir brauchen verschiedene Varianten:

kleine Feuer, große Feuer, mittig auf dem Bild, nur am Rand, mit Flüssen, ohne Flüsse, mit Küste, ohne Küste, mit ein paar Wolken, ohne Wolken, mit Bebauung, ohne Bebauung

nur Vegetation, trockene Gebiete, mit Flüssen, ohne Flüsse, mit Küste, ohne Küste, mit ein paar Wolken, ohne Wolken, mit Bebauung, ohne Bebauung

1. Teachable Machine von Google öffnen
2. Über Erste Schritte *Bildprojekt* und *Modell mit Standardbildern* wählen



3. Klassen benennen und heruntergeladene Trainingsbilder hinzufügen

The screenshot displays the Google Teachable Machine web interface. On the left, there are two class cards. The top card is titled 'Waldbrand' (highlighted with a red box) and the bottom card is titled 'Kein Waldbrand' (also highlighted with a red box). Each card has a 'Bildbeispiele hinzufügen:' section with 'Webcam' and 'Hochladen' buttons. In the center, a 'Training' panel contains a 'Modell trainieren' button and a dropdown menu currently set to 'Erweitert'. On the right, a 'Vorschau' panel features a 'Modell exportieren' button and a text instruction: 'Du musst links ein Modell trainieren, um es hier als Vorschau ansehen zu können.' A small number '4' is located in the bottom right corner of the interface area.

4. Erweiterte Trainingseinstellungen öffnen und Epochenanzahl auf 8 umstellen, der Rest bleibt so

The screenshot displays the Google Teachable Machine interface. On the left, there are two class cards: 'Waldbrand' and 'Kein Waldbrand', each with a 'Bildbeispiele hinzufügen:' section containing 'Webcam' and 'Hochladen' buttons. At the bottom left is a '+ Klasse hinzufügen' button. On the right, the 'Training' panel is open, showing a 'Modell trainieren' button. Below it, the 'Erweitert' (Advanced) settings are expanded, revealing a list of parameters: 'Epochen: 8', 'Batchgröße: 16', 'Lernrate: 0,001', and 'Auf Standardwerte zurücksetzen'. The 'Epochen: 8' setting is highlighted with a red rectangle. To the right of the training settings is a 'Vorschau' (Preview) section with a 'Modell exportieren' button and a message: 'Du musst links ein Modell trainieren, um es hier als Vorschau ansehen zu können.'

4

5. Modell trainieren

→ über umschalten auf *Datei* in der Vorschau, lassen sich Beispielbilder vom Laptop reinladen und die Ausgabe unten beobachten

Testet nun euer Modell mit neuen Bildern.

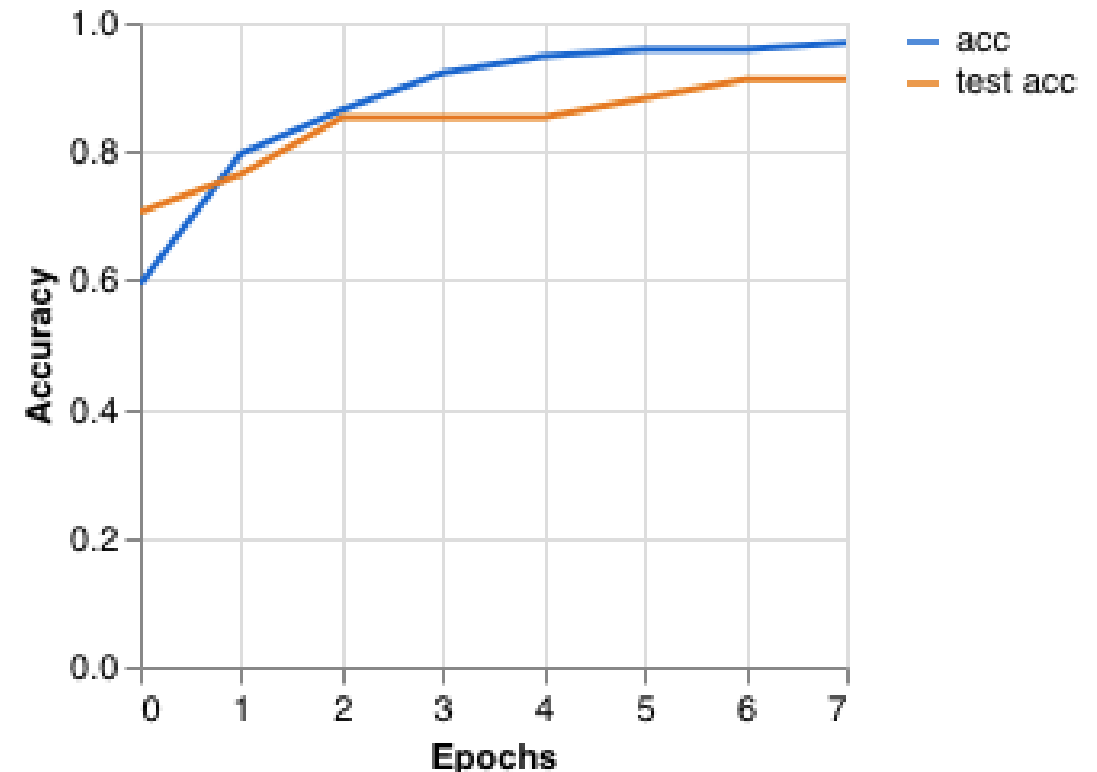
The screenshot displays the Google Teachable Machine interface. On the left, there are two data classes: 'Waldbrand' (Forest Fire) and 'Kein Waldbrand' (No Forest Fire), each with 113 image examples. Below these is a button to 'Klasse hinzufügen' (Add Class). In the center, the 'Training' panel shows 'Modell ist trainiert' (Model is trained) and various settings: 'Erweitert' (Advanced), 'Epochen: 8', 'Batchgröße: 16', and 'Lernrate: 0,001'. On the right, the 'Vorschau' (Preview) panel shows the 'Eingabe' (Input) section with a 'Datei' (File) button highlighted by a red rectangle. Below this, there are instructions to choose images from files or import from Google Drive. The 'Ausgabe' (Output) section at the bottom right shows a preview of a forest fire image and two output bars: 'Wald...' (Forest...) at 100% and 'Kein Wald...' (No Forest...) at 0%, both highlighted by a red rounded rectangle.

Über Trainingsdetails öffnet sich ein Menü.

Die Genauigkeit pro Epoche (orangene Kurve) sollte für gute Ergebnisse bei **über 0,8** liegen.

→ Trainiert dazu euer Modell noch einmal und beobachtet. Eventuell müsst ihr mehr Trainingsdaten generieren.

Genauigkeit pro Epoche



6. Modell exportieren

→ zum Benutzen des Modells wollen wir es nun exportieren und lokal speichern

The screenshot displays the Google Teachable Machine interface. On the left, there are two data classes: 'Waldbrand' (Forest Fire) and 'kein Waldbrand' (No Forest Fire), each with 113 image examples. The 'Waldbrand' class shows images of fires, while the 'kein Waldbrand' class shows images of healthy green forests. Below these classes is a button to 'Klasse hinzufügen' (Add Class). In the center, the 'Training' panel shows 'Modell ist trainiert' (Model is trained) and various settings: 'Erweitert' (Advanced), 'Epochen: 8', 'Batchgröße: 16', and 'Lernrate: 0,001'. On the right, the 'Vorschau' (Preview) panel shows the 'Modell exportieren' (Export Model) button highlighted with a red rectangle. Below this, there are options for 'Eingabe' (Input) and 'Ausgabe' (Output).

4

1. Als Modell *Tensorflow lite* wählen
2. Als Konvertierungstyp *Quantisiert* wählen
3. *Mein Modell herunterladen* anklicken
4. Das Konvertieren dauert einen Moment
5. zip-Ordner in *Downloads* entpacken

Dein Modell zur Verwendung in Projekten exportieren. ✕

Tensorflow.js ⓘ Tensorflow ⓘ **Tensorflow Lite ⓘ**

Konvertierungs-Typ des Modells:

☐ Gleitkomma ☒ **Quantisiert** ☐ EdgeTPU **↓ Mein Modell herunterladen**

Konvertiert dein Modell in ein mit tflite quantisiertes Modell. Hinweis: Die Konvertierung geschieht in der Cloud. Für die Konvertierung in ein quantisiertes Modell wird ein Teil der Daten hochgeladen, aber nicht auf dem Server gespeichert.

Code-Snippets zur Verwendung für dein Modell:

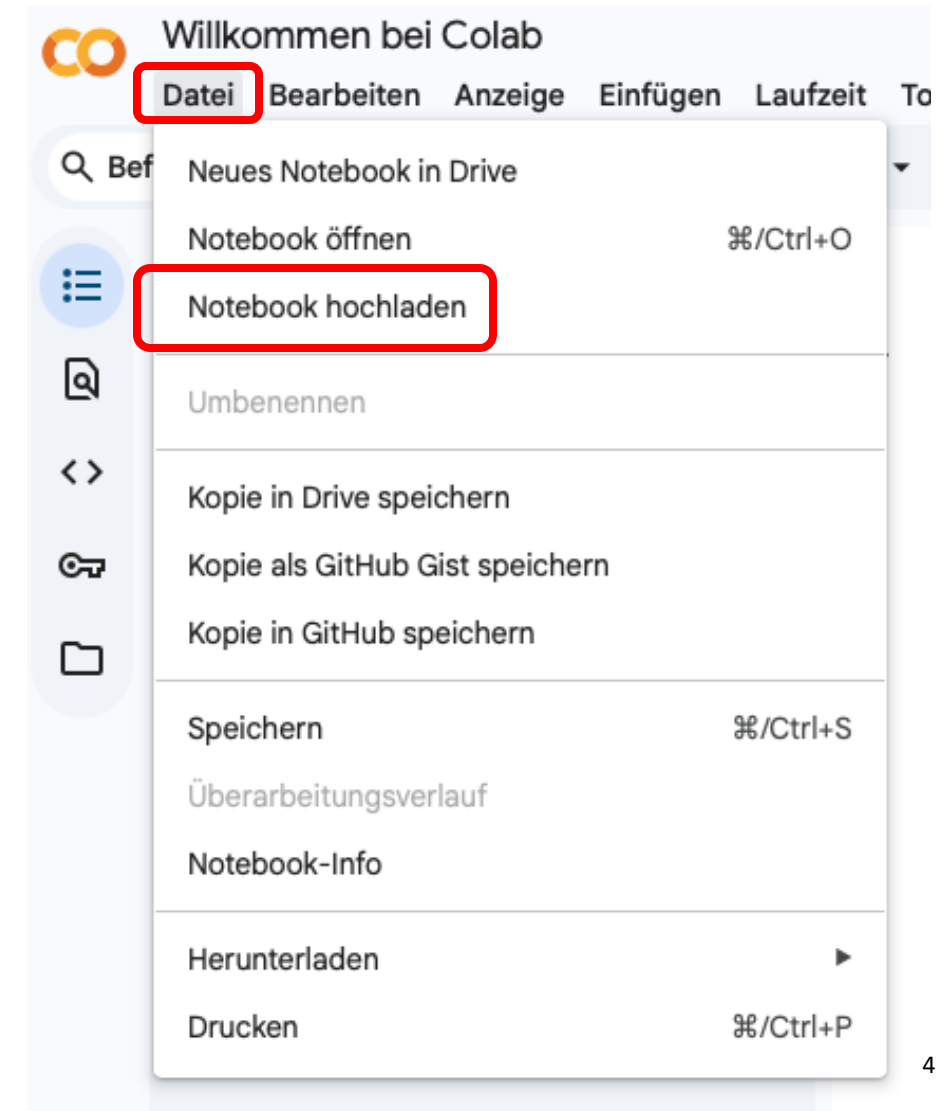
Android Coral Auf Github etwas beitragen ⓘ

For this Teachable Machine example, the *Quantized* tflite model is being used. It is using the [TFLite Android example](#), note that the example only supports models with 3 or more classes, even though the classifier itself in the example supports 2.

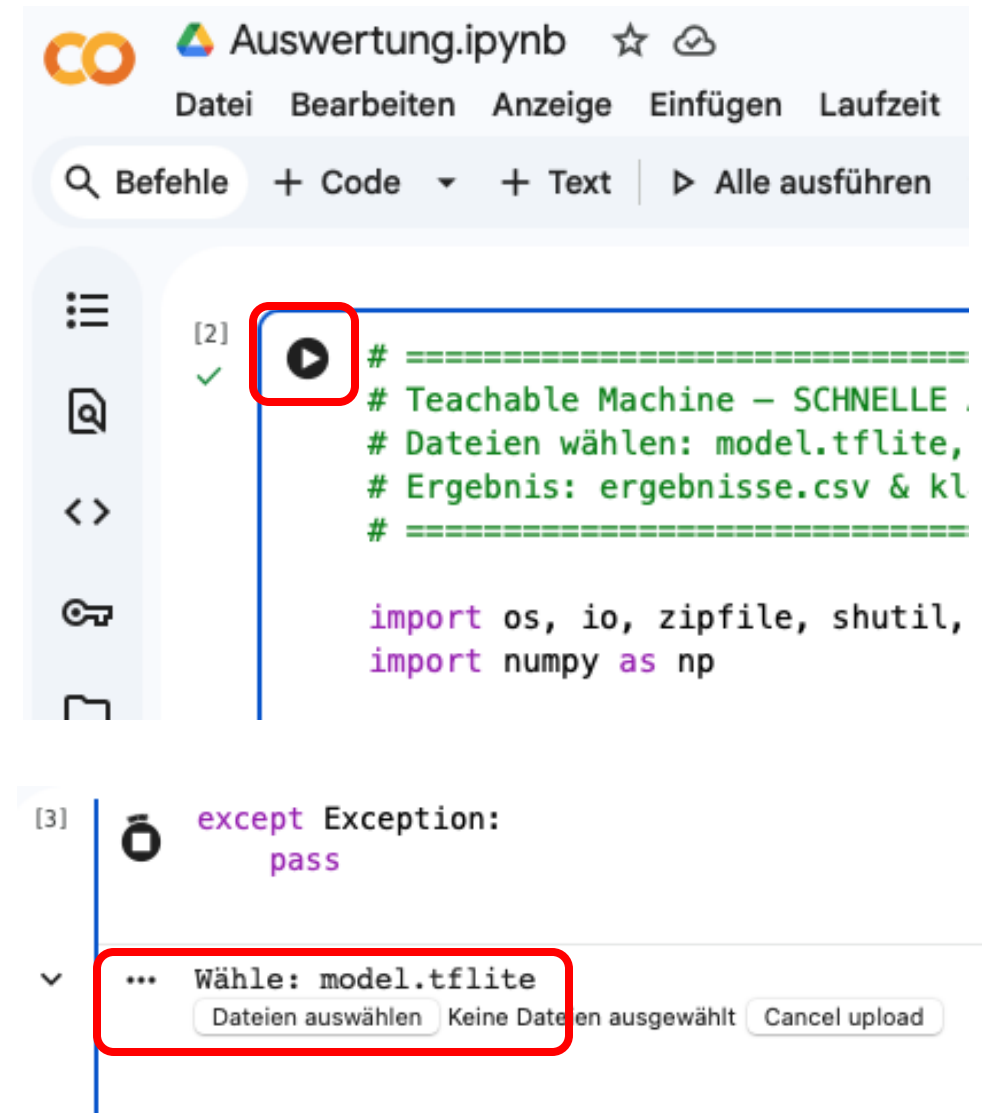
1. Get the Android app example from [Github](#)
2. Unpack the *converted_tflite_quantized.zip* archive exported from Teachable Machine
3. Copy *converted_tflite_quantized* folder to the example asset folder
`examples/lite/examples/image_classification/android/app/src/main/assets/`
4. Open
`examples/lite/examples/image_classification/android/app/src/main/java/org/tensorflow/lite/examples/classification`
5. Modify `getModelPath()` and `getLabelPath()` to

7. Modell auf neuen Daten auswerten

- Programmierumgebung Google Colab öffnen
- Über *Notebook hochladen* die Datei *Auswertung.ipynb* suchen und öffnen
→ das Notebook öffnet sich und ihr seht ein fertiges Programm



- Programm über Pfeil starten
- nach unten scrollen
- ihr werdet nach und nach aufgefordert, folgende Dateien hochzuladen:
 - das Modell mit dem Dateinamen ***model.ftlite***
 - die Label mit dem Dateinamen ***labels.txt***
 - der Ordner mit den auszuwertenden Bildern, muss komprimiert sein (zip-Datei) mit dem Dateinamen ***Bilder.zip***



Eure Aufgabe:

Führt die Auswertung für jedes Jahr und Land durch.
Fangt mit Sardinien an und schaut euch die Anzahl der erkannten Waldbrände im Verlauf der letzten Jahre an.

Wie hat sich das entwickelt?

Welche Rückschlüsse lassen unsere Daten zu?

- 1: eigene Darstellung auf Basis von Daten: <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/applications/data-and-services>
- 2: eigene Darstellung auf Basis von Daten: <https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/waldbrandstatistik>
- 3: Waldbrandstatistik des Bundesinformationszentrums Landwirtschaft, <https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/waldbrandstatistik>, abgerufen Dezember 2025
- 4: eigene Screenshots