



FEUERKOMPASS

Feuerdaten aus dem All

Satellitendaten zur globalen Brandbeobachtung



IMPRESSUM

Herausgeberin	WWF Deutschland (Stiftung bürgerlichen Rechts, vertreten durch die Vorständin Meike Rothschädl), Reinhardtstraße 18, D-10117 Berlin
Stand	Oktober 2025
Autor:innen	Marion Stellmes und Helga Kuechly (WWF Deutschland)
Redaktion	Thomas Köberich, Helga Kuechly, Hanna Machel (alle WWF Deutschland) und Nina Griesshammer
Recherche/Datenanalyse	Helga Kuechly (WWF Deutschland), Laurin Windeknecht, Onno Nennecke, Tamina Bittner und Nelly Dorrman (chem. WWF Deutschland)
Koordination	Helga Kuechly
Kontakt	Helga Kuechly (Helga.Kuechly@wwf.de) und Peer Cyriacks (Peer.Cyriacks@wwf.de)
Bildredaktion	Sonja Ritter (WWF Deutschland)
Gestaltung	epoqstudio.com

Bildnachweise

Cover: ESA/ATG medialab und Copernicus Sentinel 2 data (2019); S. 3: AbbruchSchrotti; S. 4: dpa Picture-Alliance/Christian Modla; S. 5: Getty Images/shaunl/E+;
S. 12: Camilo Diaz/WWF-UK; S. 12: Greg Armfield/WWF-UK; S. 14: Getty Images/Wirestock; S. 19: iStock/Getty Images/Nuno André Ferreira; S. 22: Unsplash/Marcus Kauffmann;
S. 24: Unsplash/Fabian Jones; Backcover: Unsplash/Benjamin Lizardo

Feuerdaten aus dem All:

SATELLITENDATEN ZUR GLOBALEN BRANDBEOBACHTUNG

Waldbrände belasten unsere Klima- und Ökosysteme, Infrastruktur und menschliche Gesundheit. Angesichts des globalen Temperaturanstiegs, sich häufender Dürren und veränderter Waldstrukturen wächst die Waldbrandgefahr in vielen Regionen und damit verbunden das Interesse an Beurteilung und Kontrolle.¹ Hierfür sind effektive Frühwarnsysteme nötig. Sie ermöglichen kontinuierliche Beobachtungen und versorgen uns mit belastbaren Daten zur Risikobewertung sowie für die kurz- und langfristige Maßnahmenplanung. Satellitenbasierte Erdbeobachtung – Fernerkundung genannt – ist für diese Aufgaben eine zentrale, vergleichsweise kostengünstige Methode. Sie ist *das* Mittel der Wahl zur weltweit flächendeckenden, standardisierten und mehrmals täglich wiederholbaren Beobachtung von Feuerereignissen.

Die Überwachung von Vegetationsbränden hat sich seit den 1970er-Jahren entscheidend verändert. Über Jahrhunderte hinweg stützte sich die Brandüberwachung auf lokale Beobachtungen, etwa durch Feuerwachtürme oder Patrouillen.² Die auf diese Weise ermittelten Daten waren stets regionaler Herkunft und ließen sich nur begrenzt mit über größere Gebiete gewonnenen Daten vergleichen. Mit dem Start der ersten Landsat-Satelliten in den 1970er-Jahren begann die Ära der satellitengestützten Brandbeobachtung. Seitdem wurde die Technologie kontinuierlich weiterentwickelt.

An aerial photograph showing a tall, white, cylindrical fire watchtower rising from a dense forest. The tower has a small observation cabin at the top with a blue roof and a yellow stripe. The surrounding forest is a mix of green and brown trees, indicating some autumnal change. The tower is positioned diagonally across the frame, pointing towards the bottom right.

2022 verschwand der Feuerwachturm Grafwegen: Von Bäumen überragt, war seine einstige Funktion dank moderner Kameras obsolet geworden.

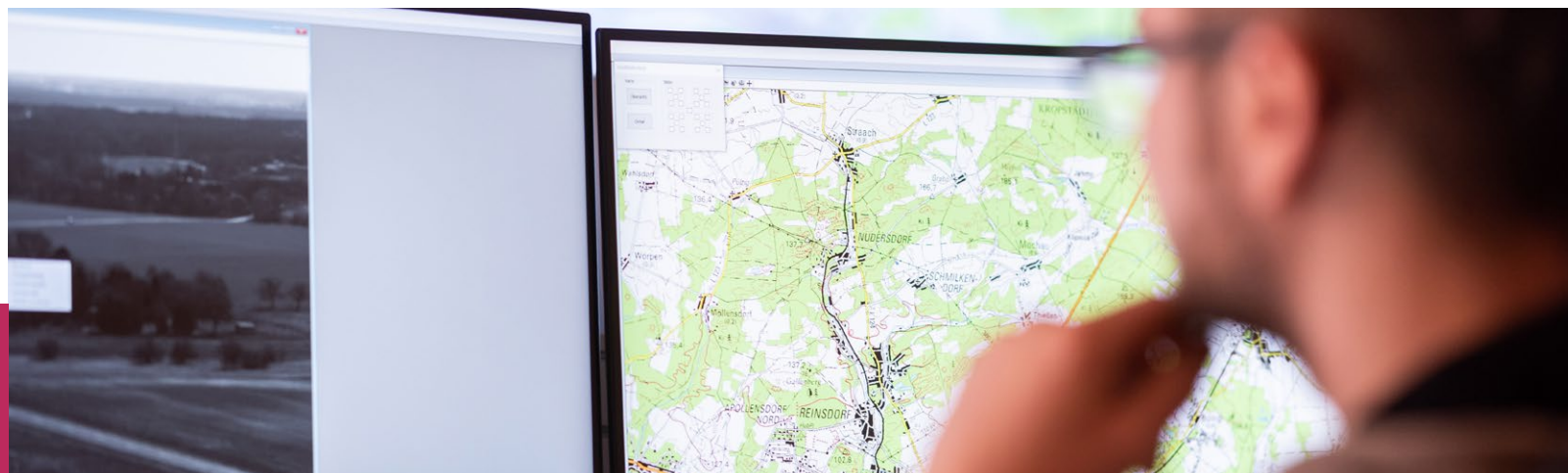
Satellitendaten liefern Informationen zur Brandüberwachung – von der Echtzeitdetektion bis zur langfristigen Analyse.

Heute beliefern uns Satellitensensoren wie MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) oder die Sentinel-Sensoren mit hochauflösendem Datenmaterial, das sowohl zur Quasi-Echtzeitüberwachung als auch für Langzeitanalysen nutzbar ist. Web-basierte Plattformen wie EFFIS (European Forest Fire Information System)³ für Europa oder der Global Fire Atlas⁴ für weltweite Analysen visualisieren diese Daten auf nutzerfreundliche Weise.

Heutige Erhebungen zu Wald- und Flächenbränden basieren in Deutschland auf einer Kombination aus satellitengestützter Fernerkundung und Meldungen lokaler Behörden. In Brandenburg wurde zum Beispiel das Kamerasystem IQ FireWatch aufgebaut, das über 100 Kameras zur schnellen Branddetektion einsetzt.^{5, 6} Satellitensysteme stützen sich bei der Identifizierung aktiver Feuer auf Wärmebilddaten, die anschließend in Systemen wie EFFIS automatisch ausgewertet und dargestellt werden und damit Teil der mehrstufigen Brandüberwachungspraxis sind.

Vor Ort bestätigen Forstämter und/oder Feuerwehren die Brände und koordinieren die Einsätze. Im Anschluss werden die betroffenen Flächen oftmals mithilfe von Satellitenbilddaten kartiert und in nationale sowie europäische Statistiken aufgenommen. Für Deutschland werden auch im Waldmonitor aktive Waldbrände der letzten sieben Tage angezeigt.⁷ Eine Herausforderung bleibt die uneinheitliche Methodik. Noch werden in vielen Ländern unterschiedliche Systeme genutzt, um Waldbrandstatistiken aufzubauen und die Waldbrandgefahr einzuschätzen. In manchen Regionen gibt es noch keine systematische Erfassung von Feuerereignissen. Das erschwert Vergleiche überregional sowie national verfügbarer Statistiken und Daten und macht sie mitunter nur eingeschränkt möglich. Eine einheitliche Methodik und unabhängige Datenquelle bilden dagegen satellitengestützte Systeme, aus denen frei verfügbare Informationen geschöpft werden können. Im Feuerkompass Kapitel „Waldbrände in Deutschland“ werden beispielsweise nationale Statistiken mit den satellitengestützten Daten von EFFIS verglichen.

Früherkennung am Rechner:
Mit 360°-Kameras erkennt IQ FireWatch schon minimale Rauchentwicklungen und schlägt Alarm.



PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DER FEUERERKENNUNG

Die menschliche Wahrnehmung des Lichts bewegt sich im Wellenlängenbereich zwischen etwa 380 Nanometern (nm) (blaues Licht) und 780 Nanometern (nm) (rotes Licht) des elektromagnetischen Spektrums.⁸ Satelliten zur Erdbeobachtung nutzen weitere Wellenlängenbereiche des elektromagnetischen Spektrums, um Informationen über die Erdoberfläche zu gewinnen (Abbildung 1). Sie sind in der Lage, neben dem für den Menschen sichtbaren Licht auch Infrarot (IR) oder Mikrowellen (MW) zu erfassen. Man unterscheidet zwischen passiven und aktiven Sensorsystemen. Passive Systeme registrieren die von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenstrahlung, d. h. sichtbares Licht, Nahes Infrarot (NIR) sowie kurzwelliges Infrarot (SWIR, engl. Short-Wavelength Infrared), die von der Erde ausgesendete Wärmestrahlung im mittleren (MWIR) und langwelliges Infrarot (LWIR), auch Thermalstrahlung genannt. Aktive Systeme wie Radar senden dagegen elektromagnetische Impulse aktiv aus und registrieren deren Rücksignal.

Abbildung 1 gibt auf der nächsten Seite einen Überblick über die verschiedenen Wellenlängenbereiche sowie über die gängigsten Satelliten, die zur Beobachtung von Bränden eingesetzt werden. Da sich die Anforderungen je nach Anwendungsgebiet unterscheiden – etwa zur Früherkennung, Überwachung oder Schadensanalyse – und die Aufnahmetechnologien bestimmten technischen Grenzen unterliegen, sind eine Vielzahl spezialisierter Satellitensysteme im Einsatz.

ABBILDUNG 1:

**Wellenlängenbereiche
und ihre Bezeichnungen**

VIS: Für den Menschen
sichtbares Licht (Visible)

NIR: Nahes Infrarot (Near Infrared)

SWIR: Kurzwelliges Infrarot
(Short-Wavelength Infrared)

MWIR: Mittleres Infrarot
(Midwave Infrared)

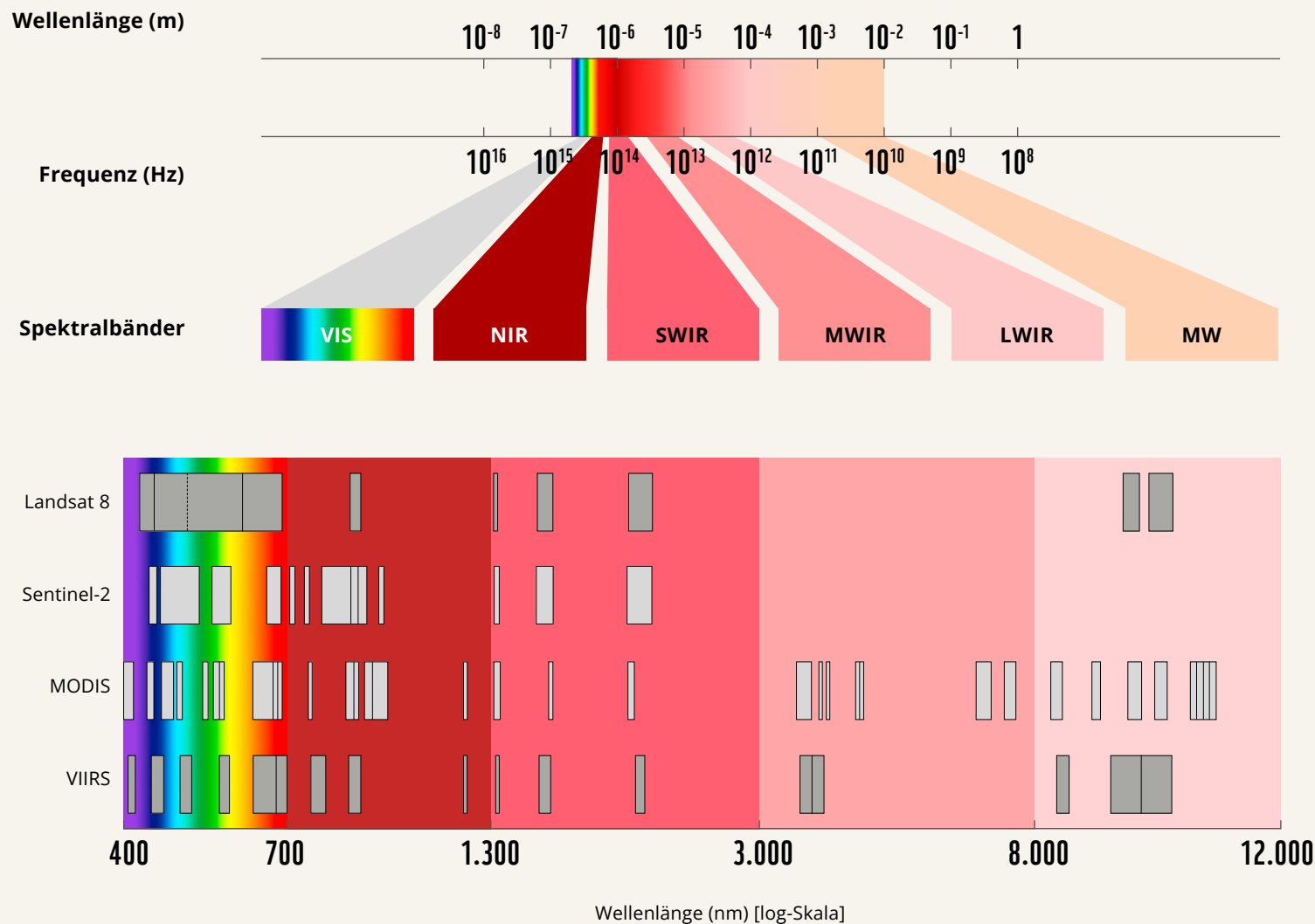
LWIR: Langwelliges Infrarot
(Longwave Infrared)

MW: Mikrowellen (Microwave)

Der sichtbare Bereich des elektromagnetischen Spektrums, also das Licht, das wir mit unseren Augen wahrnehmen können, liegt im Wellenlängenbereich von etwa 380 nm bis 780 nm. Ein Nanometer (nm) ist ein Milliardstel eines Meters, also 1×10^{-9} Meter. Der sichtbare Bereich liegt also etwa zwischen $3,8 \times 10^{-7}$ und $7,8 \times 10^{-7}$ Metern.

Wichtige Satelliten in der Feuerbeobachtung und ihre spektralen Aufnahmeeigenschaften. Jeder graue Balken steht für einen Wellenlängenbereich, in dem das Satellitensystem die von der Erde reflektierte Sonneneinstrahlung bzw. die ausgesendete Wärmestrahlung der Erdoberfläche registriert.

Quelle: ⁹, modifiziert



Je höher die räumliche Auflösung, desto kleiner ist in der Regel aus technischen Gründen die vom Satellitenbild abgedeckte Fläche und desto länger ist die Zeitspanne zwischen zwei Aufnahmen derselben Region.

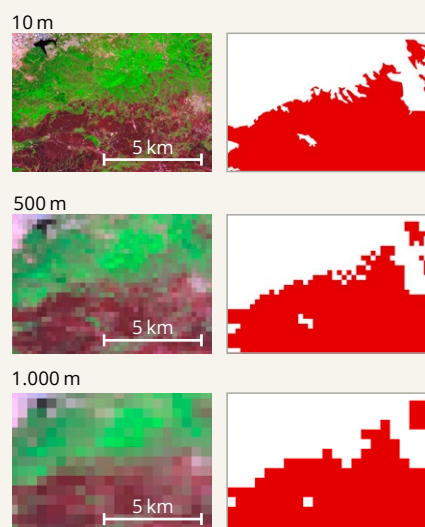


ABBILDUNG 2:
Die Abbildung zeigt, wie sich die räumliche Auflösung von Satellitendaten auf die Kartierung von Brandflächen auswirkt. Mit zunehmender Pixelgröße, also einer geringeren Auflösung, verschwinden Details, und Brandflächen sind nur noch grob erkennbar.

Quelle: ¹⁴, modifiziert

Für die Waldbranderkennung kommen vor allem passive optische und thermische Sensoren zum Einsatz. Neben den spektralen Eigenschaften – also der Frage, welche und wie viele Wellenlängenbereiche ein Satellit erfassen kann – unterscheiden sich Satellitensensoren auch in ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung. Die räumliche Auflösung beschreibt, wie groß die kleinste Fläche ist, die ein Sensor noch als einzelnen Bildpunkt (Pixel) erkennen kann. Je höher die Auflösung ist, desto detaillierter gerät die Darstellung des Bildes (siehe Abbildung 2). Die zeitliche Auflösung gibt an, wie viel Zeit zwischen zwei Aufnahmen derselben Region vergeht, wie häufig also ein Gebiet vom Satelliten beobachtet werden kann. Dafür sind nur wenige Minuten nötig, wie bei Aufnahmen von Wettersatelliten, oder mehrere Wochen, wenn hochauflösende Sensoren im Einsatz sind. Grundsätzlich gilt: Je höher die räumliche Auflösung, desto kleiner die abgedeckte Fläche pro Aufnahme und desto länger die Zeitspanne zwischen zwei Aufnahmen, die dieselbe Region abdecken. Die Technik stößt hierbei also noch an ihre Grenzen.

Das Manko geringer zeitlicher Auflösung ließ sich in den vergangenen Jahren dadurch abschwächen, dass Daten von Satellitensystemen wie Landsat und Sentinel-2 miteinander kombiniert wurden. Bei neueren Sensorsystemen, wie bei Sentinel-2 und z. B. den PlanetScope Doves¹⁰, wird diese Schwäche kompensiert, indem man mehrere Satelliten gleichzeitig einsetzt.¹¹ Nach diesem Prinzip wird auch seit März 2025 verfahren, als OroraTech und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine Satellitenkonstellation aus acht Satelliten zur Erkennung von Waldbränden erfolgreich ins All brachten.¹² Im März 2025 wurde ebenso der erste Prototyp-Satellit der FireSat-Konstellation gestartet, die bis zum Jahr 2030 aus über 50 Satelliten bestehen

soll und von der gemeinnützigen Earth Fire Alliance betrieben wird.¹³ Dies bietet vor allem der schnelleren Detektion von Feuern verbesserte Möglichkeiten. Für die Betrachtung langfristiger Entwicklungen muss man dennoch auf ältere Daten zurückgreifen. Dabei stellt der Vergleich von Datenquellen unterschiedlicher Herkunft eine Herausforderung dar, da deren räumliche, spektrale und zeitliche Eigenschaften verschieden sind.

Die optische Fernerkundung macht sich die Eigenschaft zunutze, dass jede Art von Erdoberfläche – wie Wald, offener Boden, Wasser oder auch Feuer – auf ganz eigene Weise Sonnenlicht reflektiert und Wärme abstrahlt. Man nennt dieses typische Muster über verschiedene Wellenlängen hinweg Spektral- oder Reflexionssignatur. Sie funktioniert ähnlich wie ein Fingerabdruck und hilft dabei, auf den Satellitenbildern verschiedene Flächen und Materialien der Erdoberfläche zu unterscheiden. Im Unterschied zu einer verbrannten Vegetation reflektiert eine gesunde Vegetation die Sonnenstrahlung sehr stark im nahen Infrarot. Abbildung 3 zeigt, wie sich Feuer auf Satellitenbildern darstellt, und vergleicht simulierte Spektralsignaturen. Oberflächenfeuer breiten sich am Boden aus und sind meist weniger intensiv. Hingegen erfassen sogenannte Kronenfeuer die Baumkronen, was typischerweise mit höherer Feuerintensität einhergeht und für den Waldbestand zerstörerische Folgen hat. Auch Rauch und Verbrennungsprodukte haben spektrale Signaturen. Dichte Rauchwolken absorbieren z. B. blaues Licht und erscheinen in optischen Aufnahmen grau bis bräunlich, während Spurengase wie Kohlenmonoxid im infraroten Spektrum bestimmter Wellenlängenbereiche, in sogenannten Absorptionsbändern, das Licht „verschlucken“.

ABBILDUNG 3:

Oben: Satellitenbild des Feuers in Evros, Griechenland, im August 2023.

Es kombiniert sichtbares Licht (Band 2, blau, und Band 3, grün) mit einer Darstellung im Kurzwelleninfrarot SWIR (Band 12), um die Feuerfront sichtbar zu machen, die zum Zeitpunkt der Aufnahme am 23. August etwa 70 Kilometer lang war. Die Rauchwolke des Feuers erstreckte sich über 1.600 Kilometer in südwestlicher Richtung bis nach Tunesien. Das Bild zeigt die verbrannten Flächen als rotbraune Bereiche.

© WWF Deutschland, eigene Darstellung;
Satellitenbild: ¹⁴

Unten: Anhand der Beispiel-Reflexions-signaturen verschiedener Oberflächen lassen sich verbrannte Flächen von anderen Oberflächen unterscheiden.

Deutlich wahrnehmbar sind die Unterschiede zwischen gesunder Vegetation und verbrannten Flächen durch Oberflächen- oder Kronenfeuer. Während bei Oberflächenfeuern die Baumkronen nicht verbrennen, ergibt sich in der Reflexions-signatur eine Mischung aus gesunder Vegetation und Kohle, während bei einem Kronenfeuer meist die gesamte Vegetation verbrennt und das Reflexionssignal reiner Asche ähnelt. Die Reflexionssignatur unterscheidet sich also je nach Intensität des Feuers. Hieraus lassen sich Rückschlüsse über die Schwere der Feuer ziehen.

© Prof. Emilio Chuvieco,
Universidad de Alcalá, Spanien

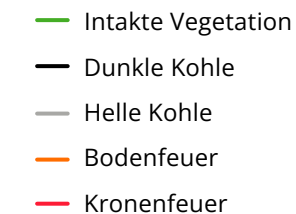
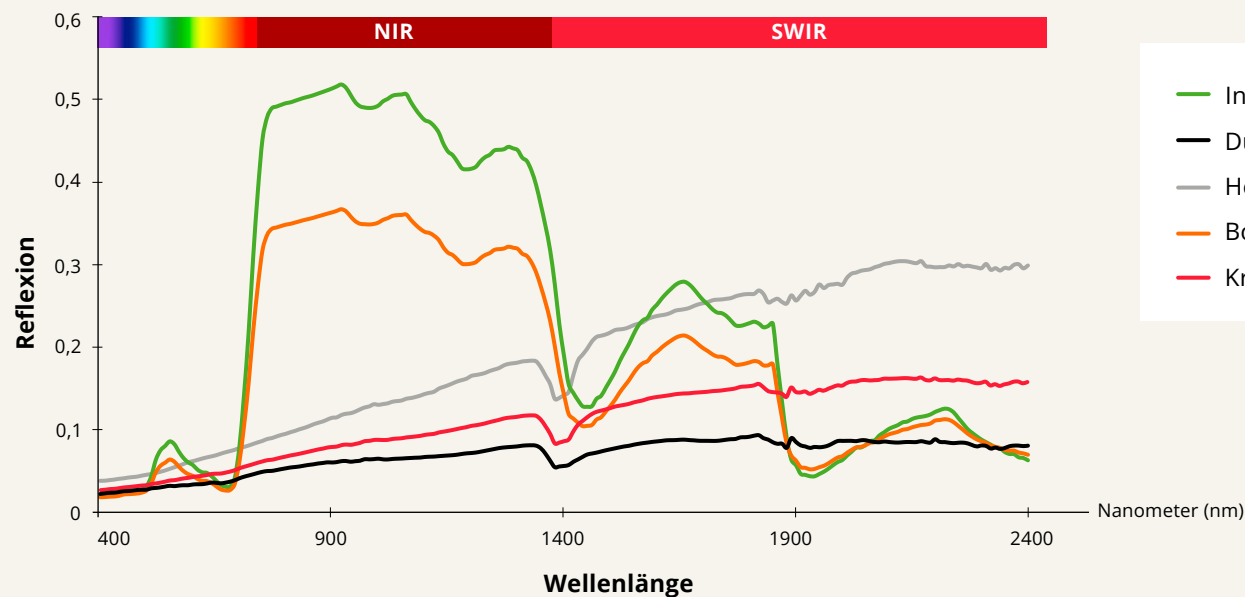
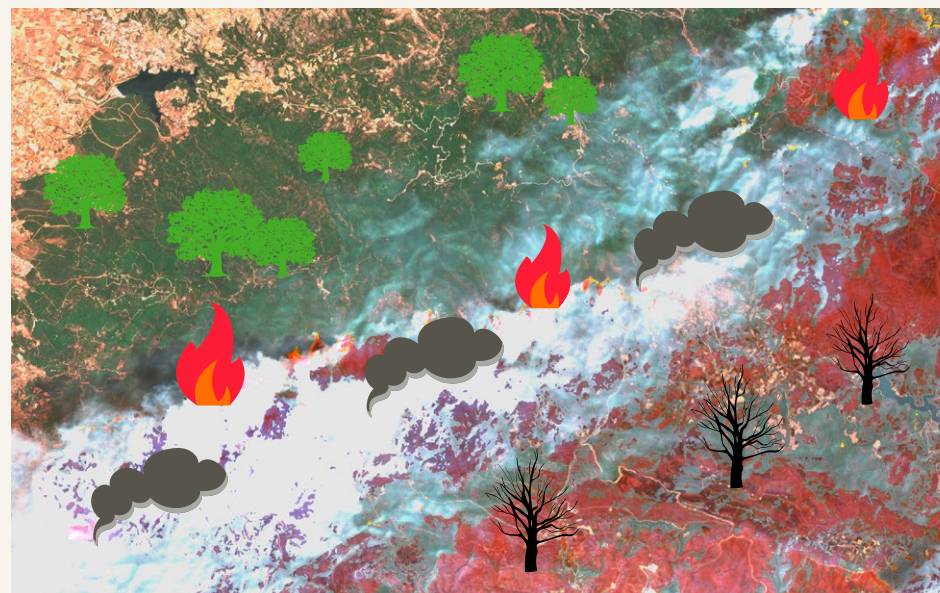
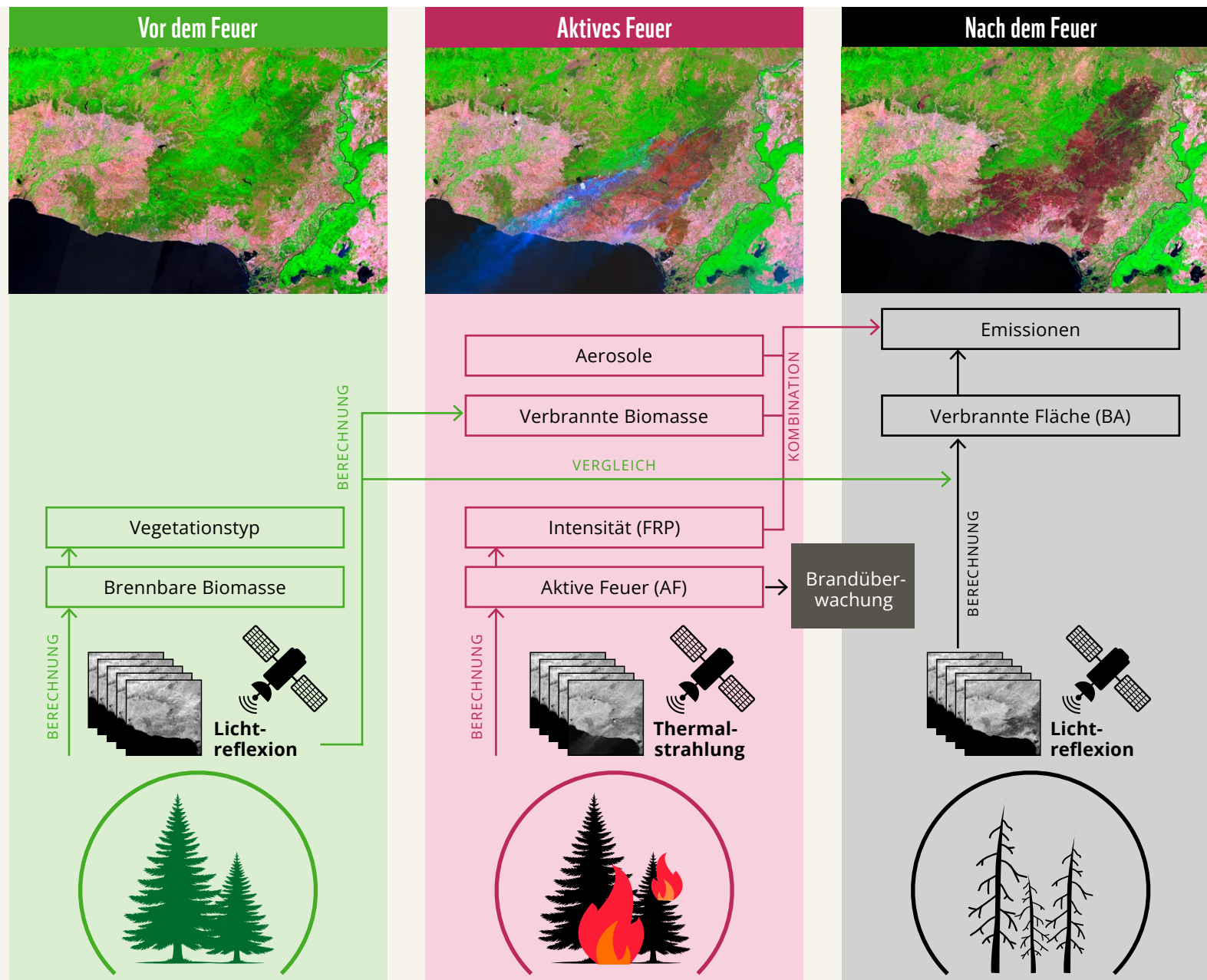


ABBILDUNG 4:

Das Diagramm zeigt schematisch, wie aus den per Fernerkundung gewonnenen Reflexions- und Thermal-daten Emissionen geschätzt, verbrannte Fläche kartiert und einzelne Brandereignisse verfolgt werden können.

In der oberen Reihe sind drei sogenannte Falschfarbbilder des Evros-Feuers im Jahr 2023 zu sehen. Diese Sentinel-2-Satellitenbilder machen mit kurzwelligem Infrarot (SWIR, Band 12), nahem Infrarot (NIR, Band 8) und Rot (Band 4) sichtbar, was auf einem „normalen“ Foto verborgen blieb: So zeichnet sich hier gesunde Vegetation durch kräftige Grüntöne aus, während die verbrannten Flächen in rotbraunen Tönen erscheinen. Im mittleren Bild werden die Rauchfahnen des Feuers in blau-violetter Farbigkeit sichtbar.

Quelle: ⁹, modifiziert; Satellitenbilder: ¹⁵



Satelliten versorgen uns, je nach Sensor, mit Warnungen sowie hochauflösenden Schadenskarten und erlauben globales Monitoring. Jede Technik leistet ihr eigenes Beitrag.

Aktive Feuer emittieren intensiv im mittleren Infrarot (etwa bei drei bis vier Mikrometer [μm] Wellenlänge), wodurch sie sich vor kühlerem Hintergrund deutlich hervorheben. Die Strahlungsleistung (FRP) dieser Feuer korreliert mit der Feuerintensität, die auch von der brennbaren Biomasse und der Vegetationsart abhängt. Abbildung 4 zeigt, wie man mit der Kombination verschiedener Informationen die Datenlage anreichert, beispielsweise zur Ausdehnung verbrannter Flächen (BA), zum Status aktiver Feuer sowie zur Dynamik einzelner Brandereignisse. Das Glossar (S. 24) fasst die wichtigsten Kenngrößen in der Fernerkundung von Feuern zusammen.

Wie bereits erwähnt, hängt der Einsatz des Satellitensystems von der Aufgabe ab:

- >> Zur schnellen Erkennung aktiver Brandherde, auch Hotspots genannt, werden z. B. die Active-Fire-Produkte (AF-Produkte) von MODIS und VIIRS eingesetzt, wie sie etwa das Feuerwarnsystem FIRMS der NASA (Fire Information for Resource Management System; vgl. Tabelle 2) nahezu in Echtzeit (mit ca. drei Stunden Verzögerung) bereitstellt. Obwohl MODIS z. B. nur eine räumliche Auflösung von einem mal einem Kilometer im Thermalbereich anbietet, bildet er Feuer aufgrund ihrer hohen Temperatur bereits ab einer Größe von 1.000 Quadratmetern ab.¹⁶ Mit diesen Produkten lässt sich im Katastrophenfall schnell reagieren. Sie dienen der Frühwarnung, erfassen jedoch keine exakte Brandfläche, sondern liefern punktuelle Informationen über aktive Feuer und deren Intensität.
- >> Zum flächendeckenden globalen Monitoring verbrannter Flächen eignen sich die Burned-Area-Produkte (BA-Produkte)

von MODIS und VIIRS. Sie stellen mehrmals am Tag automatisiert und konsistent großflächige Daten bereit, jedoch mit geringerer räumlicher Detailgenauigkeit (z. B. MODIS bei 500 Meter mal 500 Metern).

- >> Für detaillierte Schadenauswertungen und die Kartierung von Brandflächen nach einem Feuer werden hochauflösende Sensoren wie Landsat oder Sentinel-2 herangezogen. Sie sind präzise, jedoch nur alle fünf bis 16 Tage verfügbar. Landsat-Sensoren bieten eine Pixelgröße von 30 mal 30 Metern, Sentinel-2-Daten sogar von bis zu zehn mal zehn Metern.

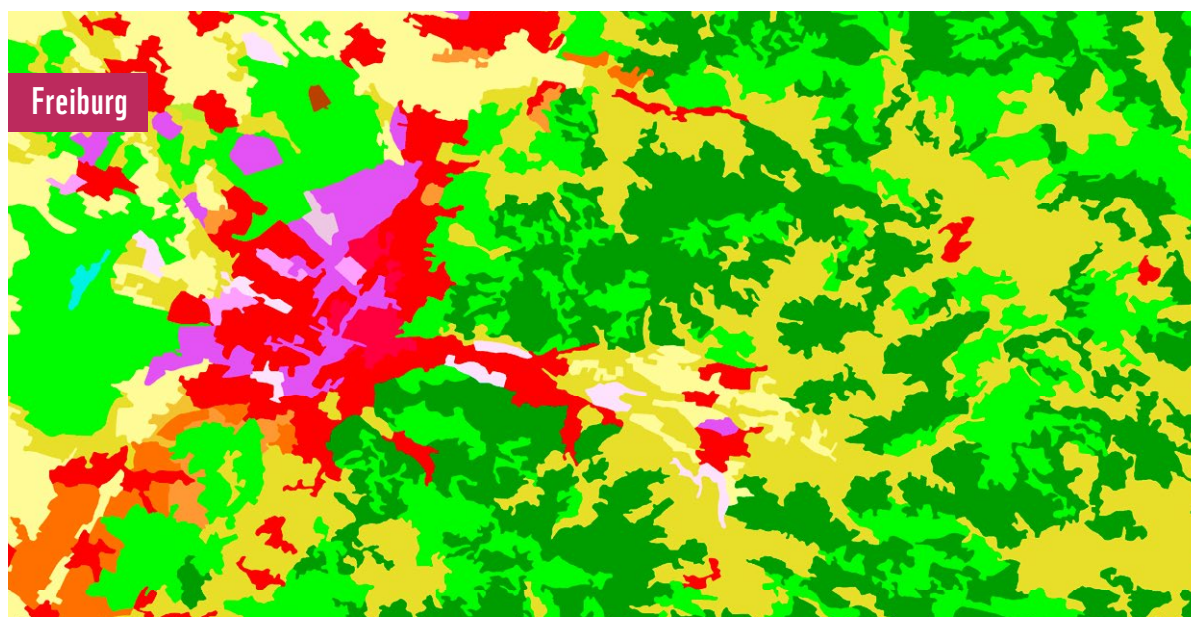
Die Satellitensensoren unterscheiden sich auch in puncto Empfindlichkeit gegenüber Wolken oder Rauch. Räumlich hochauflösende optische Sensoren ermöglichen detaillierte Analysen, sind allerdings stärker wetterabhängig und arbeiten zeitlich verzögert. Hingegen erkennen thermale Sensoren aktive Feuer oft auch bei leichter Bewölkung. Sie liefern schnell, wenngleich auch weniger detaillierte Informationen (Tabelle 1).

Für Deutschland erfasst EFFIS Brände ab etwa 30 Hektar. Seit 2015 ermöglicht Sentinel-2 auch die Detektion kleinerer Brände; zusätzlich werden weiterhin MODIS- und VIIRS-Daten genutzt. Für die Vergleichbarkeit mit früheren Jahren werden jedoch nur Brände ab 30 Hektar berücksichtigt. Die nationale Statistik des BMLEH, die auf Meldungen der Forstbehörden beruht, erfasst hingegen auch deutlich kleinere Feuer, was zu systematischen Unterschieden in der Flächenbilanz führt. EFFIS bietet dafür europaweit konsistente, satellitengestützte Informationen – mit vergleichbaren methodischen Standards.

Zu den Satellitensystemen, die zur Feuerbeobachtung herangezogen werden, zählen auch ...

- >> ... Wettersatelliten, die mehrmals stündlich Beobachtungen bereitstellen.¹⁷ Deren räumliche Auflösung ist aber eher grob (mehrere Kilometer).
- >> ... aktive Radarsysteme wie Sentinel-1, die wolkenunabhängiger sind als optische Sensorsysteme. Diese Daten finden zum Beispiel in der Anwendung RADD (Radar for Detecting Deforestation)¹⁸ Verwendung.

- >> ... Satellitensysteme zur Atmosphärenbeobachtung wie TROPOMI¹⁹, die Spurengase detektieren und etwa zur Beobachtung von Emissionen aus Brandereignissen genutzt werden können.
- >> ... boden- und satellitengestützte Blitzdetektoren, wie z. B. der GLM (Geostationary Lightning Mapper), der an Bord der GOES-R-Wettersatelliten Informationen über Blitzeinschläge bereitstellt, die womöglich Wälder in Brand setzen. Diese Informationen werden zum Beispiel in der App FWAS (Fire Weather Alert System) verfügbar gemacht, um die Feuerwehr im Einsatz zu unterstützen.²⁰



Warum es mehr als Feuerpixel braucht

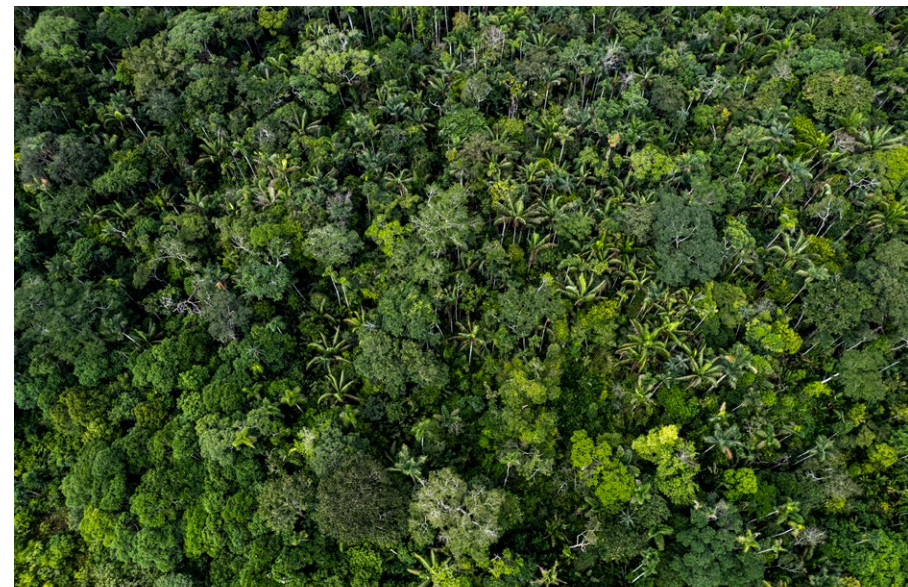
Fernerkundungsbasierte Informationen können Vegetations- und Waldbrände nicht zweifelsfrei von anderen Brandarten unterscheiden. Eine zuverlässige Klassifizierung erfordert die Kombination verschiedener Satellitendatenprodukte zu Bränden mit Informationen zur jeweiligen Vegetationsart, die sich aus Fernerkundungsdaten ableiten lassen. In der EU steht für die standardisierte Kartierung von Landbedeckung und Landnutzung beispielsweise der Datensatz CORINE Land Cover (CLC) zur Verfügung.²¹

CLC-Code

111: Durchgängig städtische Bebauung	141: Städtische Grünflächen	231: Wiesen und Weiden	313: Mischwälder
112: Nicht durchgängig städtische Bebauung	142: Sport-/Freizeitanlagen	242: Komplexe Parzellenstruktur	321: Natürliches Grünland
121: Industrie-/Gewerbeflächen	211: Nicht bewässertes Ackerland	244: Land-/Forstwirtschaftliche Flächen	324: Gebüsch/Strauch
124: Flughäfen	221: Weinbauflächen	311: Laubwälder	512: Wasserflächen
132: Deponien, Abraumhalden	222: Obst-/Beerenobstbestände	312: Nadelwälder	

Es gibt nur wenige operationelle Satellitendatenprodukte, die gezielt Waldbrände identifizieren. Hinzu kommt die Frage nach der Definition von Wald. Tatsächlich liegen den Datensätzen zur Waldbedeckung unterschiedliche Definitionen zugrunde.²² Die geläufigste ist die der FAO, der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (UN), die Wald definiert als ein Gebiet von einer Größe über einem halben Hektar mit über fünf Meter hohen Bäumen und einer Kronenbedeckung von mindestens zehn Prozent.²³ Der globale Datensatz der Global Land Analysis and Discovery (GLAD) „Global forest loss due to fire“ definiert Wald hingegen als ein Gebiet mit Bäumen, die höher als fünf Meter sind und eine Kronenbedeckung von über 30 Prozent aufweisen.²⁴

Diese unterschiedlichen Walddefinitionen sowie Datengrundlagen zeigen, warum Brandstatistiken einer Region so unterschiedlich ausfallen können.



Wald ist nicht gleich Wald: Von lichten Savannenwäldern bis zu dichten Tropenwäldern — die Definition entscheidet, was in Statistiken zu Waldbränden gezählt wird.



TABELLE 1:

Vergleich verschiedener Satellitensensoren und ihrer wichtigsten Satellitendatenprodukte.

Für eine bessere Lesbarkeit wurde die Auflösung der Pixel von z. B. 50 m x 50 m als 50 m aufgeführt.

	FireSat	OroraTech^{13, 25, 26}	Landsat/Sentinel-2 (z. B. GLAD²⁴)	MODIS/VIIRS – Burned Area (BA) (z. B. MCD64A1²⁷)	MODIS/VIIRS/Sentinel-3 – Active Fire (AF) (z. B. MOD14A1²⁸/ FIRMS²⁹)
Produkttyp	Echtzeit-Feuererkennung, Brandherde, Ausbreitungsprognosen, Feuerintensität	Echtzeit-Feuererkennung, Ausbreitungsprognose, Brandfläche	Post-Fire Analyse, Schadenausmaß	Brandflächen und zeitlicher Verlauf	Schnelle Feuererkennung, Brandherde, Feuerintensität
Räumliche Auflösung (Pixelgröße)	Hoch: 50 m	Mäßig: 200 m	Hoch: 10–30 m	Mäßig: 500 m (MODIS), 375 m (VIIRS)	Mäßig: 1 km (MODIS), 375 m (VIIRS)
Zeitliche Auflösung	Sehr hoch: stündlich	Sehr hoch, 2025: alle 12 Stunden, Ende 2028: bis zu 30 Minuten weltweit	Niedrig: alle 5–16 Tage	Hoch: mehrmals täglich, werden aber zusammengefasst zu täglichen Informationen	Sehr hoch: mehrmals täglich
Wolken-/ Rauch- Sensitivität	Gering	Gering für Rauch bei Thermal-Erkennung, aber wolkenabhängig	Hoch	Mäßig (hohe zeitliche Auflösung gleicht dies häufig aus)	Gering für Rauch bei Thermal- Erkennung, aber wolkenabhängig
Verfügbarkeit	Nahezu in Echtzeit, erste Proto- typen in 2025, volle Konstellation (50+ Satelliten) bis 2030	Nahezu in Echtzeit: Warnungen in wenigen Minuten	Oft nach Brandereignis, erst im Nachgang von Feuerereignissen	Automatisiert, global, regelmäßige Updates, schnelle Verfügbarkeit innerhalb von Tagen	Nahezu in Echtzeit (3 Stunden bei FIRMS, teils < 1 Stunde bei regionalen Produkten)
Erkennung von aktiven Bränden	Ja, Mindestfläche ca. 5 m x 5 m	Ja, mit KI-gestützter Onboard-Analyse, Mindestfläche ca. 4 m x 4 m	Nein	Nein	Ja, aktive Feuer (Hotspots), Mindestfläche ca. 1.000 m ² (MODIS) und 10 m ² (VIIRS)
Erkennung von verbrannten Flächen	Ja, Brandflächen hochauflösend	Ja, Brandflächen hochauflösend, Mindestfläche ca. 10 m x 10 m	Sehr detailliert, Mindestfläche ca. 10 m x 10 m (Sentinel-2), ca. 30 m x 30 m (Landsat)	Grob, aber flächendeckend und zeitnah, Mindestfläche ca. 500 m x 500 m (MODIS), 375 m x 375 m (VIIRS)	Nein
Typische Anwendungen	Frühwarnung, Einsatzplanung, Katastrophenschutz, Klimaanpassung	Frühwarnung, Einsatzplanung, Risikomodellierung, Klimaanpassung	Schadenauswertung, ökologische Studien, Forstwirtschaft	Globale Statistiken, Basis für Emissionsberechnungen, schnelle BA-Übersichten, Feuerregime	Frühwarnung, Monitoring, Katastrophenschutz
Vorteile	Tracking von Feuerprogression und Verhaltensanalyse	Quasi-Echtzeit-Detektion, hohe Auflösung, globale Abdeckung	Sehr hohe Detailgenauigkeit, präzise Brandgrenzen	Automatisiert, konsistent, großflächig	Schneller Überblick und schnelle Reaktion möglich
Nachteile	Noch im Aufbau, begrenzte historische Daten, kommerzielles Angebot	Noch im Aufbau, begrenzte historische Daten, kommerzielles Angebot	Oftmals verzögert verfügbar, wetterabhängig	Moderate räumliche Auflösung, keine Details erkennbar	Keine genaue Brandfläche, sondern punktuelle Hotspots
Kosten	Verschiedene Preismodelle	Verschiedene Preismodelle	Öffentlich zugänglich, keine direkten Kosten	Öffentlich zugänglich, keine direkten Kosten	Öffentlich zugänglich, keine direkten Kosten



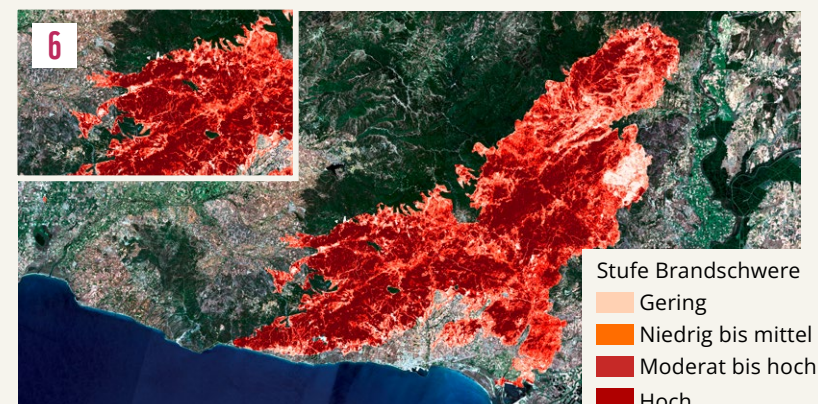
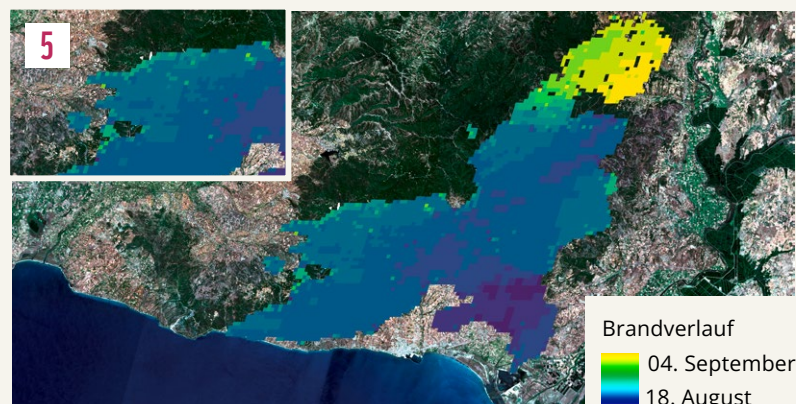
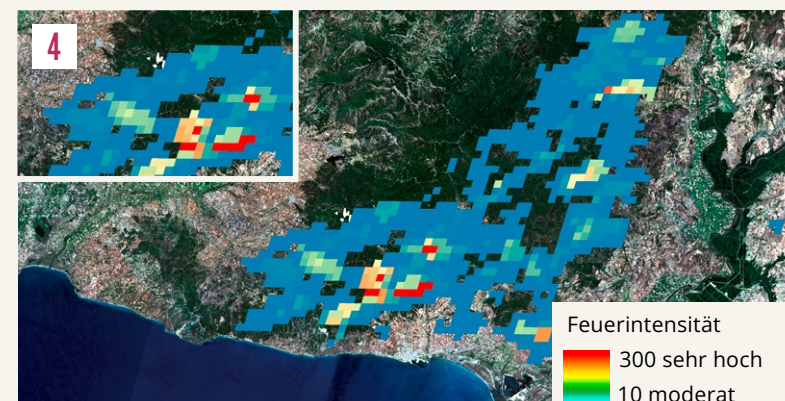
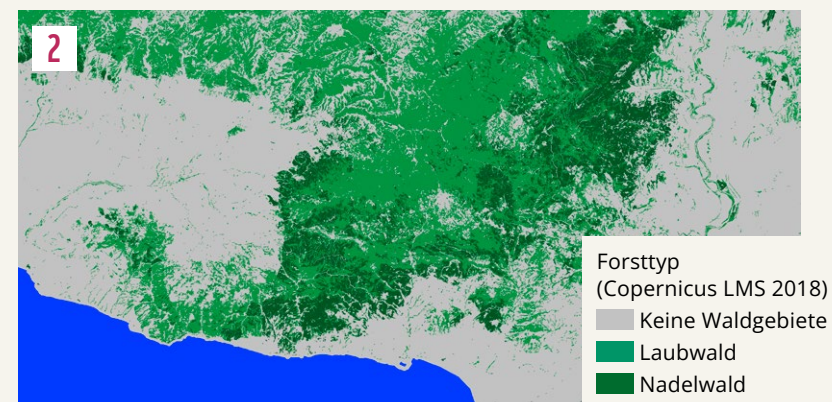
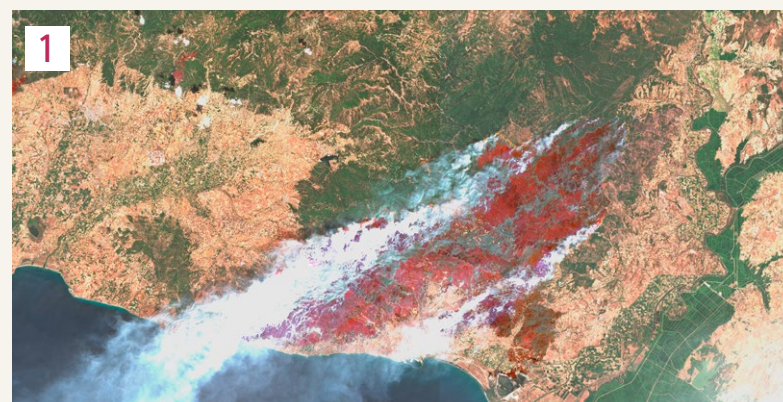
Feuer Evros, Griechenland 2023

Das Evros-Feuer in Griechenland im August 2023 gilt als der größte jemals in der Europäischen Union registrierte Waldbrand (vgl. Feuerkompass, Kapitel „Im Brennpunkt: Die Mittelmeerregion Europas“).³⁰ Ein Sentinel-2-Satellitenbild in Abbildung 5 vom 23.08.2023¹⁴ zeigt die betroffene Region in hoher räumlicher Auflösung (20 Meter), wodurch sich sowohl die ausgebrannte Fläche als auch die Rauchentwicklung deutlich erkennen lassen. Daneben visualisiert der Copernicus-Waldtypendaten-satz von 2018 die vorherrschende Waldbedeckung.³¹ Auf dieser Grundlage lassen sich die tatsächlich betroffenen Waldflächen bewerten. Das MODIS-Active-Fire-Produkt vom selben Tag (abgeleitet aus MOD14A1)²⁸ kartiert aktive Brandherde auf Basis thermischer Infrarotmessungen mit einer räumlichen Auflösung von etwa einem Kilometer. Rechts davon zeigt die MODIS Fire Radiative Power (FRP, abgeleitet aus MOD14A1) die Strahlungsintensität der Feuer als einen Indikator für deren thermische Energie und potenzielle Emissionen. Mit dem Produkt MODIS Burned Area (BA) (MCD64A1)²⁷ lässt sich die gesamte verbrannte Fläche sowie die zeitliche Entwicklung des Brandverlaufs von August und September 2023 zusätzlich erfassen. Schließlich stellt EFFIS auf Basis von Sentinel-2-Daten die Brandschwere dar, also das Ausmaß der Vegetationsschädigung.³² Aufgrund der hohen räumlichen Auflösung liefert diese Karte räumlich deutlich detailreichere Informationen als die MODIS-basierten Produkte.

ABBILDUNG 5:

Die Abbildungen zeigen das Evros-Feuer vom August 2023 aus der Sicht verschiedener Satellitendatenprodukte.

- 1 Satellitenbild Sentinel 2, 23.08.2023¹⁴
- 2 Copernicus Waldtyp 2018³¹
- 3 MODIS Active Fire für den 23.08.2023²⁸
- 4 MODIS Feuerintensität (FRP) in Megawatt (MW) für den Monat August 2023, basierend auf täglichen Active-Fire-Beobachtungen²⁸
- 5 MODIS Brandfläche August/September 2023²⁷
- 6 EFFIS Sentinel-2 Brandschwere³²



GLOBALE DATENSÄTZE UND PORTALE

Benutzerfreundliche Plattformen wie Global Forest Watch oder GWIS machen Feuerdaten für alle zugänglich und warnen auf Wunsch automatisiert.

Zahlreiche Organisationen wie die National Aeronautics and Space Administration (NASA)³³ und die European Space Agency (ESA)³⁴ stellen globale Feuerdatensätze bereit, die auf Satellitenbeobachtungen basieren. Besonders nützlich sind globale Datensätze, wenn es darum geht, verschiedene Regionen miteinander zu vergleichen oder Entwicklungen über Jahre hinweg zu analysieren. Viele der vorgestellten Datenportale (siehe Tabellen 2 und 3) basieren auf den bereits vorgestellten Satellitensystemen wie MODIS und VIIRS. Allerdings unterscheiden sich die Datenportale in ihren thematischen Schwerpunkten und Anwendungsbereichen. Dazu werden die zugrunde liegenden Satellitendaten teils verschieden aufbereitet, mit weiteren Datensätzen kombiniert oder durch eigene Analysen ergänzt, um spezifische Fragestellungen – etwa zur Häufigkeit, Ausdehnung oder Intensität von Bränden – gezielt zu beantworten. Dies erklärt die unterschiedlichen Statistiken.

Für die **Echtzeit-Überwachung** eignen sich vor allem Active-Fire-Produkte von MODIS und VIIRS, auf die man über Portale wie FIRMS²⁹ oder Global Forest Watch (GFW)³⁵ zugreifen kann (für Deutschland auch im Waldmonitor⁷). Wer sich für **langfristige Entwicklungen**, Emissionen oder detaillierte Analysen von Brandereignissen interessiert, kann Datensätze wie die Global Fire Emissions Database (GFED)³⁶ oder GlobFire³⁷ nutzen. Einige Plattformen, wie das Global Wildfire Information System (GWIS)³⁸ oder Global Forest Watch (GFW)³⁵, bieten zusätzlich benutzerfreundliche Dashboards, die ohne Fachkenntnisse genutzt werden können. Hier lassen sich Feuerdaten visualisieren, herunterladen oder automatische Warnmeldungen einrichten (Abbildung 6). GFW stellt Daten und interaktive Tools bereit, um weltweite Veränderungen von Wäldern zu überwachen und sichtbar zu machen. Neben GFW bietet auch der Datensatz Global forest loss due to fire (GLAD) Informationen speziell für Waldbrände.²⁴ Dieser Datensatz zeigt Waldverluste durch Feuer hoch detailliert (30 mal 30 Meter) seit dem Jahr 2000.

Von den Rohdaten zur Visualisierung: Dieses R-Skript nutzt GWIS-Daten, wie sie von benutzerfreundlichen Portalen verfügbar gemacht werden, für eigene Diagramme. Auch unser Feuerkompass macht von ihnen Gebrauch.

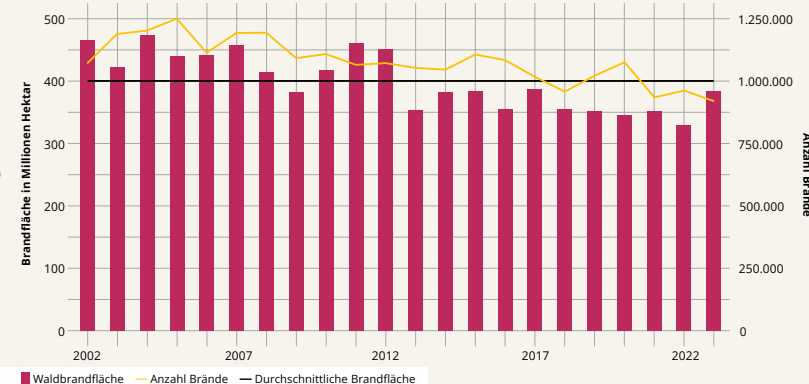
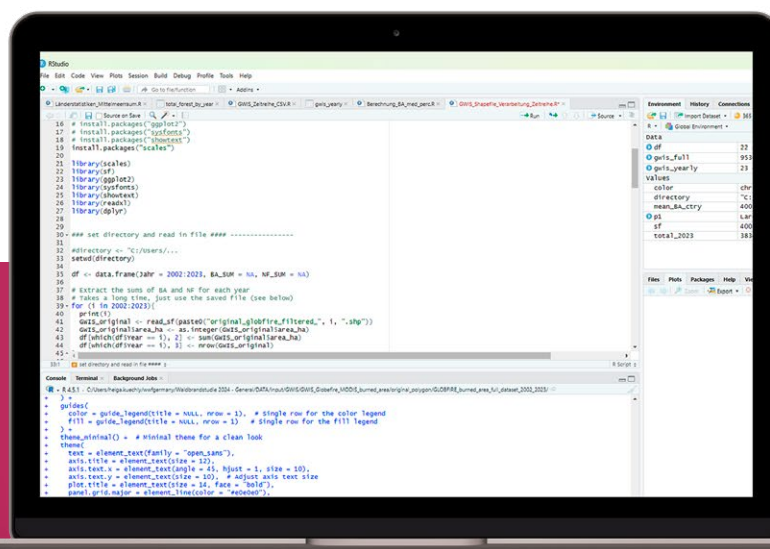


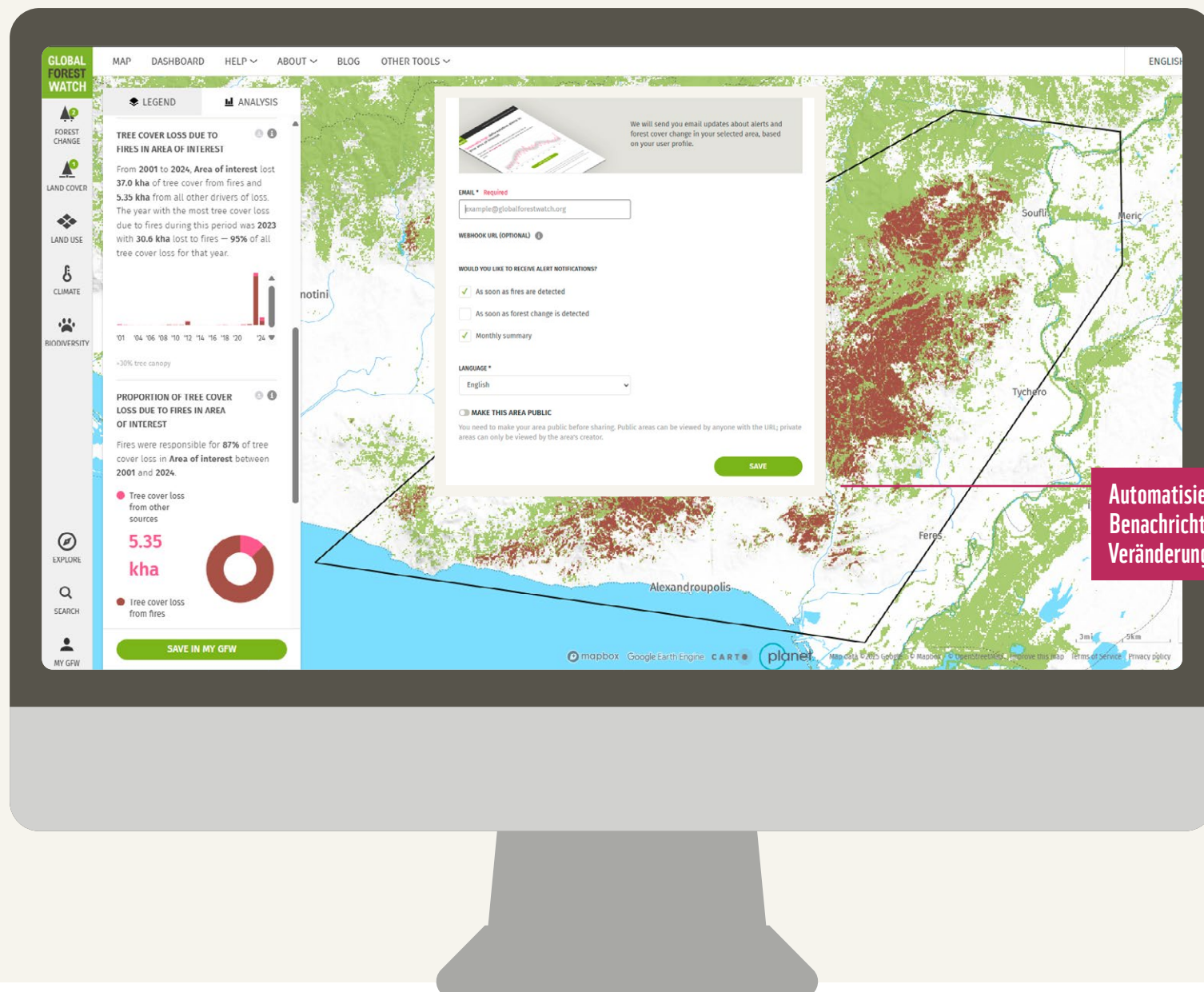
ABBILDUNG 6:

Übersicht des Portals**Global Forest Watch (GFW).**

Hier lassen sich Gebiete definieren, zu denen man Informationen über Wald und Waldbrände wünscht.

Hier wurde die Region Evros ausgewählt, die durch die schwarze Linie im Tool eingezeichnet wurde. Für das Gebiet kann man dann Statistiken anzeigen lassen, zum Beispiel den Waldverlust aufgrund von Feuern aus dem Datensatz Global forest loss due to fire (GLAD) (siehe Tabelle 2). Zudem kann eine automatische Benachrichtigung bei Veränderungen (Waldfläche, Brände) per E-Mail eingerichtet werden, für die dann Statistiken berechnet werden.

Quelle: ³⁵



Automatisierte
Benachrichtigung bei
Veränderungen

TABELLE 2:

Globale Feuerdatensätze. Mit  gekennzeichnete Datensätze beziehen sich speziell auf Waldbrände,  kennzeichnet benutzerfreundliche Portale. Für eine bessere Lesbarkeit wurde die Auflösung der Pixel von z. B. 5 m x 5 m als 5 m aufgeführt. Die Aktualisierung von Feuer-Datenbanken reicht je nach Anwendung z. B. von Quasi-Echtzeit bis zu jährlichen Intervallen. Klicken auf den Produktnamen führt zur jeweiligen Internetseite.

Produkt/Portal	Typ	Auflösung	Zeitraum	Beschreibung und Anwendungsgebiete
► ESA FireCCI (Fire Climate Change Initiative) ³⁹	Brandfläche	300 m/250 m/0,25° (~25 km)	Ab 1982	Langzeitdatensätze für Klimaforschung und globale Analysen; Fokus auf Konsistenz und Genauigkeit
► Sentinel-3 World Fire Atlas ⁴⁰	Aktive Feuer als Punktdaten	500 bis 1.000 m (MMU)	Ab 2016	Monatliche Übersicht nächtlicher Feuer → statistische Auswertungen u. Visualisierungen
► CAMS-GFAS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service – Global Fire Assimilation System) ⁴¹	Brandemissionen	~10 bis 30 km	Ab 2015	Teil des Atmosphärenprogramms der EU; liefert Emissionsdaten (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) auf Basis von Satelliten- und Bodenmessungen; nutzt u. a. TROPOMI und OCO-2
► GlobFire ³⁷	Brandfläche, Brandereignisse	500 m (Vektor-basiert)	Ab 2001	Feuerdynamik (Größe, Dauer) → detaillierte Ereignisanalyse u. historische Trends
► GFAS (Global Fire Atlas) ^{4, 36}	Brandfläche, Brandereignisse	500 m	2003–2016	Analyse der Dynamik von Bränden (Ausbreitung, Dauer); vergleichbar mit GlobFire
 ► FIRMS-Portal (Fire Information for Resource Management System) ²⁹	Brandfläche, Aktive Feuer	Abhängig vom Sensor	Echtzeit und Historie ab 2000	Feuer-Warnungen; benutzerfreundliches Portal für schnelle Einsicht u. Download von MODIS/VIIRS Feuerdaten → Monitoring
 ► GWIS-Portal (Global Wildfire Information System) ⁴²	Brandfläche, Emissionen	Abhängig vom Sensor	Echtzeit und Historie	Benutzerfreundliches Portal; integrierte Analyseplattform inkl. Emissionen. Die GWIS country profiles basieren auf MODIS Burned area und GlobFire; andere Statistiken auf dem Near-Real-Time-Produkten. → Politik, Forschung u. Risikobewertung
 ► GLAD (Global forest loss due to fire) ²⁴	Waldverlust	30 m	Ab 2001 bis 2024	Zeigt Waldverluste durch Feuer → Forstwirtschaft, Naturschutz und Landnutzungsanalysen
► GFED BA (Global Fire Emissions Database – Burned Area) ³⁶	Brandfläche, Emissionen	0,25° (~25 km)	Ab 1997 bis 2022	Kombination aus Feuerflächen und Emissionen → Klimaforschung und Luftqualitätsstudien
► FINN (Fire INventory from NCAR) ⁴³	Emissionen	0,1° (~10 km)	Ab 2002	Kombiniert aktive Feuer und Landbedeckung, um Emissionen zu berechnen → Klimaforschung und Luftqualitätsstudien
  ► GFW (Global Forest Watch) ³⁵	Aktive Feuer, Waldverlust	Variabel	Echtzeit und Historie	Benutzerfreundliches Portal → Feuerwarnungen, Waldmonitoring und Umweltberichte

REGIONALE DATENSÄTZE

Regionale Datensätze ergänzen Satellitenbilder mit Bodeninformationen und liefern so noch präzisere Ergebnisse für lokale Anforderungen.

Ergänzend zu globalen Feuerdatensätzen bieten zahlreiche Regionen spezialisierte Systeme, die auf lokale Gegebenheiten und Bedürfnisse zugeschnitten sind (Tabelle 3). Diese regionalen Datensätze zeichnen sich oft durch eine höhere räumliche Auflösung oder die Kombination von Satelliten- und Bodeninformationen aus. Diese Datensätze bieten damit entscheidende Vorteile für Katastrophenschutz, Landnutzungsplanung und Forschung, da sie gezielt auf lokale Anforderungen eingehen und globale Produkte sinnvoll ergänzen. Häufig sind diese Systeme bisher in Ländern und Regionen mit starker Forschungsinfrastruktur angesiedelt. Andere Regionen werden nur durch globale Produkte abgedeckt. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über verfügbare regionale Datensätze. Der Fokus liegt hierbei auf Portalen, die benutzerfreundliche Daten bereitstellen. In Nordamerika gibt es eine Vielzahl etablierter Portale mit Informationen, die von der Echtzeit-Erkennung aktiver Feuer (FIRMS USA/Kanada⁴⁴, Canadian Wildland Fire Information System [CWFIS⁴⁵]) über Brandschwereanalysen (Burned Area Emergency Response [BAER⁴⁶], Monitoring Trends in Burn Severity [MTBS⁴⁷]) bis hin zur Vegetations- und Feuermodellierung (LANDFIRE⁴⁸) reichen.

In Südafrika unterstützt das Advanced Fire Information System (AFIS⁴⁹) Feuerwehren und Landverwaltungen mit einem Echtzeit-Warnsystem, das Satellitensensoren kombiniert und praxisnahe Dienste wie SMS-Alarmierungen bietet. Weitere regionale Systeme wie EFFIS^{50,3} in Europa, das brasilianische MapBiomass Fire Project⁵¹ oder das System der chilenischen Corporación Nacional Forestal (CONAF⁵²) liefern spezialisierte Informationen zu Brandflächen, Brandgefahr oder Emissionen

und unterstützen damit sowohl den Katastrophenschutz als auch die Forschung und Politikberatung.

Ein besonderes regionsübergreifendes System stellt die Datenbank Open National Forest Inventory of Wildland Fires and Burned Area Records (ONFIRE⁵³) dar. Bei ONFIRE handelt es sich um das erste globale Kompaktangebot nationaler Brandflächenstatistiken in einem einheitlichen Rasterformat. Es integriert historische und aktuelle Daten aus Australien, Kanada, Chile, Europa und den USA auf einem gemeinsamen Raster (1 Grad mal 1 Grad) und deckt Zeiträume ab, die bis in die 1950er-Jahre zurückreichen. Die Daten basieren überwiegend auf nationalen Quellen und Bodenaufnahmen.



Regionale Datensätze unterstützen die Brandbekämpfung. Hier Feuerwehrleute im Einsatz gegen das Feuer.

TABELLE 3:

Beispiele regionaler Feuerdatensätze. Mit  gekennzeichnete Datensätze beziehen sich speziell auf Waldbrände.  kennzeichnet benutzerfreundliche Portale. Für eine bessere Lesbarkeit wurde die Auflösung der Pixel von z. B. 5 m x 5 m als 5 m aufgeführt. Die Aktualisierung von Feuer-Datenbanken reicht je nach Anwendung z. B. von Quasi-Echtzeit bis zu jährlichen Intervallen. Klicken auf den Produktnamen führt zur jeweiligen Internetseite.

Kontinent	Produkt/Portal	Typ	Auflösung	Zeitraum	Besonderheiten
AFRIKA					
 Südafrika	► AFIS ⁴⁹ (Advanced Fire Information System)	Aktive Feuer, Frühwarnung	375 m bis 1 km	Echtzeit	Afrikanisches Echtzeitwarnsystem mit SMS-Alarmen, kombiniert MODIS und VIIRS.
Afrika südlich der Sahara	► ESA FireCCI ^{54, 39, 55} (Fire Climate Change Initiative): FireCCISFD11 und FireCCISFD20	Brandfläche	Sentinel-2 (20 m)	2016 und 2019	Erfasst kleinere Brände in Subsahara-Afrika.
ASIEN					
  Indien	► Forest Fire Alert System ⁵⁶ (FAST 3.0)	Aktive Feuer, Frühwarnung	375 m bis 1 km	Ab 2004 (FAST 3.0 seit 2019)	Nationales Frühwarnsystem des Forest Survey of India (FSI); Versand von SMS-/E-Mail-Warnungen; Dashboard sowie Statistiken auf Provinzebene
 Indonesien (teilweise auch Ozeanien zugehörig)	► SiPongi – Karhutla Monitoring System ⁵⁷	Aktive Feuer, Brandfläche	Variabel	Echtzeit und Historie	Tägliche Updates aktiver Feuer; jährliche Brandflächenstatistiken auf Provinzebene
  Südkorea	► KFFIS ⁵⁸ (Korea Forest Fire Information System), nur teilweise engl.	Aktive Feuer, Brandfläche (Statistiken)	Punktdaten/ Provinzebene	Echtzeit und Historie	Offizielles Portal des Korea Forest Service; zeigt aktive Feuer, Statistiken auf Provinzebene aber nur auf Koreanisch.
EUROPA					
 Europa	► CEMS ⁵⁹ (Copernicus Emergency Management Service)	Schnelle Kartierung	Variabel	Echtzeit	Bereitstellung schneller Kartierungen (Rapid Mapping) von Feuern und Gefahren- und Schadensereignissen.
 Europa	► EFFIS ⁵⁰ (European Forest Fire Information System)	Brandfläche, Brandereignisse	20 bis 500 m	Echtzeit und Historie	Europaweites Feuerinformationssystem, kombiniert MODIS (ab 30 ha) und Sentinel-2 (ab 5 ha), liefert tagesaktuelle Brandflächen sowie jährliche Berichte auf Basis nationaler Feuerstatistiken, Vorhersagen zur Brandgefahr, Teil des Copernicus Emergency Management Service der EU zur Katastrophenvorsorge.
 Europa	► ZKI-DLR ^{60, 61} (Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) Fire Monitoring	Brandfläche, Brandschwere	Variabel	Echtzeit	Feuerüberwachung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR); Kombination von MODIS, Sentinel-3 und VIIRS mit interaktiver Kartendarstellung potenziell gefährdeter Gebiete

OZEANIEN						
	Australien	► TERN ⁶² (Terrestrial Ecosystem Research Network) Data Portal	Brandfläche, Feuerdynamik	Variabel	Ab 1987	Satellitendaten und bodengestützt, national fokussiert
	Australien	► Fires in Australia's forests ⁶³	Brandfläche; geplante vs. ungeplante Feuer	100 m	2011 bis 2021	Verschiedene Datensätze aus den australischen Provinzen, exkl. Northern Territory
	Australien	► Bushfire Near-real time and Historical Extents ⁶⁴	Brandfläche	Variabel	Ab 1900	Integration verschiedener Datensätze aus Bodenbeobachtungen, Luftbildern bis hin zu Satellitendaten; exkl. Northern Territory
NORDAMERIKA						
	Nordamerika	► FIRMS USA/Kanada ⁴⁴ (Fire Information for Resource Management System)	Aktive Feuer	375 m bis 1 km	Echtzeit	Regionalspezifische FIRMS-Version mit höherer Auflösung
	Kanada	► CWFIS ⁴⁵ (Canadian Wildland Fire Information System)	Aktive Feuer, Brandfläche (auch für Waldflächen)	~250 m bis 1 km	Echtzeit und Historie	Kombiniert Satellitendaten mit Bodenstatistik; interaktive Karten; zusätzlich auch historische Daten verfügbar wie NBAC (National Burned Area Composite) und CNFDB (Canadian National Fire Database).
	Kanada	► NFD ⁶⁵ (National Forestry Database)	Brandfläche (Statistiken)	Provinzebene	Ab 1990	Jährliche Berichte zu Brandanzahl und -fläche von Wäldern
	Kanada	► CIFFC ⁶⁶ (National Interagency Fire Centre)	Aktive Feuer, Brandfläche (Statistiken)	Variabel	Ab 1983	Austausch von tagesaktuellen Feuerfällen, Einsatzkoordination und Erstellung von Statistiken und Lageberichten; National Wildland Fire Situation Report
	USA	► BAER ⁴⁶ (Burned Area Emergency Response)	Brandschwere, Notfallkartierung	30 m	Ab 2001	Bewertet Schäden für Notfallmaßnahmen.
	USA	► Burn Severity Portal ⁶⁷	Brandfläche, Brandschwere	30 m	Ab 1983	Zugang zu MTBS, BAER (s. Tabelle) u. a. über Kartenportal
	USA	► LANDFIRE ⁴⁸	Feuerregime, Schweregrad	30 m	Ab 2001	Bietet Vegetations- und Feuermodellierung für Planung.
	USA	► MTBS ⁴⁷ (Monitoring Trends in Burn Severity)	Brandfläche, Brandschwere	30 m	Ab 1984	Kartiert große Feuerereignisse in den USA mit Landsat (30 m); Bewertung der Schwere (Severity); Visualisierung über Kartenportal.
	USA	► NIFC ⁶⁸ (National Interagency Fire Center)	Brandstatistik, Lageberichte	Variabel	Ab 1983	Zentrales Koordinationszentrum der USA für Waldbrandmanagement und Ressourcenmobilisierung; koordiniert nationale Feuerdaten und Lageberichte.

SÜDAMERIKA

	Brasilien	► MapBiomass Fire Project ⁵¹	Brandfläche	10 bis 30 m	Ab 1985	Brasilianisches Feuerkartierungsprojekt mit Landsat und Sentinel-2; Fokus auf Cerrado und Amazonas; liefert hochauflösende Daten für Forschung und Landnutzungsplanung; Erweiterung MapBiomass auf Indonesien und Argentinien.
	Chile	► CONAF ⁵² (Corporación Nacional Forestal)	Brandfläche (Statistiken), Prognosekarten	Punkt- und Flächendaten	Echtzeit und Historie	Offizielles nationalstaatliches Feuersystem Chiles; Visualisierung von Einzelfeuern mit Ort, Fläche, Uhrzeit, Status; aktualisiert alle 5 Minuten; zusätzlich stehen monatliche und jährliche Statistiken pro Kommune und Region zur Verfügung.

ÜBERREGIONAL

	Australien, Europa, Chile etc.	► ONFIRE ⁵³ (Open National Forest Inventory of Wildland Fires and Burned Area Records)	Brandfläche (Statistiken)	1° (~100 km)	Ab 1950	Zusammenführung nationaler Feuerstatistiken (oft Bodenbeobachtungen) mit langer Zeitreihe (teilweise ab 1950), kartiert monatlich auf 1°-Raster, ergänzt Satellitenlücken (z. B. Unterholzbrände, Rauchverdeckung).
	Tropen	► CTrees DL-DEGRAD ⁶⁹ (Deep Learning Degradation)	Walddegradation inkl. Feuer	Ca. 5 m	Ab 2017	Deep-Learning-basierter Datensatz mit sehr hoher Auflösung; basiert auf Daten von Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI)



WAS SATELLITEN ÜBER BRÄNDE ZEIGEN – UND WO IHRE GRENZEN LIEGEN

Satellitendaten sind die unverzichtbare Grundlage, um Wald- und Vegetationsbrände global zu erkennen, langfristig zu überwachen und künftig mithilfe von KI noch präziser in Echtzeit zu analysieren.

Satelliten liefern unschätzbare Informationen über Wald-, Vegetations- und Flächenbrände. Sie ermöglichen es, über viele Jahre hinweg zu verfolgen, wie sich Feuerhäufigkeit, Ausmaß und Jahreszeitlichkeit verändern. So reichen die nutzbaren Daten des Landsat-Programms bis in die 1980er-Jahre zurück. Eine generelle Herausforderung besteht darin, die Kontinuität über aufeinanderfolgende Satellitenmissionen hinweg sicherzustellen, wenn Instrumente ihr Lebensende erreichen. Die MODIS-Instrumente werden voraussichtlich 2026–2027 außer Betrieb genommen, weshalb eine sorgfältige Abstimmung über diese Missionen hinweg besonders wichtig ist. Nötig sind einheitliche Algorithmen, gut kalibrierte Sensoren, einheitliche Definitionen und eine sorgfältige Nachbearbeitung der Daten. So können langfristige Satellitendatensätze, wie kaum andere, helfen, weltweite Veränderungen im Feuerverhalten zu erkennen.

Zur Absicherung von Satellitenergebnissen werden sie häufig mit anderen Quellen abgeglichen – etwa solchen nach Begehungen vor Ort, hochaufgelösten Luftbildern oder Drohnenaufnahmen. Gleichwohl bleiben Unsicherheitsfaktoren: Unerkannt bleiben mitunter kleine Feuer, schnell verlöschende Brände oder Brände unter dichtem Rauch sowie dichter Baumkronendecke. Zudem kommt es vor, dass Satelliten heiße Flächen über Industrie- oder Photovoltaikanlagen oder Vulkanen mit echten Bränden verwechseln.

Mehr noch: Bis die Daten verarbeitet und veröffentlicht sind, vergeht meist etwas Zeit. Das schließt eine Nutzung in Echtzeit noch aus. Im Übrigen ist ein Sensor außerstande, einen „Wald“-Brand im eigentlichen physikalischen Sinne zu identifizieren, er erkennt diesen lediglich als eine Abweichung von Temperatur

oder seiner Oberflächeneigenschaften. Erst aus der Kombination von Hitzesignalen oder ungewöhnlichen Strahlungsmustern eines Ortes mit Informationen zur Landbedeckung lässt sich schlussfolgern, ob es sich um ein Feuer auf einer Waldfläche handelt. Und schließlich fehlt es – wie an anderer Stelle erwähnt – an einer global konsistenten Definition von „Wald“. Was in einem Land als Waldfläche zählt, wird womöglich anderswo gar nicht erfasst. Dies erschwert internationale Vergleichbarkeit.

Satellitendaten bilden die Basis moderner Vegetations- und Waldbranderfassung, -überwachung und -auswertung. Ihre Stärke liegt in der Kombination aus globaler Abdeckung, regelmäßiger Wiederholrate und vergleichbaren Messverfahren. Ihre Daten über Brandherde, Brandflächen und Atmosphärenzusammensetzung lassen ein ganzheitliches Bild entstehen – von der Früherkennung über die Brandkartierung bis hin zur Emissionsabschätzung. Herausfordernd bleiben die Weiterentwicklung der Methoden, die verbesserte Datengenauigkeit und -vergleichbarkeit sowie die Integration anderer Datenquellen, etwa von Boden- und Wetterdaten. Satellitendaten werden in der Zukunft noch eine größere Rolle spielen: Denn mit der zunehmenden Zahl von Satelliten, ihren verbesserten technischen Möglichkeiten sowie dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) wird es uns noch effektiver gelingen, Brandrisiken noch besser einzuschätzen, Brände frühzeitig zu erkennen, in Echtzeit zu überwachen und Schadensgebiete präzise und konsistent zu kartieren. Dies eröffnet dem Natur- und Klimaschutz neue Möglichkeiten. Auch der WWF macht Gebrauch von Erdbeobachtungsdaten, die längst zur unverzichtbaren Grundlage einer weiterwachsenden Zahl von Anwendungsbereichen geworden sind.

Glossar wichtiger Begriffe der Feuerdetektion (inkl. englischer Fachwörter und üblicher Abkürzungen)

Kenngroße	Beschreibung
Aktive Feuer Active Fire (AF)/Hotspots	Aktive Feuerfronten zum Zeitpunkt der Satellitenaufnahme. Feuer sind aufgrund ihrer hohen Temperatur von der kühleren Umgebung unterscheidbar. Über die thermale Information lässt sich auch auf die Intensität der Feuer (engl. Fire Radiative Power [FRP]) schließen.
Brandereignisse Fire Events	Zeitraum eines Feuers (Start bis Ende des Ereignisses)
Brandfläche Burned Area (BA)	Fläche der verbrannten Zonen. Diese wird oft abgeleitet aus Reflexionsveränderungen im sichtbaren und infraroten Spektralbereich.
Brandschwere Fire Severity	Maß für das Ausmaß der unmittelbaren Auswirkungen eines Feuers auf die Vegetation (über dem Boden) und auf Böden (unter dem Boden), z. B. durch Verlust oder Zersetzung organischer Substanz. Diese wird oft abgeleitet aus Reflexionsveränderungen im sichtbaren und infraroten Spektralbereich.
Feuerintensität Fire Radiative Power (FRP)	Maß für die Wärmestrahlung eines aktiven Feuers in Megawatt (MW). Sie ist ein Maß für Intensität und Brennstoffumsatz.
Emissionen (z. B. CO ₂ , CO, NO _x) Emissions	Geschätzte Mengen an Gasen und Partikeln, die bei einem Brand freigesetzt werden. Sie sind abhängig von Fläche, verbranntem Material und typischen Freisetzungsraten (Emissionsfaktoren).
Brennbares Material Fuel Load	Biomasse auf einer Fläche (Tonne pro Hektar [t/ha]). Sie ist u. a. relevant für Emissionen sowie FRP.
Rauchfahnen Smoke Plume	Detektion und Modellierung von Partikel- und Gasverfrachtung
Vegetationsbrand Wildfire	International gebräuchlicher Begriff für unkontrollierte Brände natürlicher Vegetation, unabhängig davon, ob sie in Wald, Grasland, Mooren oder Buschgebieten auftreten. Die häufige Gleichsetzung mit dem, was wir im Deutschen „Waldbrand“ nennen, greift inhaltlich zu kurz.

ENDNOTEN

- 1 United Nations Environment Programme (2022). *Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 2 Dalezios, N. R., Kalabokidis, K., Koutsias, N. und Vasilakos, C. (2017). *Wildfires and Remote Sensing: An Overview. Remote sensing of hydrometeorological hazards*. Florida: CRC Press.
- 3 San-Miguel-Ayanz, J., Schulte, E., Schmuck, G., Camia, A., Strobl, P., Liberta, G. et al. (2012). Comprehensive Monitoring of Wildfires in Europe: The European Forest Fire Information System (EFFIS). *Approaches to Managing Disaster – Assessing Hazards, Emergencies and Disaster Impacts*. InTech. <https://doi.org/10.5772/28441>
- 4 Andela, N., Morton, D. C., Giglio, L., Paugam, R., Chen, Y., Hantson, S., Van Der Werf, G. R. und Randerson, J. T. (2019). The Global Fire Atlas of individual fire size, duration, speed and direction. *Earth System Science Data*, 11(2), S. 529–552. <https://doi.org/10.5194/essd-11-529-2019>
- 5 IQ FireWatch (o. J.). IQ FireWatch – we see more. *IQ FireWatch*. <https://www.iq-firewatch.com/de> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 6 Landesbetrieb Forst Brandenburg (2024). Waldbrandgefahr in Brandenburg. *Landesbetrieb Forst Brandenburg*. <https://forst.brandenburg.de/lfb/de/themen/wald-schuetzen/waldbrand-gefahr-in-brandenburg> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 7 Naturwald Akademie (2025). Waldmonitor Deutschland. *Naturwald Akademie*. <https://waldmonitor-deutschland.de> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 8 Bundesamt für Strahlenschutz (o. J.). Was versteht man unter Licht? *BfS*. <https://www.bfs.de/DE/themen/opt/sichtbares-licht/einfuehrung/einfuehrung.html> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 9 Chen, Y., Morton, D. C. und Randerson, J. T. (2024). Remote sensing for wildfire monitoring: Insights into burned area, emissions, and fire dynamics. *One Earth*, 7(6), S. 1022–1028. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.05.014>
- 10 Earth Online (o. J.). PlanetScope – About. *Earth Online*. <https://earth.esa.int/eogateway/missions/planetscope> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 11 Planet Documentation (2025). PlanetScope. *Planet Documentation*. <https://docs.planet.com/data/imagery/planetscope> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 12 DLR Earth Observation Center (2025). Neue Ära startet für die Echtzeiterkennung von Waldbränden. *DLR*. <https://www.dlr.de/de/eoc/aktuelles/nachrichten/2025/echtzeiterkennung-von-waldbraenden> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 13 Earth Fire Alliance (2025). A new era of fire monitoring technology is on the horizon. *Earth Fire Alliance*. <https://www.earthfirealliance.org> [letzter Zugriff 05.08.2025]
- 14 European Space Agency (2025). Sentinel-2 scene from 2023-08-23 (Tile T35TLF). *Copernicus Browser*. <https://link.dataspace.copernicus.eu/fmza> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 15 European Space Agency (2025). Sentinel-2 scenes from 2023 (Tile T35TLF). *Copernicus Browser*. <https://browser.dataspace.copernicus.eu> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 16 NASA Earthdata (2025). FIRMS FAQ. *Basic page, Earth Science Data Systems, NASA*. <https://www.earthdata.nasa.gov/data/tools/firms/faq> [letzter Zugriff 10.07.2025]
- 17 NASA (o. J.). Filtered Geostationary (provisional). *FIRMS – Fire Information Resource Management System*. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 18 GFW (o. J.). Deforestation alerts (RADD). *Global Forest Watch*. <https://data.globalforestwatch.org/datasets/gfw::deforestation-alerts-radd/about> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 19 TROPOMI (2025). Observing Our Future. *TROPospheric Monitoring Instrument*. <https://www.tropomi.eu> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 20 USDA und Forest Service U.S. Department of Agriculture (2025). Fire Weather Alert System. *Missoula Fire Sciences Laboratory*. <https://research.fs.usda.gov/firelab/products/dataandtools/fire-weather-alert-system> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 21 Copernicus (2025). CORINE Land Cover. *Copernicus Land Monitoring Service*. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 22 Zalles, V., Harris, N., Stolle, F. und Hansen, M. C. (2024). Forest definitions require a re-think. *Communications Earth & Environment*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01779-9>
- 23 WWF Deutschland (2022). Wann ist ein Wald ein Wald? *WWF*. <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/wann-ist-ein-wald-ein-wald> [letzter Zugriff 21.07.2025]

- 24 Tyukavina, A., Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A. H., Stehman, S. V., Turubanova, S. et al. (2022). Global Trends of Forest Loss Due to Fire From 2001 to 2019. *Frontiers in Remote Sensing*, 3. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190>
- 25 OroraTech (2025). Closing the Afternoon Gap: Near Real-Time Wildfire Detection When It Matters Most. *Orora Technologies*. <https://ororatech.com/resources/news-blog/closing-the-afternoon-gap-near-real-time-wildfire-detection-when-it-matters-most> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 26 Rocket Lab USA (2025). Finding Hot Wildfires Near You. *Orora Technologies*. <https://rocketlabcorp.com/assets/Uploads/F63-OroraTech-presskit.pdf> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 27 Giglio, L., Justice, C., Boschetti, L. und Roy, D. (2015). MCD64A1 MODIS/Terra+Aqua Burned Area Monthly L3 Global 500m SIN Grid V006. *NASA Land Processes Distributed Active Archive Center*. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MCD64A1.006>
- 28 Giglio, L. und Justice, C. (2015). MOD14A1 MODIS/Terra Thermal Anomalies/Fire Daily L3 Global 1km SIN Grid V006. *NASA Land Processes Distributed Active Archive Center*. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD14A1.006>
- 29 NASA (o. J.). *FIRMS – Fire Information Resource Management System*. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 30 WWF Griechenland (2024). *LEARNING FROM EVROS FIRE – Evaluation report on the forest fire-fighting mechanism and proposals for its improvement*. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/evroslessonslearned_ex-summary.pdf [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 31 Copernicus (o. J.). High Resolution Layer Tree Cover and Forests. *Copernicus Land Monitoring Service*. <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-forests-and-tree-cover> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 32 European Commission, Joint Research Centre (o. J.). Burnt Area Mapping Product based on Sentinel-2 for EFFIS. *European Forest Fire Information System EFFIS*. <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 33 NASA (2025). *National Aeronautics and Space Administration*. <https://www.nasa.gov> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 34 ESA (2025). Der Weltraum in Deutschland. *The European Space Agency*. https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 35 Global Forest Watch (o. J.). *Forest Monitoring, Land Use & Deforestation Trends*. <https://www.globalforestwatch.org> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 36 GFED (o. J.). *Global Fire Emissions Database*. <https://www.globalfiredata.org> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 37 Artés, T., Oom, D., De Rigo, D., Durrant, T. H., Maianti, P., Libertà, G. und San-Miguel-Ayanz, J. (2019). A global wildfire dataset for the analysis of fire regimes and fire behaviour. *Scientific Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0312-2>
- 38 European Commission (o. J.). *GWIS Statistics Portal*. <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/apps/gwis.statistics> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 39 ESA Climate Office (o. J.). FireCCI project. *The European Space Agency*. <https://climate.esa.int/de/projekte/fire> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 40 ESA (o. J.). Sentinel-3 World Fire Atlas. *The European Space Agency*. <https://s3wfa.esa.int> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 41 Copernicus Atmosphere Monitoring Service (2022). CAMS global biomass burning emissions based on fire radiative power (GFAS). *ECMWF*. <https://doi.org/10.24381/A05253C7>
- 42 European Commission (o. J.). *Global Wildfire Information System GWIS*. [Die GlobFire-Daten werden als WMS bereitgestellt, aber können auf Anfrage beim JRC auch als Shapefile genutzt werden.] <https://gwis.jrc.ec.europa.eu> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 43 Wiedinmyer, C. und Emmons, L. (2022). Fire Inventory from NCAR version 2 Fire Emission. *UCAR/NCAR – Research Data Archive*. <https://doi.org/10.5065/XNPA-AF09>
- 44 NASA/LANCE und US Forest Service (o. J.). FIRMS US/Canada – MODIS & VIIRS Near-Real-Time Active Fire Data. *NASA*. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/usfs/map/> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 45 Canadian Forest Service (o. J.). *Canadian Wildland Fire Information System*. <https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 46 U.S. Forest Service und U.S. Geological Survey (o. J.). BAER – Burned Area Emergency Response. *Burn Severity Portal*. <https://burnseverity.cr.usgs.gov/products/baer> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 47 United States Geological Survey und U.S. Forest Service (o. J.). *Monitoring Trends in Burn Severity (MTBS)*. <https://www.mtbs.gov> [letzter Zugriff 30.07.2025]

- 48 USDA Forest Service und USGS (o. J.). LANDFIRE data products. *LANDFIRE Data*. <https://www.landfire.gov/data> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 49 CSIR (o. J.). *Advanced Fire Information System (AFIS) Map Viewer*. <https://viewer.afis.co.za/map> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 50 European Commission, Joint Research Centre (o. J.). European Forest Fire Information System (EFFIS) – About. *European Forest Fire Information System EFFIS*. <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/about-effis> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 51 MapBiomas (2025). MapBiomas Fire – Collection 4: jährliche und monatliche Brandnarbenkarten für Brasilien (1985–2024). *MapBiomas*. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/fogo> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 52 CONAF (o. J.). Situación actual y pronóstico de incendios. *Corporación Nacional Forestal*. [https://www.conaf.cl/incendios/situacion-actual-y-pro-
nóstico-de-incendios](https://www.conaf.cl/incendios/situacion-actual-y-pro-
nóstico-de-incendios) [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 53 Gincheva, A. und Turco, M. (2023). *ONFIRE Dataset: Monthly Gridded Burned Area data*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8289245>
- 54 Chuvieco, E., Roteta, E., Sali, M., Stroppiana, D., Boettcher, M., Kirches, G. et al. (2022). Building a small fire database for Sub-Saharan Africa from Sentinel-2 high-resolution images. *Science of The Total Environment*, 845, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157139>
- 55 Roteta, E., Bastarrika, A., Padilla, M., Storm, T. und Chuvieco, E. (2019). Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa. *Remote Sensing of Environment*, 222, S. 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.12.011>
- 56 FSI (o. J.). Forest Fire Alert System (FAST 3.0). *Forest Survey of India*. <https://www.fsiforestfire.gov.in> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 57 KLHK (o. J.). SiPongi: Sistem Informasi Pengendalian Karhutla. *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. <https://sipongi.menlhk.go.id> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 58 Korea Forest Service (o. J.). *Korea Forest Fire Information System (KFFIS)*. <https://fd.forest.go.kr/ffas> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 59 Copernicus Emergency Management Service (CEMS) Rapid Mapping (o. J.): <https://mapping.emergency.copernicus.eu> [letzter Zugriff 07.10.2025]
- 60 DLR (o. J.). ZKI Waldbrand Monitoring System. *Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation*. <https://www.dlr.de/de/zki/dienste-und-projekte/zki-feuer-und-wasser-service/zki-waldbrand-monitoring-system> [letzter Zugriff 21.07.2025]
- 61 Nolde, M., Plank, S. und Riedlinger, T. (2020). An Adaptive and Extensible System for Satellite-Based, Large Scale Burnt Area Monitoring in Near-Real Time. *Remote Sensing*, 12(13), S. 2162. <https://doi.org/10.3390/rs12132162>
- 62 TERN (2025). TERN Data Discovery Portal. *Terrestrial Ecosystem Research Network*. <https://portal.tern.org.au> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 63 Mutendeudzi, Martin (2024). Fires in Australia's Forests 2016–21 (2024). *Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics*. <https://doi.org/10.25814/B28T-QJ03>
- 64 Government of Australia (o. J.). National bushfire extents. *Digital Atlas of Australia*. <https://digital.atlas.gov.au/pages/national-bushfire-data> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 65 CCFM (o. J.). National Forestry Database – Forest fire statistics. *Canadian Council of Forest Ministers*. <http://nfdp.ccfm.org/en/data/fires.php> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 66 CFFC (o. J.). National Fire Situation Report & Wildfire Statistics for Canada. *Canadian Interagency Forest Fire Centre*. <https://ciffc.net> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 67 U.S. Geological Survey und U.S. Forest Service (o. J.). *Burn Severity Portal*. <https://burnseverity.cr.usgs.gov> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 68 NIFC (o. J.). Fire Information – Maps. *National Interagency Fire Center*. <https://www.nifc.gov/fire-information/maps> [letzter Zugriff 30.07.2025]
- 69 CTrees (o. J.). *CTrees REDD+AI Map*. <https://activity.ctrees.org> [letzter Zugriff 21.07.2025]



Mehr WWF-Wissen
in unserer App.
Jetzt herunterladen!



iOS



Android



Auch zugänglich
über einen Browser

Unterstützen Sie den WWF

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

WWF Deutschland

Reinhardtstr. 18 | 10117 Berlin

Tel.: +49 30 311777-700

info@wwf.de | www.wwf.de